

Modelo de entrenamiento para la adquisición de habilidades en laparoscopia básica

A Training Model for the Acquisition of Skills in Basic Laparoscopy

Oscar Díaz Pi^{1*} <https://orcid.org/0000-0001-5668-7153>

Alain David Medina Lago¹ <https://orcid.org/0000-0001-9995-0820>

Rosalba Roque González¹ <https://orcid.org/0000-0002-5014-872X>

Mairin Lago Queija¹ <https://orcid.org/0000-0002-4074-4931>

Yoján León Garrido¹ <https://orcid.org/0009-0003-4724-7860>

¹Universidad de Ciencias Médicas de la Habana, Hospital Universitario Dr. Miguel Enríquez. La Habana, Cuba.

*Autor para la correspondencia: oscardp@infomed.sld.cu , oscarpi85@gmail.com

RESUMEN

Introducción: La cirugía mínimamente invasiva se ha establecido como un estándar en varios procedimientos quirúrgicos actuales al avanzar en cada una de las especialidades quirúrgicas y su simulación surge como una herramienta complementaria de aprendizaje en estas técnicas.

Objetivo: Evaluar cómo influye el modelo de entrenamiento diseñado e implementado por el claustro de profesores de cirugía de la institución sede del estudio para la adquisición de habilidades de los residentes e internos verticales en laparoscopia básica.

Métodos: Se realizó un estudio cuantitativo de diseño preexperimental de preprueba/posprueba y desarrollo tecnológico explicativo con un solo grupo de participantes entre diciembre de 2022 a julio de 2023 en el Hospital Universitario

Dr. Miguel Enríquez y en el cual se utilizó un simulador laparoscópico diseñado por su claustro de profesores de cirugía.

Resultados: Se analizaron 54 educandos, de los cuales 21 cumplieron todos los criterios de inclusión. Los educandos tras el entrenamiento lograron disminuir sus tiempos iniciales en las diferentes habilidades prácticas y en la prueba teórica final ninguno suspendió, al obtener 10 de educandos calificación de bien (4 puntos) y 8 calificación de excelente (5 puntos), mientras que la gran mayoría estuvo de acuerdo en que el simulador presentado es adecuado para la adquisición de las habilidades propuestas.

Conclusiones: El modelo de entrenamiento diseñado es válido para la adquisición de habilidades en laparoscopia básica, al permitir a los educandos mejorar sus habilidades teóricas y prácticas con una percepción adecuada acerca de su entrenamiento.

Palabras clave: educación médica; laparoscopia; entrenamiento simulado.

ABSTRACT

Introduction: Minimally invasive surgery has established itself as a standard in several current surgical procedures as each surgical specialty advances, and its simulation emerges as a complementary learning tool in these techniques.

Objective: To evaluate the influence of the training model designed and implemented by the surgical faculty of the institution hosting the study on the acquisition of skills of residents and vertical interns in basic laparoscopy.

Methods: A quantitative study of preexperimental pretest/posttest design and explanatory technological development was carried out with a single group of participants between December 2022 and July 2023 at Hospital Universitario Dr. Miguel Enríquez, using a laparoscopic simulator designed by its surgical faculty.

Results: Fifty-four trainees were analyzed, of which 21 met all the inclusion criteria. After the training, the trainees managed to decrease their initial times in the different practical skills and, in the final theoretical test, none failed, with 10 of

the trainees obtaining a good rating (4 points) and 8 obtaining an excellent rating (5 points), while the great majority agreed that the presented simulator is adequate for the acquisition of the proposed skills.

Conclusions: The designed training model is valid for the acquisition of skills in basic laparoscopy, by allowing the trainees to improve their theoretical and practical skills with an adequate perception about their training.

Keywords: medical education; laparoscopy; simulated training.

Recibido: 11/10/2024

Aceptado: 11/11/2024

Introducción

La enseñanza de la cirugía se basó tradicionalmente en el modelo de Halsted⁽¹⁾ y supuso un gran avance en la formación de los residentes al combinar las clases magistrales junto con la enseñanza a los pies de la cama del paciente y en la sala de operaciones. Los alumnos avanzaban observando los procedimientos en primer lugar y asistiendo como ayudantes en segunda instancia para finalmente realizarlos (*see one, do one, teach one*), asignándoles entonces una responsabilidad progresiva.⁽¹⁾

La cirugía mínimamente invasiva (CMI) se ha establecido en la actualidad como estándar en varios procedimientos quirúrgicos al avanzar en cada una de las especialidades quirúrgicas. Los avances en las cámaras de video, la instrumentación, la luz y las fibras ópticas permitió que fuera usada en procedimientos más complejos.^(2,3,4)

Hoy en día los cirujanos en formación se ven enfrentados a un menor entrenamiento quirúrgico debido a limitaciones legales y restricciones horarias, sumadas a la exigencia actual de dominar técnicas más complejas como la

laparoscopia. Por lo que su simulación surge como una herramienta complementaria de aprendizaje en cirugía laparoscópica mediante entrenamiento en un ambiente seguro, controlado, estandarizado y sin comprometer la seguridad del paciente.⁽⁵⁾ Cambiando el antiguo modelo de Halsted de "ver uno, a simular deliberadamente hacer uno".⁽⁶⁾

