

Medicent Electrón. 2020 abr.-jun.;24(2)

Artículo Especial

Laboratorio de Cirugía Experimental: innovación tecnológica al servicio de la asistencia, la docencia e investigación

Laboratory of Experimental Surgery: technological innovation at the service of teaching, research and medical assistance

José Luis Molina Martínez^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-7805-3482>

Leticia Béquer Mendoza¹ <https://orcid.org/0000-0002-5712-6718>

Tahirí Gómez Hernández¹ <https://orcid.org/0000-0002-3465-5959>

Vicente José Hernández Moreno¹ <https://orcid.org/0000-0001-7249-9398>

Cindy Freire Gómez¹ <https://orcid.org/0000-0001-9680-6428>

Daisy Pérez Martínez¹ <https://orcid.org/0000-0001-8167-9083>

Alexander Vázquez Roque² <https://orcid.org/0000-0002-6764-7402>

¹Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara. Cuba.

²Hospital Universitario Dr. Celestino Hernández Robau. Santa Clara, Villa Clara. Cuba.

*Autor para la correspondencia: Correo electrónico: josemmm@infomed.sld.cu

RESUMEN

El Laboratorio de Cirugía Experimental de la Universidad de Ciencia Médicas de Villa Clara cuenta con la tecnología necesaria para el montaje y desarrollo de técnicas y habilidades quirúrgicas y microquirúrgicas, las cuales son utilizadas por los profesionales y estudiantes en la docencia y la investigación biomédica. Se realizaron varias innovaciones con la recuperación de equipos, instrumentos y

materiales en desuso; se creó el gimnasio quirúrgico conformado por modelos inanimados sintéticos, y se implementó el modelo «pollo», como técnica alternativa al uso de animales vivos en la experimentación animal. Se han desarrollado: importantes proyectos de investigación, entrenamientos de cirugía y microcirugía experimental, diversos programas docentes, y exitosos cursos internacionales con estudiantes y residentes. El laboratorio constituye un valioso aporte de alternativas éticas, económicas y sanitarias, que han favorecido la formación de recursos humanos y un servicio científico-técnico de calidad para la docencia y la investigación.

DeCS: animales de laboratorio; experimento de laboratorio; equipo de laboratorio.

ABSTRACT

The Laboratory of Experimental Surgery at the University of Medical Sciences of Villa Clara has the necessary technology for the assembly and development of skills, as well as, surgical and microsurgical techniques, which are used by professionals and students in teaching and biomedical research. Several innovations were made with the recovery of equipments, instruments and disused materials; the surgical gymnasium was made up of synthetic inanimate models, and the "chicken" model was implemented as an alternative technique to the use of live animals in animal experimentation. Important research projects, training in surgery and experimental microsurgery, diverse teaching programs, and successful international courses with students and residents have been developed. The laboratory constitutes a valuable contribution of ethical, economic and sanitary alternatives, which have favored the formation of human resources and a qualified scientific-technical service for teaching and research.

DeCS: animals, laboratory; laboratory experiment; laboratory equipment.

Recibido: 13/12/2019

Aprobado: 14/02/2020

INTRODUCCIÓN

La Cirugía Experimental (CE) es la disciplina que emplea animales de experimentación para desarrollar investigaciones quirúrgicas (actividades docentes de pre y posgrado) con el objetivo de beneficiar al hombre y al animal. Estas sesiones se realizan en un laboratorio, Departamento o Instituto de Cirugía Experimental, y deben cumplir con las normas éticas sobre el uso de los animales con fines científicos.^(1,2,3,4)

El Laboratorio de CE de la Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara es una instalación que cuenta con el equipamiento imprescindible y brinda un servicio integral. Desde su creación sirvió de escenario formativo de los residentes de cirugía, para complementar su formación quirúrgica con su participación en diversas investigaciones experimentales, clínicas o básicas. Permitió además que se abrieran nuevos horizontes con fines asistenciales para la formación de profesionales docentes o de investigación.

