

LA SIMULACIÓN COMO HERRAMIENTA DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE QUIRÚRGICO

AUGUSTO MONCADA¹

ROSANA GARCÍA²

VERÓNICA I. RODRÍGUEZ M² 

ANDREA FERNÁNDEZ²

CRISTOPHER L. VARELA³ 

ADRIÁN J. TERÁN³ 

SURGICAL SIMULATION AS A TEACHING AND LEARNING TOOL

RESUMEN

La simulación es la técnica de replicar un proceso o situación. El objetivo de la simulación quirúrgica es transferir de manera efectiva las habilidades adquiridas en el laboratorio al quirófano, reduciendo las curvas de aprendizaje y los costos operativos. **Objetivos:** Describir la utilización, ventajas, desventajas, y estado actual de la práctica basada en simulación como método de enseñanza y aprendizaje para la capacitación de residentes y cirujanos en los programas de formación quirúrgica, según lo reportado en la literatura científica actual. **Métodos:** Se realizó una búsqueda en la literatura utilizando palabras claves. Se sintetizaron los hallazgos de cada estudio en una revisión narrativa. **Resultados:** La simulación quirúrgica es una herramienta educativa que confiere ventajas únicas. Permite el desarrollo de programas de formación flexibles e individualizados, enfatiza el aprendizaje basado en problemas, basado en competencias y basado en destrezas, y acelera el proceso de aprendizaje al ofrecer entornos seguros para practicar procedimientos quirúrgicos complejos. Además, respalda la retroalimentación y el análisis posterior, fomenta la formación multidisciplinaria y facilita la investigación y la innovación, mejorando en última instancia la calidad de la atención médica. **Conclusiones:** Las ventajas prácticas de los programas de formación estructurados han convertido a la educación basada en la simulación en un método de enseñanza factible, confiable y altamente atractivo. La simulación no solo contribuye al desarrollo profesional de los residentes, sino que también mejora la seguridad del paciente y la calidad general de los servicios de salud.

Palabras clave: Educación médica, educación quirúrgica, simulación, competencias quirúrgicas

ABSTRACT

Simulation is the act of replicating a process or situation. The objective of surgical simulation is to effectively transfer the skills acquired in the laboratory to the operating room, reducing the learning curves and operational costs. **Objectives:** To describe the use, advantages, disadvantages, and current state of simulation-based practice as a method of teaching and learning for the training of residents and surgeons in surgical training programs, as reported in the current scientific literature. **Methods:** A literature search was conducted using keywords. The findings of each study were synthesized in a narrative review. **Results:** Surgical simulation is an educational tool that offers unique advantages. It allows for the development of flexible and individualized training programs, emphasizes problem-based, competency-based, and skill-based learning, and accelerates the learning process by providing safe environments to practice complex surgical procedures. Furthermore, it supports feedback and post-analysis, encourages multidisciplinary training, and facilitates research and innovation, ultimately enhancing the quality of healthcare. **Conclusions:** The practical benefits of structured training programs have made simulation-based education a feasible, reliable, and highly attractive teaching method. Simulation not only contributes to the professional development of residents but also improves patient safety and the overall quality of healthcare services.

Key words: Medical education, surgical education, simulation, surgical skills

1. Médico Cirujano. Universidad Central de Venezuela, Escuela de Medicina José María Vargas, Caracas- Venezuela
2. Médico Cirujano. Universidad Central de Venezuela, Escuela de Medicina Luis Razetti, Caracas- Venezuela
3. Cirujano General, Coloproctólogo. Adjunto del Servicio de Cirugía III del Hospital General de Este "Dr. Domingo Luciani", Caracas- Venezuela. Correo-e: adriancaradoza791@gmail.com

Recepción: 24/09/2023
Aprobación: 15/12/2023
DOI: [10.48104/RVC.2023.76.2.14](https://doi.org/10.48104/RVC.2023.76.2.14)
www.revistavenezolanadecirugia.com

INTRODUCCIÓN

Un simulador es un dispositivo o modelo utilizado para entrenar a individuos imitando situaciones que enfrentarán en la vida real.^[1] En pocas palabras, la simulación es la técnica de imitar la conducta de algún proceso o situación por medio de un equipo adecuado, especialmente para propósitos de estudio o entrenamiento personal.^[2] El objetivo práctico de la simulación quirúrgica es que las habilidades adquiridas en el laboratorio sean transferidas efectivamente al quirófano, disminuyendo las curvas de aprendizaje y los costos operativos.^[3] La capacitación previa con simuladores permite ejecutar operaciones más rápidas con menores errores y mejores medidas objetivas de rendimiento.^[4-11]