La pandemia de la COVID-19 redujo las actividades prácticas de los residentes de cirugía general y por tanto su entretenimiento en CMI, el cual ya era insuficiente.⁽⁷⁾ Motivo para que salieron a la luz varias iniciativas para incorporar habilidades a través de las nuevas tecnologías, incluso de la inteligencia artificial.^(8,9,10,11) Por lo que varios académicos internacionales demandan que la robótica sea parte del currículo del residente.^(12,13) También se ha demostrado que la combinación de recursos teóricos y entrenamiento simulado disminuye en los educandos el estrés al enfrentarse con tareas complejas.⁽¹⁴⁾ Estudios en países de alto desarrollo y que poseen recursos para enfrentar este desafío revelan desconexión entre los departamentos de cirugía y la academia, exponiendo que en mayoría estos utilizan la simulación en la enseñanza de procedimientos quirúrgicos, sin la existencia de una estandarización del proceso académico.^(15,16)

El entrenamiento en CMI en Cuba está bien diseñado por el Centro Nacional de Cirugía de Mínimo Acceso, institución en la que se adquieren y certifican todas las habilidades que son necesarias para la realización de procedimientos mínimamente invasivos una vez culminada la residencia,⁽¹⁷⁾ la cual queda a merced de las disponibilidades de cada uno de los hospitales universitarios durante la residencia. Varios son los ejemplos individuales, de diseños de talleres y simuladores artesanales en Cuba, alguno publicado como es el caso de un simulador en Cienfuegos⁽¹⁸⁾ o no publicado con en el caso de los servicios de cirugía general del Hospital Clínico Quirúrgico Hermanos Ameijeiras y del Hospital Universitario Dr. Miguel Enríquez.

En una mirada internacional a este problema se pudo observar que cirujanos de

otros países incluso desarrollados, también se enfrentan al problema que resulta adquirir un simulador para el entrenamiento laparoscópico debido a su costo cada día más elevado y los lleva a elaborar simuladores artesanales que les permitan entrenar a sus educandos de manera más rápida y efectiva.^(19,20,21,22)

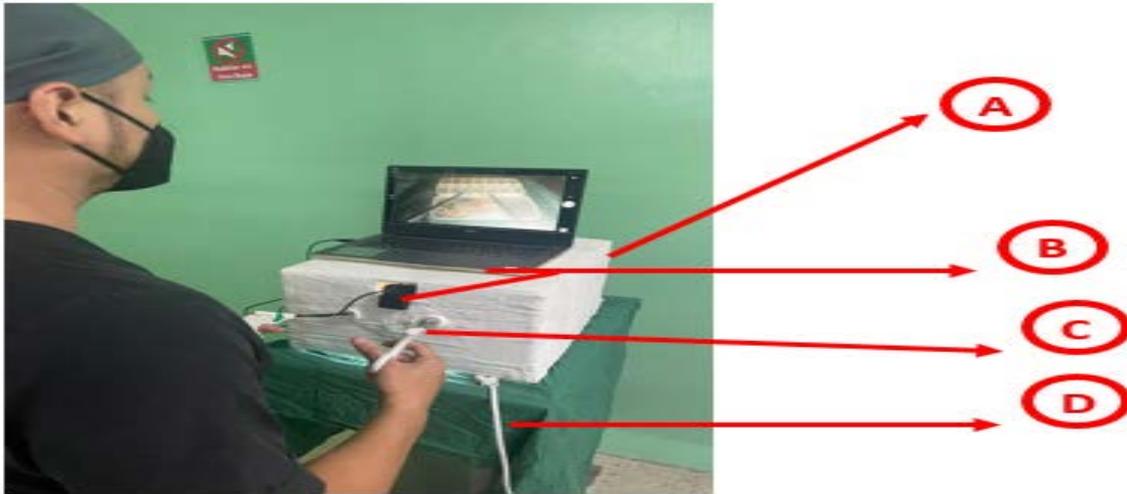
El Hospital Universitario Dr. Miguel Enríquez se está ejecutando una estrategia docente asistencial para el tratamiento mínimamente invasivo de casos pendientes con diagnóstico de litiasis vesicular y en la cual se inserta un modelo de entrenamiento para residentes e internos verticales con el objetivo de que estos adquieran habilidades en laparoscopia básica.

La práctica simulada se ha convertido en una herramienta de gran importancia para la enseñanza de la CMI, pero en la actualidad no existe un modelo de entrenamiento que permita a los residentes e internos verticales del Hospital Universitario Dr. Miguel Enríquez, la adquisición de habilidades en laparoscopia básica y limita el desarrollo de sus competencias profesionales en el quirófano.

Por lo que la investigación tuvo como objetivo evaluar cómo influye el modelo de entrenamiento implementado en la adquisición de habilidades de los residentes e internos verticales en laparoscopia básica.