Dicho laboratorio quedó oficialmente inaugurado el 15 de enero de 2008, Día de la Ciencia Cubana. Es una valiosa instalación con excelentes condiciones constructivas y de diseño, acordes a las funciones de trabajo en cada una de sus misiones y proyecciones. Es necesario señalar que en un principio estaba desprovisto del equipamiento necesario para el montaje de valiosas técnicas en la investigación científica, la docencia médica y la formación de importantes recursos humanos dentro del sector de la salud. El laboratorio forma parte indisoluble de la Unidad de Investigaciones Biomédicas (UNIB), y cumple objetivos en: las áreas de Investigación Preclínica, el desarrollo de proyectos de investigación, en la obtención e implementación de modelos biológicos, la prestación de servicios científico-técnicos para la investigación y la docencia médica y biológica de pre y posgrado (tanto teórica como práctica), en el desarrollo de habilidades quirúrgicas y microquirúrgicas básicas, y en la formación de residentes de especialidades del área básica y clínica-quirúrgica.

En los últimos tiempos, múltiples causas éticas y económicas, han estimulado la creación y aceptación de los laboratorios y simuladores inanimados para el

desarrollo de habilidades quirúrgicas. Por ello, el modelo de aprendizaje de las habilidades en cirugía debe cambiar, y debe enfocarse en métodos eficientes de entrenamiento, a través del uso eficaz y racional de los simuladores quirúrgicos.

El entrenamiento quirúrgico basado en simulación se ha popularizado y extendido para el entrenamiento de residentes en múltiples disciplinas.⁽⁵⁾

Se puede afirmar que la educación médica quirúrgica ha cambiado su paradigma al implementar programas de entrenamiento asistidos en las residencias. Los proyectos de simulación plantean una respuesta alentadora a los nuevos retos educativos, lo que permite acortar las curvas de aprendizaje en un ambiente seguro y controlado. Los simuladores inanimados demuestran una mejoría teórica significativa de las destrezas básicas, tras la realización de un protocolo sistemático y organizado.⁽⁶⁾

La simulación en la educación médica es un área de oportunidad creciente; está comprobado que su empleo como herramienta para entrenar y evaluar las habilidades médico-quirúrgicas ha sido una buena opción para suplir el limitado sistema tutorial. Dicha herramienta acorta el tiempo de aprendizaje y permite el entrenamiento tantas veces como sea necesario, en un entorno envolvente y seguro para el estudiante.

Los simuladores proporcionan al alumno confianza y pericia, además ahorran tiempo, insumos y recursos, al mismo tiempo que eliminan la utilización de animales vivos. Esta cuestión otorga mayor seguridad al alumno para adquirir la habilidad sin el temor de causar daño o generar complicaciones en pacientes reales o modelos biológicos vivos. Con los simuladores se reproducen situaciones clínicas y quirúrgicas que ayudan, de manera relevante, al desarrollo de habilidades en los estudiantes. Por lo tanto, el diseño, la capacitación, validación e investigación sobre los tipos, usos y particularidades de un simulador, son elementos fundamentales que deben analizarse previamente. Con los resultados de dichos análisis se podrán desarrollar cursos, talleres y evaluaciones basadas en este modelo de enseñanza, para poder explotar al máximo sus beneficios.⁽⁷⁾

El objetivo fundamental del laboratorio de simulación es trasladar el entrenamiento en habilidades motoras fuera del salón quirúrgico.

Una de las grandes ventajas del entrenamiento en laboratorios de simulación, es la de transformar el entorno en un lugar estructurado y controlado, dado que el estudiante no se expondrá a imprevistos o situaciones críticas, lo que permite enfocar toda la atención en la adquisición de destrezas.

El entrenamiento en simuladores busca reforzar, sobre todo, las habilidades técnicas, que en cirugía se centran en la destreza manual.⁽⁸⁾

Sin embargo, la simulación quirúrgica ha demostrado el interés por reforzar las destrezas con un programa de entrenamiento formal, para disminuir los costos del entrenamiento y las complicaciones asociadas.⁽⁹⁾

Dentro de las nuevas estrategias implementadas, la simulación ha cobrado gran relevancia, pues crea un ambiente ideal para el aprendizaje con actividades diseñadas para ser: predecibles, consistentes, estandarizadas, seguras y reproducibles.