“Ver uno, hacer uno y enseñar uno” es una forma de parafrasear lo que ha sido el método tradicional de enseñanza quirúrgica desde las primeras propuestas educativas hace más de un siglo, sin embargo, este dogma se ve cada vez más desafiado por las preocupaciones legales y éticas referentes a la seguridad del paciente, a las restricciones en el entrenamiento quirúrgico por una semana laboral con menor cantidad de horas, al costo del tiempo en la sala de operaciones y a las complicaciones quirúrgicas que se desprenden de las prácticas realizadas por los cirujanos en las distintas etapas de su formación.^[12]

En este sentido, el entrenamiento previo a una operación real ha demostrado un mejor aprendizaje y una práctica más eficiente en el quirófano, permitiendo al aprendiz enfocar la atención en los detalles técnicos del procedimiento sin la necesidad de aprenderlos por primera vez en el paciente.^[13-16]

MÉTODOS

Se realizó una búsqueda de artículos médicos publicados en la web con el fin de describir las características y ventajas principales de la práctica basada en simulación como método de enseñanza y aprendizaje para la capacitación de residentes y cirujanos en los programas de formación quirúrgica. Las palabras claves utilizadas fueron: simulación, simulación quirúrgica, simulación laparoscópica, simulación en cirugía abierta, habilidades técnicas, enseñanza quirúrgica, capacitación basada en simulación, ventajas de la simulación quirúrgica. Los estudios encontrados se seleccionaron de acuerdo a las descripciones que realizan sobre las características y ventajas de la simulación quirúrgica como estrategia de capacitación en habilidades psicomotoras.

DESARROLLO Y DISCUSIÓN

La simulación en el campo de la Medicina consiste en reemplazar una actividad potencialmente peligrosa (práctica real) por otra similar (práctica simulada) en un ambiente seguro para los pacientes en el que los estudiantes puedan entrenar para adquirir o mejorar habilidades psicomotoras.^[17,18]

Las características generales de la simulación como

herramienta docente son perfectamente aplicables a la esfera del entrenamiento quirúrgico, permitiendo la creación de un ambiente seguro para el participante donde puede aprender de sus posibles errores y entrenar sin miedo al fallo y a sus consecuencias. Entre los principales beneficios se destacan 9 que serán desarrollados a continuación.

1. Entorno seguro para la práctica

La simulación permite replicar con gran realismo muchos de los ambientes de trabajo de los médicos, desde un servicio de urgencias hasta una unidad de cuidados intensivos, pasando por un quirófano, una sala de partos o una consulta de atención primaria, el objetivo de esta recreación no es otro que permitir que los profesionales entrenen sin poner en riesgo la seguridad de los pacientes.^[18]

Antes de llevar a cabo un procedimiento en el quirófano, este debería ser practicado previamente. La percepción general sobre el aprendizaje quirúrgico es que, cuantas más veces se observe una técnica, se ayude a hacerla y posteriormente se ponga en práctica, más se aprende y mejor se hace; sin embargo, si este proceso de aprendizaje no está bien fundamentado y no cuenta con los recursos humanos y materiales adecuados, será inefectivo en gran parte de sus componentes. De aquí la importancia de establecer programas de formación que consideren el uso de prácticas distribuidas, estructuradas y deliberadas y la simulación permite aplicarlas efectivamente en todo momento.

- a. **Práctica distribuida:** se refiere al patrón cronológico de entrenamiento en el que las sesiones individuales se limitan a duraciones relativamente pequeñas y se extienden durante un período prolongado de tiempo. Desde el punto de vista del aprendizaje, la práctica distribuida permite la consolidación del material aprendido durante los descansos, esta consolidación se refiere al proceso por el cual los nuevos recuerdos a corto plazo, que son de naturaleza frágil, se cristalizan con el tiempo, este proceso se aplica tanto a la adquisición de habilidades motoras como al aprendizaje cognitivo. La práctica distribuida mejora la retención de las habilidades quirúrgicas y posiblemente permita lograr resultados quirúrgicos más seguros.^[19]
- b. **Práctica estructurada:** se refiere al proceso mediante el cual los programas de entrenamiento establecen objetivos claros y específicos de aprendizaje con metas alcanzables en intervalos de tiempo definidos. Solo mediante la organización cuidadosa de protocolos estructurados para seguir el progreso de cada entrenamiento puede un programa garantizar que los alumnos cumplan uniformemente los objetivos de aprendizaje.^[4] Estas estrategias se han utilizado con gran éxito para enseñar técnicas de sutura y anudado quirúrgico.^[20]
- c. **Práctica deliberada:** Es un proceso mediante el cual se puede lograr el dominio experto siguiendo un régimen

preestablecido.^[21] Este concepto ha sido propuesto por Ericsson KA quien considera que la experiencia no es un resultado final dado por la práctica, sino que la práctica debe estructurarse cuidadosamente para explotar varios elementos críticos, por tanto, se debe presentar a los alumnos tareas bien definidas y brindarles amplias oportunidades para practicar.