Métodos

Se realizó un estudio cuantitativo de diseño preexperimental de preprueba/posprueba y desarrollo tecnológico explicativo con un solo grupo de educandos entre diciembre de 2022 a julio de 2023 en el Hospital Universitario Dr. Miguel Enríquez en el que se utilizó un simulador laparoscópico diseñado por su claustro de profesores de cirugía, (fig).



Fuente: imagen del autor

A: Caja de entrenamiento. B: Cámara Web conectada a una computadora.
C: Pinzas laparoscópicas D: Fuente de luz LED y cable de corriente eléctrica.

Fig.- Visión del simulador laparoscópico artesanal.

El universo de estudio estuvo conformado por 54 educandos a participar en el modelo de entrenamiento de cumplir con:

Criterio de inclusión

- Voluntariedad de participar.

Criterios de salida.

- Educandos que abandonen el estudio.

Por lo que la muestra investigada quedó conformada por 21 educandos de diferentes especialidades quirúrgicas que se encontraban rotando en el servicio de cirugía general del Hospital Universitario Dr. Miguel Enríquez durante el tiempo en que duró el estudio y que realizaron el entrenamiento.

Variables investigadas:

Cualitativas:

- Nivel docente, variable cualitativa ordinal y se clasificó como:
 - estudiante (interno vertical),
 - residente.
- Habilidades teóricas, variable cualitativa ordinal categorizada en:
 - mal,
 - regular,
 - bien,
 - excelente.

Habilidades teóricas que se clasificaron según la calificación obtenida en la prueba diagnóstica inicial (antes) y en la prueba final (después) del entrenamiento. Para la evaluación de las pruebas se utilizaron tablas de decisión para exámenes de tres, cinco y siete preguntas conocidas por sus siglas como VADI (Instrucción 3/2015)⁽²³⁾

del Vice Ministerio de Atención a la Docencia y las Investigaciones, la cual es ampliamente conocida y aplicada por los docentes.

- Habilidades en el quirófano, variable cualitativa nominal dicotómica según realizara o no en el salón las habilidades relacionadas con equipamiento e instrumental accesorio, limpieza, esterilización y conservación del instrumental, organización del instrumental y ayudantía y con la colocación de un trocar.
- Percepción sobre el entrenamiento, variable cualitativa ordinal que evaluó el nivel de acuerdo con el entrenamiento, según una encuesta de cinco preguntas, con respuestas en escala de Likert con tres opciones de respuesta, una negativa (en desacuerdo), una neutra (sin opinión) y una positiva (de acuerdo).

VARIABLES CUANTITATIVAS:

- Participación en el quirófano: variable cuantitativa discreta expresada en el número de participaciones en el salón. Se categorizó en
 - hasta cinco veces,
 - de 6 a 10 veces,
 - 11 veces o más.
- Habilidades prácticas (en transferencia, corte y ligadura en el simulador).
- Variable cuantitativa continua que expresa el tiempo en segundos empleado para la realización de las mismas antes y después del entrenamiento.

En la investigación, las variables cualitativas se resumieron en frecuencias absolutas y relativas (porcentajes), y en el caso de las variables cuantitativas se empleó como medida de tendencia central la mediana y el rango intercuartílico como medida de dispersión.

Resultados

La distribución de los educandos para su participación en el entrenamiento se realizó según su especialidad y nivel docente, (tabla 1).

Tabla 1- Distribución de educandos según su especialidad y nivel docente

Nivel docente	Cirugía general	Cirugía pediátrica	Coloproctología	Total
Interno vertical	1	-	-	1
1º año de residencia	5	-	-	5
2º año de residencia	3	-	-	3
3º año de residencia	4	1	-	5
4º año de residencia	5	-	2	7
Total	18	1	2	21

Fuente: Tarjeta de habilidades del educando.

Las habilidades prácticas logradas en un primer momento se evaluaron en el simulador antes y después del entrenamiento. En todas las habilidades exploradas el tiempo disminuyó de manera significativa y en las que mayores diferencias se encontraron fueron en el corte, seguido de la transferencia y por último la ligadura. (tabla 2).

Tabla 2- Tiempo de realización de habilidades prácticas en el simulador antes y después de la aplicación del modelo de entrenamiento

Habilidades prácticas en el simulador	Mediana (RIC)* del tiempo (segundos)		Diferencia de medianas
	Antes	Después	
Transferencia	457 (219)	281 (136)	176
Corte	588 (127)	379 (72)	209
Ligadura	341 (162)	233 (96)	108

*RIC: Rango intercuartílico

Fuente: Tarjeta de habilidades del educando.

Tabla 3.- Distribución de educandos según resultados de la prueba inicial y prueba final

Resultados de la prueba		Final						Total	
		Regular		Bien		Excelente		No.	%
		No.	%	No.	%	No.	%		
Inicial	Mal	3	14,3 %	8	38,1 %	3	14,3 %	14	66,7 %
	Regular	0	0,0 %	1	4,8 %	4	19,0 %	5	23,8 %
	Bien	0	0,0 %	1	4,8 %	1	4,8 %	2	9,5 %
Total		3	14,3 %	10	47,6 %	8	38,1 %	21	100,0 %

Fuente: Prueba diagnóstica inicial y prueba final.