Como complemento, los modelos simulados permiten evaluaciones estandarizadas, otorgan una metodología eficiente para la adquisición de competencias médico-quirúrgicas y transversales, las cuales son necesarias en la práctica clínica diaria. La evaluación en simulación se ha centrado en medir el desempeño de los alumnos que realizan las tareas que se pretenden enseñar.⁽¹⁰⁾

La justificación pedagógica para seleccionar el tipo, momento y forma de emplear una herramienta efectiva de aprendizaje, por ejemplo la simulación, puede ir más allá del mero desarrollo de una destreza, y facilitar un aprendizaje significativo y profundo; dicha experiencia se diseña al tomar en cuenta cómo se aplica la destreza en la práctica, y qué fuerzas socioculturales le dan contexto.⁽¹¹⁾

La simulación en la enseñanza de la cirugía va más allá de la adquisición de meras destrezas manuales, debe influir y dejar huella en el estudiante. Los escenarios deben ser diseñados para reforzar lo que en la vida profesional se hace, además del contexto sociocultural al que pertenece.⁽¹²⁾

La educación médica se podría ver beneficiada con el uso de metodologías de experiencias simuladas, al proporcionar a los estudiantes una visión más realista de la práctica médica.

La revisión de los artículos seleccionados evidenció que una educación basada en la metodología de simulación permite realizar actividades prácticas más seguras para la atención del paciente.⁽¹³⁾

Los programas de entrenamiento simulado permiten optimizar recursos, aumentar la práctica técnica, y constituyen un modo seguro, estandarizado y validado de aprendizaje para todos los entrenados. La adquisición de habilidades y destrezas para lograr cirujanos competentes suele ser heterogénea, dado que no se cuenta con un método objetivo para definir un nivel de habilidad. El uso de modelos y simuladores es de gran utilidad para evaluar la capacidad de desempeño de un procedimiento quirúrgico.⁽¹⁴⁾

La práctica en los simuladores es medible en términos de: tiempo del procedimiento, puntajes de error, fluidez o parámetros de desempeño (estos elementos son propios de cada programa de entrenamiento y dispositivo de simulación). Eventualmente, las competencias adquiridas se transferirán a la cirugía real, lo que tendrá evidentes beneficios para los pacientes (aún se construye la evidencia para este particular).⁽¹⁵⁾

El ensayo en pacientes es cada vez menos recomendable, tanto por implicaciones ético-legales, como por la disponibilidad del quirófano que requiere, y por no presentar las condiciones adecuadas para un entrenamiento óptimo. Se ha planteado, que en el tiempo actual, la simulación debería ser considerada un imperativo ético, ya que los pacientes deben ser protegidos como sea posible y no deben utilizarse como instrumento de aprendizaje.⁽²⁾

Los autores se plantearon el objetivo de diseñar e implementar innovaciones para la recuperación de equipos en desuso, creación de simuladores y modelos biológicos que permitieran el equipamiento del laboratorio. Estas acciones contribuyeron a garantizar su funcionalidad para procedimientos experimentales, prácticas y entrenamiento de cirugía y microcirugía, al servicio de la docencia y la investigación.

DESARROLLO

Los conceptos de innovación y desarrollo están entrelazados, aunque la innovación es más difícil de delimitar y algunos llegan a considerarla una investigación informal. Puede entenderse entonces como innovación: las modificaciones introducidas en una técnica, con el fin de mejorar su aplicación práctica y resultados, a partir de una base ya disponible de conocimiento específico. La innovación supone, por tanto, alejarse, en diferente grado, de la práctica comúnmente utilizada (técnica estándar). Es decir, la establecida o aceptada por la mayoría de la comunidad científica que ha considerado suficiente el grado de conocimiento existente, y en la que el procedimiento y las habilidades técnicas están medianamente definidos. La cirugía es uno de los campos médicos donde la innovación tiene un papel capital en su desarrollo y progreso.⁽¹⁶⁾

El Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica en Cuba está regido por el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), de acuerdo con la Resolución No. 44/2012, cuya implementación consolidó la reorganización de la actividad científica a partir de una política dirigida a lograr más eficiencia y vinculación con la actividad productiva y de servicios.