Una vez evaluadas las habilidades prácticas se evaluaron los conocimientos teóricos. En cuya prueba inicial los educandos en mayoría (19 educandos) obtuvieron resultados de regular (3). En la prueba teórica final, ningún educando

suspendió al predominar entre ellos las calificaciones de bien (4 puntos) y de excelente (5 puntos) (tabla 3).

Los resultados de los educandos según su participación en el quirófano mostraron que todos tuvieron acceso a más de 10 veces al salón de laparoscopia a fin de poder identificar los equipos e instrumental quirúrgico. Mientras que los educandos de mayor nivel pudieron realizar al menos 5 veces la limpieza, esterilización, conservación del instrumental y ayudantía. La colocación del trocar lo lograron 5 educandos (tabla 4).

Tabla 4- Distribución de educandos según su participación en el quirófano

Habilidades	5 veces	6-10 veces	11 veces o más.	Total	
				No.	%
Equipamientos e instrumental accesorio.	-	-	21	21	100,0 %
Limpieza, esterilización y conservación del instrumental.	7	5	2	14	66,7 %
Organización del instrumental y ayudantía.	5	2	1	8	38,1 %
Colocación de 1 trocar.	3	1	1	5	23,8 %

Fuente: Tarjeta de habilidades del educando.

Una vez terminando el entrenamiento se realizó una encuesta, cuyos resultados mostraron que la gran mayoría de los educandos estuvo de acuerdo con todas las preguntas realizadas (tabla 5).

Tabla 5- Distribución de educandos según la encuesta

Preguntas	En desacuerdo		Sin opinión		De acuerdo	
	No.	%	No.	%	No.	%
El entrenamiento debe ser un recurso educacional permanente en el servicio de cirugía general.	0	0,0 %	1	4,8 %	20	95,2 %

Recibí retroalimentación educacional por parte de los profesores en el entrenamiento.	1	4,8 %	1	4,8 %	19	90,5 %
El modelo simulado usado en el ejercicio ayuda en la adquisición de habilidades prácticas.	1	4,8 %	3	14,3%	17	81,0 %
El entrenamiento con simuladores de cirugía mínimamente invasiva me permite cometer errores frecuentes en la práctica clínica en un ambiente seguro y controlado.	0	0,0 %	0	0,0 %	21	100,0 %
El entrenamiento simulado de cirugía mínimamente invasiva debería ser un componente obligatorio en la enseñanza de cirugía.	0	0,0 %	0	0,0 %	21	100,0 %

Fuente: Encuesta del entrenamiento.

Discusión

La novedad del modelo de entrenamiento diseñado, evaluado e implementado por el claustro de profesores de cirugía del Hospital Universitario Dr. Miguel Enríquez radicó en la incorporación de internos verticales y residentes de todos los años de la residencia. Algunos estudios^(24,25,26,27) consultados en los que se incluye a estudiantes de medicina en entrenamientos laparoscópicos con simuladores demuestran la ganancia progresiva de habilidades teorías y prácticas y proponen la incorporación de esta enseñanza en el pregrado. Los estudios que a continuación se exponen basan sus análisis en las habilidades prácticas y teóricas obtenidas por los educandos antes y después de la utilización de diferentes tipos de simuladores de alta o baja definición. En el caso del estudio realizado fue un simulador de baja definición o bajo costo y sus resultados resultaron similares a los antes mencionados.

En un estudio realizado por *Toledo*⁽²⁸⁾ y otros con especialistas y residentes, estos confirman que un entrenamiento intensivo en simulación laparoscópica

conlleva una mejoría significativa en términos de habilidad técnica, desarrollo procedimental y tiempo en todos los participantes independientemente de su nivel formativo o experiencia previa.

El gran problema de los centros educacionales es la adquisición de simuladores debido a su costo lo que no supera sus deseos de entrenar a los educandos. Por lo que se han diseñados varios tipos de simuladores artesanales o de bajo costo, que han demostrado que pueden ser útiles en la adquisición de las habilidades básicas.^(29,30,31,3)

Tanto en el tiempo de realización del proceder como de su calidad, los simuladores de bajo costo o artesanales tienen como ventaja mayor, el poder ser utilizados en los tiempos libres por el educando, o sea el entrenamiento puede seguir en casa y por tanto su tiempo de entrenamiento puede ser mayor.^(33,34,35)

Las habilidades obtenidas después del entrenamiento disminuyen con el paso del tiempo, si no se practican sistemáticamente. Pero nunca llegan a cero o sea al estado preentrenamiento y un estudio⁽³⁶⁾ internacional así lo ratifica. Los educandos de menor grado de formación terminan el entrenamiento con mayor margen de mejora.

La formación del residente dentro del salón sin previo entrenamiento simulado aumenta los costos y los errores médicos, siendo estos últimos un arma letal para los pacientes^(37,38) y pone de manifiesto que el antiguo modelo de Halsted⁽¹⁾ no es bueno para el entrenamiento de la cirugía laparoscópica.