Las investigaciones son ejemplos de que en las ciencias biomédicas, las soluciones emergen de las áreas de contacto entre las diferentes disciplinas y que «avanza no solo el que tenga más conocimientos, sino el que mejor los combine».⁽¹⁷⁾

Con el uso de los recursos tecnológicos, los estudiantes desarrollan las capacidades de entendimiento y lógica, que luego favorecen el proceso del aprendizaje significativo.

La innovación en el proceso docente necesita de innovadores, de personas que se ilusionen, que se identifiquen y se comprometan con un proyecto que introduzca un cambio en sus prácticas habituales. Algunos informes internacionales se centran y destacan el importante papel que el profesorado juega en relación con las posibilidades de aprendizaje de los estudiantes.⁽¹⁸⁾

La cirugía constituye uno de los campos médicos donde la innovación ha constituido un arma capital para su desarrollo. La Cirugía, como la Medicina en

general, es una ciencia aplicada, y su progreso ineludible se fundamenta en la investigación y en la innovación.⁽¹⁹⁾

Durante 10 años de trabajo y explotación del laboratorio se han materializado más de 30 innovaciones, entre las que se pueden mencionar:

- Dibujos, imágenes, gráficos, ilustraciones en láminas de cartón y acrílico (Figura 1).



Figura 1. Dibujos, imágenes, gráficos, ilustraciones en láminas de cartón y acrílico.

- Cánulas, catéteres y sondas pequeñas de uso humano para otros propósitos. En este caso innovadas y adaptadas para intubación esofágica y endotraqueal en roedores de laboratorio.
- Tabillas de vivisección, confeccionadas a partir de restos de acrílico desechable y utilizadas para la práctica de macro y microdisecciones de modelos biológicos vivos y modelos biológicos inanimados. Este material permite una adecuada limpieza física y química (ejemplo del cumplimiento de las normas de bioseguridad y buenas prácticas de laboratorio).
- Catéter de derivación ventrículo peritoneal utilizado en salas de Neurocirugía. Ha resultado muy útil en la familiarización y manejo de los microinstrumentos, en el nudo y sutura microquirúrgico en material sintético (anastomosis término-terminal, término-lateral y látero-lateral) (Figura 2)



Figura 2. Cánulas, catéteres, sondas pequeñas innovadas y adaptadas para intubación esofágica y endotraqueal en roedores de laboratorio, catéter de derivación ventrículo peritoneal y tabillas de acrílico para microdissección.

- Recuperación de dos microscopios operatorios que se encontraban en desuso; se les realizó una adaptación de la distancia focal ajustada a las exigencias del trabajo.
- Recuperación de dos microscopios estéreos de procedencia soviética, fijados a brazos de equipos de rayos X de Estomatología y otros elementos de bajo costo en sustitución de los microscopios operatorios de alto costo en el mercado mundial (Figura 3).



Figura 3. Microscopio estéreo preparado y adaptado para microcirugía experimental, y microscopio operatorio acoplado a brazo de rayo X de equipo de Estomatología.

- Se trabajó con tres lámparas de reconocimientos a las que se les sustituyó el sistema de iluminación incandescente por uno de halógeno. Se le adaptó un transformador de 12 V y 35 W para alimentar la bombilla. Tiene una iluminación óptima para el desarrollo de las técnicas de microcirugía, similar a las lámparas quirúrgicas. (Figura 4).



Figura 4. Lámpara de reconocimiento modificada con bombilla de halógeno.

- Recuperación de un paquete de diagnóstico de ojo, oído, nariz y laringe para humanos. Se le adaptó el otoscopio para la intubación endotraqueal de ratas utilizadas para la docencia y las investigaciones preclínicas; también se adaptó un transformador con salida de 6 V. La adaptación de este equipo permitió el aseguramiento en la adquisición de habilidades por parte del investigador y la garantía en la calidad de los resultados finales del experimento, sin riesgo de cuestionamientos ni errores claves en algunos parámetros a monitorear.
- Recuperación del ventilador mecánico *Ealing small animal ventilator model 50-1908* (que estaba en desuso total), al cual se le insertó y adaptó exitosamente una válvula solenoide subutilizada y en buen estado técnico. (Figura 5).