La transferencia de las habilidades adquiridas en el entrenamiento hacia el salón de operaciones generalmente no está bien documentada en el modelo presentado y en el cual se reflejó cada habilidad obtenida. Sin embargo, en una revisión sistemática específica para la laparoscopia en el 2020 afirma que, la simulación previa a la entrada del educando al quirófano le proporciona de manera eficaz y ética las habilidades quirúrgicas mínimas necesarias para un buen desempeño.⁽³⁹⁾

Otra revisión⁽⁴⁰⁾ sistemática expone que entrenar fuera de la sala de operaciones

mejora la habilidad quirúrgica, disminuye los tiempos de la cirugía y reduce los errores médicos. Pero surgiera aumentar el número de investigaciones sobre el tema para aumentar la evidencia científica.

La cirugía mínimamente invasiva es una modalidad quirúrgica adoptada en las mayorías de los procedimientos quirúrgicos, y a pesar de su relevancia, el contacto práctico de los educandos con ella es casi cero, lo que dificulta su familiarización con el equipo, el instrumental y su manejo. Los resultados de la encuesta aplicada a los educandos en este estudio muestra coincidencia con la mayoría de las investigaciones consultadas^(41,42,43) en las que se aplicó una encuesta de satisfacción al educando acerca de sus criterios relativos al entrenamiento simulado, al simulador utilizado y a que la simulación debe ser parte de la enseñanza de la cirugía mínimamente invasiva.

Un modelo⁽⁴⁴⁾ de entrenamiento en CMI con estudiantes de medicina en Brasil con el uso de un simulador de bajo costo permitió que al cuestionar a los estudiantes sobre sus resultados, estos expresaron haber adquirido confianza en relación con la cirugía laparoscópica y que todos estuvieran de acuerdo en que la simulación debía ser utilizada por ellos antes de ir al salón de operaciones.

Martín⁽⁴⁵⁾ y otros en España desarrollaron y validaron una caja de simulación laparoscópica, junto con seis juegos de entrenamiento intercambiables, el que fue utilizado por un grupo de 19 expertos (médicos con experiencia de al menos 100 cirugías laparoscópicas) y 20 estudiantes de medicina (no expertos). Ambos grupos validaron el producto.

El Lap-Pack es un simulador diseñado en Reino Unido y probado por profesionales de la India en el propio Reino Unido. El estudio dio como resultado que el Lap-Pack es un simulador de baja fidelidad adecuado para el entrenamiento laparoscópico en un entorno de bajos recursos.⁽⁴⁶⁾ Se tiene que aclarar que a pesar de que los autores^(44,45,46) declaran que sus prototipos son de bajos recursos, estos superan en tecnología y componentes al presentado por los autores en este estudio.

En la muestra investigada predominaron los educandos residentes de primer año de la especialidad en cirugía general. Las habilidades teóricas y prácticas de los educandos mejoraron tras la aplicación del modelo de entrenamiento implementado al lograr transferir al quirófano las habilidades alcanzadas por los educandos durante el entrenamiento. Por lo que la mayor parte de los educandos estuvo de acuerdo con la aplicación del modelo de entrenamiento para la adquisición de habilidades en laparoscopia básica.

Lo que permite concluir que el modelo de entrenamiento es válido para la adquisición de habilidades en laparoscopia básica, al permitir a los educandos mejorar sus habilidades teóricas y prácticas con una percepción adecuada acerca del modelo utilizado en su entrenamiento.

Referencias bibliográficas

1. Carter BN. The fruition of Halsted's concept of surgical training. *Surgery*. 1952 [acceso 26/02/2023];32:518-27. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12984268/>
2. Zhou X, Shao Y, Wu C, Wang J, Pan R, Sun J, et al. Application of a highly simulated and adaptable training system in the laparoscopic training course for surgical residents: Experience from a high-volume teaching hospital in China. *Heliyon*. 2023;9(2):e13317. DOI: [10.1016/j.heliyon.2023.e13317](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e13317)
3. de' Angelis N, Marchegiani F, Schena CA, Khan J, Agnoletti, V Ansaloni L. et al. Training curriculum in minimally invasive emergency digestive surgery: 2022 WSES position paper. *W J Emerg S*. 2023;18(1):11. DOI:[10.1186/s13017-023-00476-w](https://doi.org/10.1186/s13017-023-00476-w)
4. Lara L, Bosque O, Duran R, Silveira J, Esperón R, Cabrera S. Comportamiento de la cirugía mínimamente invasiva en cáncer ginecológico en el Instituto Nacional de Oncología. *Rev Cuban Cirugía*. 2022 [acceso 26/02/2023];61(3). Disponible en:

<https://www.revcurugia.sld.cu/index.php/cir/article/view/1431>

5. Leon F, Varas J, Buckel E, Crovari F, Pimentel F, Martínez J, *et al.* Simulación en cirugía laparoscópica. *C esp.* 2015;93(1):4–11. DOI: [10.1016/j.ciresp.2014.02.011](https://doi.org/10.1016/j.ciresp.2014.02.011)
6. Chinelli J, Rodríguez G. Simulación en laparoscopia avanzada con un modelo de anastomosis entero-entérica. *Rev. Méd. Urug.* 2020;36(2):144-58. DOI: [10.29193/rmu.36.2.7](https://doi.org/10.29193/rmu.36.2.7)
7. Popa C, Schlanger D, Zaharie F, Al Hajjar N. Impact of the COVID-19 pandemic on the training of general surgery residents: Surgical training and the COVID-19 pandemic. *Eur Surg.* 2022;54(6):295-300. DOI: [10.1007/s10353-022-00772-w](https://doi.org/10.1007/s10353-022-00772-w)
8. Datta R, Chon SH, Dratsch T, Timmermann F, Müller L, Plum PS, *et al.* Are gamers better laparoscopic surgeons? Impact of gaming skills on laparoscopic performance in "Generation Y" students. *PLoS One.* 2020;15(8):e0232341. DOI: [10.1371/journal.pone.0232341](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0232341)
9. Awal W, Dissabandara L, Khan Z, Jeyakumar A, Habib M, Byfield B. Effect of Smartphone Laparoscopy Simulator on Laparoscopic Performance in Medical Students. *J Surg Res.* 2021;262:159-64. DOI: [10.1016/j.jss.2021.01.003](https://doi.org/10.1016/j.jss.2021.01.003)
10. Gupta A, Lawendy B, Goldenberg MG, Grober E, Lee JY, Perlis N. Can video games enhance surgical skills acquisition for medical students? A systematic review. *Surgery.* 2021;169(4):821-9. DOI: [10.1016/j.surg.2020.11.034](https://doi.org/10.1016/j.surg.2020.11.034)
11. Belmar F, Rodrigo de M, Marigi EM, Atwan Y, Yang L, Oeding JF, *et al.* Artificial intelligence in laparoscopic simulation: a promising future for large-scale automated evaluations. *S End.* 2023;37,4942–6 DOI: [10.1007/s00464-022-095761](https://doi.org/10.1007/s00464-022-095761)
12. Stockheim J, Perrakis A, Sabel BA, Waschipky R, Croner R. RoCS: Robotic Curr. for young Surgeons. *J R Sur.* 2023;17,495–507. DOI: [10.1007/s1170-022-01444-3](https://doi.org/10.1007/s1170-022-01444-3)
13. Mustafa S, Handren E, Farmer D, Ontiveros E, Ogola GO, Leeds SG. Robotic Curriculum Enhances Minimally Invasive General Surgery Residents' Education. *J Surg Educ.* 2019;76(2):548-53. DOI: [10.1016/j.jsurg.2018.08.020](https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2018.08.020)

14. Tjønnås MS, Das A, Våpenstad C, Ose SO. Simulation-based skills training: a qualitative interview study exploring surgical trainees' experience of stress. *Adv Simul (Lond)*. 2022;7(1):33. DOI: [10.1186/s41077-022-00231-2](https://doi.org/10.1186/s41077-022-00231-2)
15. Schlottmann F, Tolleson S, Kibbe MR, Patti MG. Status of Simulation-Based Training in Departments of Surgery in the United States. *J Surg Res*. 2020;255:158-63. DOI: [10.1016/j.jss.2020.05.041](https://doi.org/10.1016/j.jss.2020.05.041)
16. Fjørtoft K, Konge L, Gögenur I, Thinggaard E. The Implementation Gap in Laparoscopic Simulation Training. *Scand J Surg*. 2019;108(2):109-16. DOI: [10.1177/1457496918798201](https://doi.org/10.1177/1457496918798201)
17. Martínez L, Roque R, Ruiz J, Martínez MÁ, Barreras J, González T. Simulación en cirugía mínimamente invasiva. *Rev Cubana Cir*. 2018 [acceso 09/03/2022];57(2):1-8. Disponible en: <https://n9.cl/4zoi6>
18. Estepa J, Estepa JS, Santana T, Sánchez A. Construcción de un simulador artesanal para la adquisición de habilidades en cirugía laparoscópica. *Medisur*. 2020 [acceso 26/05/2020];18(1) Disponible en: <http://www.medisur.sld.cu/index.php/medisur/article/view/4464>
19. Soriero D, Atzori G, Barra F, Pertile D, Massobrio A, Conti L, et al. Development and Validation of a Homemade, Low-Cost Laparoscopic Simulator for Resident Surgeons (LABOT). *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(1):323. DOI: [10.3390/ijerph17010323](https://doi.org/10.3390/ijerph17010323)
20. Varras M, Nikiteas N, Varra VK, Varra FN, Georgiou E, Loukas C. Role of laparoscopic simulators in the development and assessment of laparoscopic surgical skills in laparoscopic surgery and gynecology (Review). *World Acad Sci J*. 2020;2:65-76 DOI: [10.3892/wasj.2020.41](https://doi.org/10.3892/wasj.2020.41)
21. Thinggaard E, Bjerrum F, Strandbygaard J, Konge L, Gögenur I. A randomized clinical trial of take-home laparoscopic training. *Dan Med J*. 2019 [acceso 09/03/2022];66(1):A5525 Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30573006/>
22. Arts EE, Leijte E, Witteman BP, Jakimowicz JJ, Verhoeven B, Botden SM. Face,