Figura 5. Recuperación de paquete de diagnóstico de ojo, oído, nariz y laringe para la intubación endotraqueal de ratas. Recuperación de ventilador mecánico *Ealing* para intubación endotraqueal.

- Se ideó una cama Fowler a partir de la modelación de fragmentos de acrílico de desecho; en ella se pueden acomodar las ratas en recumbencia dorsal, con un ángulo de inclinación del cuerpo de 45 grados, la cabeza extendida y el

maxilar superior fijo. Esta herramienta facilita la iluminación, la visibilidad de la orofaringe y la intubación endotraqueal (Figura 6).



Figura 6. Cama Fowler confeccionada a partir restos de acrílico de desecho.

- Se confeccionaron separadores abdominales auto-estáticos, similares a los blefaróstatos de oftalmología, a partir de cables de ortopedia desechables y en desuso.
- Se confeccionaron pinzas de micro-disecciones a partir de pinzas de disección ordinarias que estaban partidas y clasificadas como desechables. (Figura 7).



Figura 7. Separadores auto-estáticos para tratamiento quirúrgico confeccionados a partir de cables de ortopedia desechables. Pinzas de micro disecciones fabricadas a partir de pinzas de disección desgarradas en sus puntas.

- Se creó un gimnasio quirúrgico conformado de modelos sintéticos (maquetas), con el objetivo realizar la familiarización preliminar de las técnicas de suturas más usadas y la práctica inicial de nudos y ligaduras, así como el uso y manejo del instrumental quirúrgico y microquirúrgico básico. Entre los modelos sintéticos se pueden mencionar:

1. Prótesis vasculares sobre bloque de poliespuma para practicar anastomosis vasculares e intestinales.
2. Almohadilla de gasa sobre bloque de poliespuma para entrenarse en suturas quirúrgicas continuas y discontinuas.
3. Simulador consistente en una plataforma de madera fina con dos columnas de apoyo de dos cuerdas tensoras, estas simulan los bordes de una laparotomía y la tensión de la cuerda abdominal; se utiliza para la práctica de nudos quirúrgicos (nudo simple, nudo cuadrado y nudo de cirujano), y las técnicas de suturas más usadas con el uso y manejo del instrumental quirúrgico y microquirúrgico básico.
4. Cojinetes de tela y algodón para las prácticas de sutura.
5. Simulador del colgajo cutáneo conformado de material esponjoso (almohadilla de poliespuma) con la textura adecuada para prácticas de sutura (Figura 8).



Figura 8. Gimnasio quirúrgico conformado de variadas maquetas que funcionan como simuladores inanimados sintéticos.

- Se creó e instrumentó el modelo «pollo» como técnica alternativa al uso de animales vivos en la experimentación animal. (Figura 9)



Figura 9. Modelo «pollo» (Modelo inanimado biológico) en técnicas experimentales de microcirugía vascular y nerviosa.

El gimnasio quirúrgico contribuyó al montaje y funcionamiento del aula-laboratorio. Está conformado por cuatro niveles en el proceso de enseñanza-aprendizaje y tiene un funcionamiento dinámico, participativo e interactivo.

Gracias al conjunto de innovaciones tecnológicas se implementó el modelo «pollo», novedosa opción económica, ética y sanitaria, de gran estima en el desarrollo de habilidades microquirúrgicas manuales e instrumentales de neurocirujanos y ortopédicos.

Estas innovaciones permitieron el ahorro de recursos y la utilización de equipos y materiales obsoletos o en desuso y la sustitución de importaciones. Se puede decir que se han brindado servicios académicos con un gran beneficio social, no solo en la Universidad de Ciencias Médicas, sino también en otras instituciones dentro del sector de la Salud y fuera de este (Universidad Central de Las Villas). Con estas acciones han sido beneficiados los organismos del MINSAP y el MES.

Este trabajo ha resultado de gran aceptación entre todos sus usuarios, los cuales han declarado que satisface sus aspiraciones y expectativas, pues les ha permitido encaminar la solución oportuna en situaciones concretas de la asistencia médica, la docencia, la investigación y los servicios de cirugía. Sin dudas, ha contribuido a la experiencia práctica, la mejora y el perfeccionamiento de las técnicas, además de forjar la disciplina experimental, que tiene gran valor para adiestrar cirujanos en la técnica operatoria.

El laboratorio ha sido visitado en el marco de importantes reuniones o visitas a la provincia, entre las que se incluye la del Ministro de Salud Pública; en todas ellas se han reconocido la importancia, beneficio y trascendencia de la utilización del laboratorio.

Beneficios económicos, sociales y ambientales

- Impacto económico

Los costos-beneficios e impactos previstos durante la instauración de cada innovación conquistada por esfuerzo propio, han traído un ahorro considerable de divisas, a partir de la recuperación de materiales y equipos en desuso total.

Precio de un microscopio operatorio en el mercado mundial: De \$14 999 a \$31 450 USD (se recuperaron 4).

Precio de un ventilador mecánico para pequeños animales: \$ 769,23 USD (se recuperó el ventilador mecánico Ealing).

Precio de un otoscopio para animales en el mercado internacional: \$ 750 a \$12 000 USD (se recuperó el paquete de ORL en desuso total).

Precio de las lámparas quirúrgicas: \$1 000 a \$4 800 USD (se obtuvieron 3, a partir de 3 lámparas de reconocimiento).

Total de gastos devenidos en la utilización del modelo rata	\$ 5 599,62 CUP
Total de gastos devenidos en la utilización del modelo pollo	\$ 5,25 CUP
Por tanto, estas innovaciones conllevan a un ahorro de	\$ 5 594,37 CUP

- Beneficios sociales y ambientales

El entrenamiento a través de los simuladores del gimnasio quirúrgico, los modelos biológicos (modelo pollo) y los equipos innovados ha posibilitado:

- Perfeccionamiento de las habilidades de técnicas y procedimientos quirúrgicos en los residentes, con disminución ostensible de daños al paciente.
- Logro de alternativas éticas, económicas y sanitarias en la investigación preclínica y la docencia médica.

- Bienestar del animal sujeto a experimento, lo que contribuye al cumplimiento de la Ley de las Tres R (Reducción, Reemplazo y Refinamiento) en experimentación animal y su contribución a la Bioética.
- Confianza y seguridad profesional, además de la calidad integral del trabajo.
- Nivel de realismo visual y táctil en los residentes para su utilización clínica, lo que garantiza la evaluación y seguimiento de las capacidades adquiridas y la valoración del desempeño de los cirujanos.
- Proceso de enseñanza-aprendizaje a través del aula-laboratorio.
- Docencia (Cursos de pregrado y posgrado). Formación de residentes de varias especialidades médicas de Cuba y de otros países: Uruguay, Venezuela, Perú y Bolivia, personal de Enfermería, cursos optativos, la asignatura electiva de Cirugía Experimental para estudiantes de pregrado, así como la enseñanza experimental en las especialidades de Biología, Farmacia y Medicina Veterinaria.
- Cumplimiento de las Buenas Prácticas de Laboratorio (BPL), las Medidas de Bioseguridad, y los Procedimientos Normativos Operacionales (PNO), que rigen el funcionamiento del laboratorio para el mejor desempeño profesional.

La actividad científica e investigativa desarrollada a través de la aplicación práctica de las innovaciones han hecho posible el desarrollo de:

- 10 proyectos de investigación contratados en la UNIB.
- 2 Tesis Doctorales sobre diabetes mellitus.
- Creación del Servicio Científico-Técnico de Cirugía Experimental.
- Biomodelos quirúrgicos para la docencia y la investigación.

Se ha garantizado la calidad y fidelidad de los resultados experimentales en las investigaciones biomédicas.