- Content, and Construct Validity of the Take-Home Eo Sim Augmented Reality Laparoscopy Simulator for Basic Laparoscopic Tasks. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. 2019;29(11):1419-26. DOI: [10.1089/lap.2019.0070](https://doi.org/10.1089/lap.2019.0070)
23. Santander AJ, Ramírez R, Lastayo LH, Fuentes LR, Pérez CM. Automatización para la toma de decisiones en las evaluaciones de los exámenes en la educación médica. 2019 [acceso 09/02/2024];11(2). Disponible en: <https://revinformatica.sld.cu/index.php/rcim/article/view/346>
24. Sellers T, Ghannam M, Asantey K, Klei J, Olive E, Roach V. Low-Cost Laparoscopic Skill Training for Medical Students Using Homemade Equipment. *Med Ed PORTAL*. 2019;15:10810. DOI: [10.15766/mep_2374-8265.10810](https://doi.org/10.15766/mep_2374-8265.10810)
25. Widder AJ, Backhaus A, Wierlemann I, Hering S, Flemming M, Hankir CT, *et al*. Optimizing laparoscopic training efficacy by 'deconstruction into key steps': a randomized controlled trial with novice medical students. *Surg Endosc*. 2022;36(12):8726-36. DOI: [10.1007/s00464-022-09408-2](https://doi.org/10.1007/s00464-022-09408-2)
26. Schaffer S, O'Neill P, Hassan S, Pearson M, Subramaniam M. Validating the Use of Peer-Assisted Learning Laparoscopic Simulation Training for Medical Students. *Med Sci Educ*. 2021;31(2):359-63. DOI: [10.1007/s40670-020-01199-2](https://doi.org/10.1007/s40670-020-01199-2)
27. Hattori M, Egi H, Hasunuma N. Conscientiousness Counts: How Personality Traits Impact Laparoscopic Surgical Skill Improvement in Medical Students. *J Surg Educ*. 2023;80(10):1412-17. DOI: [10.1016/j.jsurg.2023.07.015](https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2023.07.015)
28. Toledo E, Martín JI, Magadán C, López A, Fernández R, Regaño S, *et al*. Influence of previous experience on the benefits of laparoscopic surgical training based on simulation. *ciresp*. 2019;97(6):34-319 DOI: [10.1016/j.ciresp.2018.12.004](https://doi.org/10.1016/j.ciresp.2018.12.004)
29. Soriero D, Atzori G, Barra F, Pertile D, Massobrio A, Conti L, *et al*. Development and Validation of a Homemade Low-Cost Laparoscopic Simulator for Resident Surgeons (LABOT). *Int. J. Environ. Res. Public Health*. 2020,17,323 DOI: [10.3390/ijerph17010323](https://doi.org/10.3390/ijerph17010323)

30. Maja J. The feasibility and benefit of unsupervised at-home training of minimally invasive surgical skills. *Surgical Endoscopy*. 2023;37:180–8 DOI: [10.1007/s00464-022-09424-2](https://doi.org/10.1007/s00464-022-09424-2)
31. Hannani S, Sadati L, Azadi N, Bozorgavar A, Kavi E, Hozesorkhi RM. Effect of the Fundamentals of Laparoscopic Surgery Curriculum on Skills of Operating Room Technology Students: An Interventional Study. *J Med Edu*. 2021;20(4):e121052. DOI: [10.5812/jme.121052](https://doi.org/10.5812/jme.121052)
32. Thinggaard E, Bjerrum F, Strandbygaard J, Konge L, Gögenur I. A randomised clinical trial of take-home laparoscopic training. *Dan Med J*. 2019 [acceso 09/03/2022];66(1):A5525. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30573006/>
33. Moon Y, Oh J, Hyun J, Lee K, Kim Y, Choi J, *et al*. Compact wireless laparoscopic device for single-port laparoscopic surgery. *Sensors and Actuators A: Physical*. 2024;365:114916. DOI: [10.1016/j.sna.2023.114916](https://doi.org/10.1016/j.sna.2023.114916)
34. Peláez D, Herrero S, Gómez A, Pérez L, Corona C, de Agustín JC. Laparoscopic learning curves. *Cir Pediatr*. 2021 [acceso 09/03/2022];34(1):20-7. Disponible en: https://secipe.org/coldata/upload/revista/2021_34-1_20.pdf
35. Arts EEA, Leijte E, Witteman BPL, Jakimowicz JJ, Verhoeven B, Botden SMBl. Face, Content, and Construct Validity of the Take-Home EoSim Augmented Reality Laparoscopy Simulator for Basic Laparoscopic Tasks. *J Laparoendosc Adv Surg Tech A*. 2019;29(11):1419-26. DOI: [10.1089/lap.2019.0070](https://doi.org/10.1089/lap.2019.0070).
36. Rahimi AM, Hardon SF, Scholten SR, Bonjer HJ, Daams F. Objective measurement of retention of laparoscopic skills: a prospective cohort study. *Int J Surg*. 2023;109(4):723-8. DOI: [10.1097/JS9.000000000000272](https://doi.org/10.1097/JS9.000000000000272)
37. Bridges M, Diamond DL. The financial impact of teaching surgical residents in the operating room. *Am J Surg*. 1999;177(1):28-32. DOI: [10.1016/s0002-9610\(98\)00289-x](https://doi.org/10.1016/s0002-9610(98)00289-x)