CONCLUSIONES

El Laboratorio de Cirugía Experimental ha sido un valioso espacio de innovación tecnológica al servicio de las especialidades quirúrgicas en la provincia de Villa

Clara, y de otras tantas que han demandado sus servicios. Su principal función está enfocada en el aprendizaje de técnicas microquirúrgicas experimentales de los futuros especialistas. Con el paquete de innovaciones se logró la funcionalidad definitiva del Laboratorio de Cirugía Experimental. Se ha puesto en práctica todo un conjunto de alternativas éticas, económicas y sanitarias; se implementó y se puso en funcionamiento el Aula-Laboratorio, con cuatro niveles de enseñanza y un adecuado entrenamiento dinámico, interactivo y participativo. Se han alcanzado resultados muy favorables en la formación de recursos humanos y la oferta de un servicio científico-técnico de calidad, para la docencia médica y la investigación biomédica. Se contribuyó al ahorro de recursos y a la utilización y aprovechamiento de equipos y materiales obsoletos o en desuso, con la consiguiente reducción de importaciones; se alcanzaron altos niveles de racionalidad y eficiencia económica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. De la Sierra T. Simposio: Cirugía experimental en México (Parte I). ¿Qué es la cirugía experimental? *Cir Gen*. 1996;18(1):2.
2. Molina Martínez JL, Silveira Prado EA, Heredia Ruiz D, Fernández Caraballo D, Bécquer Mendoza L, Gómez Hernández T, *et al*. Los simuladores y los modelos experimentales en el desarrollo de habilidades quirúrgicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias de la Salud. *Rev Electrón Vet* [internet]. 2012 [citado 2 nov. 2019];13(6):[aprox. 16 p.]. Disponible en: <https://recyt.fecyt.es/index.php/REDVET/article/view/18310/10883>
3. Rodríguez Sosa V. Manual de Cirugía Experimental. La Habana: Centro de Cirugía Experimental; 2009.
4. Rodríguez Sosa V. La cirugía experimental en la Facultad de Medicina «Victoria de Girón»(Conferencia). La Habana: I Taller de Cirugía Experimental; 2010.
5. Escaf LJ, Valdemarin B, Escaf LC, Martínez J, Londoño J, Melo LM. Impacto del entrenamiento con simulación en el desempeño de cirujanos en entrenamiento en cirugía de catarata: experiencia de centro de entrenamiento en Colombia. *Rev*

Latinoam Hipertens [internet]. 2019 [citado 1 nov. 2019]; 14(4):[aprox. 5 p.]. Disponible en:

https://www.google.com/url?sa=t&rct=i&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&act=8&ved=2ahUKEwjlsuErrPoAhUtVt8KHW5_CYcQFjAAegQIBRAB&url=http%3A%2F%2Frevhipertension.com%2Frlh_4_2019%2F2_impacto_del_entrenamiento_con_simulacion.pdf&usg=AOvVaw33D_Sdd4GCZkdfkB6-AupV

6. Arribalzaga EB, Pina LN. Metodología de evaluación de programa de simulación y/o entrenamiento quirúrgico miniinvasivo. J Negat No Posit Results (JONNPR) [internet]. sep. 2019 [citado 13 nov. 2019];4(9):[aprox. 7 p.]. Disponible en: <https://revistas.proeditio.com/jonnpr/article/view/2972/html2972>

7. Méndez-Celis CA, Valderrama-Treviño AI, Millán-Hernández M, García-Parra C, Martínez-Quesada JM, Barrera Mera B, *et al.* Evaluación de competencias quirúrgicas con un simulador híbrido para el cierre de una herida superficial. Investig Educ Méd [internet]. oct.-dic. 2018 [citado 22 sep. 2019];7(28):[aprox. 6 p.]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-50572018000400027&script=sci_arttext

8. Chinelli J, Rodríguez G. Simulación en laparoscopia durante la formación del cirujano general. Revisión y experiencia inicial. Rev Méd Urug [internet]. dic. 2018 [citado 10 mar. 2019];34(4):[aprox. 8 p.]. Disponible en: <https://revista.rmu.org.uy/ojsrmu311/index.php/rmu/article/view/26/148>

9. Inzunza Agüero M, Quezada González JL, Jarry Trujillo C, Torres Gueren A, Tejos Sufán R, Escalona Vivas G, *et al.* Impacto del primer «*learning center*» de cirugía mínimamente invasiva en Chile. Rev Cir [internet]. 2019 [citado 2 nov. 2019];71(5):[aprox. 7 p.]. Disponible en: <https://revistacirugia.cl/index.php/revistacirugia/article/download/365/293>

10. Villagrán I, Tejos R, Chahuan J, Uslar T, Pizarro M, Varas J, *et al.* Percepción de estudiantes de pregrado de Medicina de talleres de simulación de procedimientos médico-quirúrgicos. Rev Méd Chile [internet]. 2018 [citado 7 nov. 2019];146:[aprox. 10 p.]. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rmc/v146n6/0034-9887-rmc-146-06-0786.pdf>

11. Porrás-Hernández JD. Enseñanza y aprendizaje de la cirugía. Invest Educ Méd [internet]. oct.-dic. 2016 [citado 1 nov. 2019];5(20):[aprox. 7 p.]. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-50572016000400261&script=sci_arttext&tlng=pt
12. Vázquez-Minero JC, Olmos-Zúñiga JR, Guzmán de Alba E, Iñiguez-García MA, Santillán-Doherty P, Chávez-Tinoco A, *et al.* La simulación con modelo biológico, como herramienta en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la residencia de Cirugía Torácica en México. NCT Neumol Cir Tórax [internet]. 2019 [citado 10 abr. 2019];78(1):[aprox. 5 p.]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=86635>
13. Moya R. P, Ruz A. M, Parraguez L. E, Carreño E. V, Rodríguez C. AM, Froes M. P. Efectividad de la simulación en la educación médica desde la perspectiva de seguridad de pacientes. Rev Méd Chile [internet]. abr. 2017 [citado 3 nov. 2019];145(4):[aprox. 13 p.]. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0034-98872017000400012&script=sci_arttext&tlng=en
14. Sierra-Juárez MA, Cruz-Romero CI, Godínez-Vidal AR, Durán-Padilla MA. Programa de entrenamiento en reparación vascular en modelo experimental para residentes de Cirugía General. Cir Cir [internet]. 2018 [citado 11 nov. 2019];86:[aprox. 4 p.]. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Ansony_Godinez_Vidal/publication/328560666_Programa_de_entrenamiento_en_reparacion_vascular_en_modelo_experimental_para_residentes_de_cirugia_general/links/5bfccd66a6fdcc76e722bd2e/Programa-de-entrenamiento-en-reparacion-vascular-en-modelo-experimental-para-residentes-de-cirugia-general.pdf
15. Pérez-Muñoz A, Garzón-Martínez M, Pineda-Gómez AI, Miranda-Cruz ÁD, Villamizar-Gómez L. Competencias adquiridas con simuladores en programas de entrenamiento en cirugía laparoscópica ginecológica: una revisión de revisiones. Educ Méd [internet]. sep.-oct. 2019 [citado 4 nov. 2019];20(5):[aprox. 16 p.]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1575181318303437>

16. Pons J. Procedimiento experimental, innovador y establecido. Ética y ciencia en la introducción de la tecnología médica. Gac Sanit [internet]. 2003 [citado 7 oct. 2019];17(5):[aprox. 8 p.]. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213911103717804>

17. Rojo Pérez N, Valenti Pérez C, Martínez Trujillo N, Morales Suárez I, Martínez Torres E, Fleitas Estévez I, *et al.* Ciencia e innovación tecnológica en la salud en Cuba: resultados en problemas seleccionados. Rev Panam Salud Pública [internet]. mayo 2018 [citado 2 jul. 2019];42(3):[aprox. 9 p.]. Disponible en:

<https://www.scielosp.org/article/rpsp/2018.v42/e32/es/>

18. Jama-Zambrano VR, Cornejo-Zambrano JK. Los recursos tecnológicos y su influencia en el desempeño de los docentes. Dominio Cienc [internet]. dic. 2016 [citado 5 nov. 2019];2(3 Espec.):[aprox. 19 p.]. Disponible en:

<https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/316>

19. Karchmer K. S. Un grave problema en la bioética de hoy: improvisación, innovación y experimentación en cirugía. Ginecol Obstet Méx [internet]. feb. 2019 [citado 1 nov. 2019];87(2):[aprox. 6 p.]. Disponible en:

<https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=86416>

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.