38. James JT. A new, evidence-based estimate of patient harms associated with hospital care. *J Patient Saf.* 2013;9(3):122-8. DOI: [10.1097/PTS.0b013e3182948a69](https://doi.org/10.1097/PTS.0b013e3182948a69)
39. Spiliotis E, Spiliotis M, Palios M. Transferability of Simulation-Based Training in Laparoscopic Surgeries: A Systematic Review. *Hindawi Minimally Invasive Surgery.* 2020;2020:10 DOI: [10.1155/2020/5879485](https://doi.org/10.1155/2020/5879485)
40. Sleiman Z, Bitar R, Christoforou C, Török P, Fichera M, Panella MM, *et al.* Is there proof of transferability of laparoscopic psychomotor skills from the simulator laboratory to the operating room? Results from a systematic review. *J Obstet Gynaecol.* 2022;42(2):181-7. DOI: [10.1080/01443615.2021.1904216](https://doi.org/10.1080/01443615.2021.1904216)
41. Campos MEC, Monteiro MVC, Kakehasi FM. Residency training for minimally invasive surgery. *Rev Col Bras Cir.* 2022;49:e20213040. DOI: [10.1590/0100-6991e-20213040](https://doi.org/10.1590/0100-6991e-20213040)
42. Kerbage Y, Rouillès J, Estrade JP, Collinet P, Huchon C, Villefranque V, *et al.* Surgical training through simulation dedicated to French Ob-gyn residents. Evaluation and satisfaction. *J Gynecol Obstet Hum Reprod.* 2021;50(7):102076. DOI: [10.1016/j.jogoh.2021.102076](https://doi.org/10.1016/j.jogoh.2021.102076)
43. Tang B, Zhang L, Alijani A. Evidence to support the early introduction of laparoscopic suturing skills into the surgical training curriculum. *BMC Med Educ.* 2020;20(1):70. DOI: [10.1186/s12909-020-1986-z](https://doi.org/10.1186/s12909-020-1986-z)
44. Silveira BWM, Santos ALD, Holanda VA, Farias WG, Freitas IMJ, Góes ACAM, *et al.* Construction and application of a low-cost laparoscopy training simulator as a teaching tool through motor coordination and two-dimensional vision practices. *Rev Col Bras Cir.* 2022;49:e20223095. DOI: [10.1590/0100-6991e-20223095](https://doi.org/10.1590/0100-6991e-20223095)
45. Martín N, Gómez B, Díez N, Llorente M, Fernández S, Ferreiro A, *et al.* Development and validation of a low-cost laparoscopic simulation box. *Cir Esp (Engl Ed).* 2023;101(7):482-9. DOI: [10.1016/j.cireng.2022.10.006](https://doi.org/10.1016/j.cireng.2022.10.006)
46. Chauhan M, Sawhney R, Da Silva CF, Aruparayil N, Gnanaraj J, Maiti S, *et al.* Evaluation and usability study of low-cost laparoscopic box trainer "Lap-Pack": a

2-stage multicenter cohort study. International Journal of Surgery: Global Health. 2021;4(5):p e59, DOI: [10.1097/GH9.0000000000000059](https://doi.org/10.1097/GH9.0000000000000059)

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores

Conceptualización: Oscar Díaz Pi, Alain David. Medina Lago.

Curación de datos: Oscar Díaz Pi, Alain David Medina Lago, Yoján León Garrido.

Análisis formal: Oscar Díaz Pi, Alain David Medina Lago, Rosalba Roque González, Mairin Lago Queija, Yoján León Garrido.

Investigación: Oscar Díaz Pi, Alain David Medina Lago, Rosalba Roque González, Mairin Lago Queija, Yoján León Garrido.

Metodología: Oscar Díaz Pi, Alain David Medina Lago.

Administración del proyecto: Oscar Díaz Pi, Alain David Medina Lago.

Supervisión: Oscar Díaz Pi, Alain David Medina Lago.

Validación: Oscar Díaz Pi, Alain David Medina Lago, Rosalba Roque González, Mairin Lago Queija, Yoján León Garrido.

Redacción borrador original: Oscar Díaz Pi, Alain D. Medina Lago, Rosalba Roque González, Mairin Lago Queija.

Redacción, revisión y edición: Oscar Díaz Pi, Alain D. Medina Lago, Rosalba Roque González, Mairin Lago Queija.