2. Permite el entrenamiento de todo tipo de habilidades

La simulación permite el entrenamiento de las distintas habilidades que componen el espectro de la competencia profesional, habilidades técnicas, cognitivas y de comportamiento (actitudes), en esta última tiene un papel destacado mediante la posibilidad del entrenamiento en equipo, pudiendo representar situaciones complejas de una manera completamente interactiva sin comprometer la seguridad del paciente. Esta capacitación en cuanto a: toma de decisiones, habilidades cognitivas y actitudes, manejo de recursos, etc., complementa el modelo de educación tradicional permitiendo al médico poseer un arsenal de recursos con los cuales potenciar el desarrollo de sus actividades.^[22]

El objetivo principal de cualquier programa de simulación es que las habilidades adquiridas se puedan transferir a un escenario real [3] para evaluar la objetividad de este enunciado se pueden considerar las propuestas de Kirkpatrick^[23] quien definió 4 niveles necesarios para medir la efectividad de todo programa de entrenamiento: 1) reacción, 2) aprendizaje, 3) transferencia y 4) valor organizacional, estableciendo que en el nivel 3, lo importante es determinar si las habilidades y conocimientos aprendidos se traducen en un mejor rendimiento en escenarios reales, un contexto que la simulación permite desarrollar eficazmente.

3. Permite desarrollar programas de formación flexibles e individualizados

La simulación como herramienta docente engrana perfectamente con los principios pedagógicos del adulto basados en la propia experiencia y seguida de reflexión y conceptualización de lo vivido, permitiéndole entrenar tanto habilidades técnicas como habilidades cognitivas y afectivas.^[24]

Permite centrar el adiestramiento en el residente y en la resolución de problemas concretos más que en los contenidos y en el profesor/instructor. Esto se traduce en el desarrollo de programas de formación a la carta de lo que necesita la institución, los pacientes o los propios residentes. Identificando plenamente las necesidades se pueden desarrollar programas específicos dirigidos a solventar los inconvenientes.^[25]

Por otro lado, el método de aprendizaje es el responsable final de lo que aprende el alumno y con qué velocidad lo hace.^[18] En este sentido, la efectividad del aprendizaje mediante el uso de simuladores se basa principalmente en el método empleado, por lo que, la simulación como estrategia de enseñanza afianzada en un buen programa de entrenamiento, es ideal para el aprendizaje basado en problemas, en competencias y/o en destrezas.

- a. **Aprendizaje basado en problemas:** con esta metodología se pretende que los alumnos identifiquen y resuelvan problemas, comprendan el impacto de sus actos y las responsabilidades éticas que implican, deben interpretar los datos y diseñar estrategias para poner en juego el conocimiento que se está adquiriendo, de esta forma, aprenden a aplicar oportunamente todo lo que van conociendo en la resolución de problemas similares a los que se les presentarán durante la vida real. Así mismo, aprenden a trabajar en equipo, lo que contribuye al desarrollo de otras capacidades como: la comunicación, la confrontación constructiva de ideas y la solución de las propias necesidades del grupo.
- b. **Aprendizaje basado en competencias:** puede considerarse como una variante del aprendizaje basado en problemas. Este enfoque del aprendizaje busca la resolución de los problemas aproximando al estudiante al mundo real en el que va a desempeñar su profesión y centra el aprendizaje en él y en su futuro, lo que se convierte en un estímulo al propio proceso de aprendizaje. La educación médica basada en competencias, pone el énfasis en el producto final y define aquello que se tiene que exigir al final del proceso educativo. Para Harden^[26] el perfil de la competencia profesional, y el plan de estudios por competencia, se desarrollan en función a tres grandes dimensiones o ejes del desempeño que reciben el nombre en función de lo que describen: a) aquello que el médico es capaz de hacer, b) cómo el médico hace aquello que es capaz de hacer, c) cómo lo hace de manera correcta consigo mismo y con el entorno.
- c. **Aprendizaje basado en destrezas (proficiencia):** se describe como la capacidad para realizar una tarea particular a un nivel estándar con el objetivo de demostrar el dominio de dicha tarea.^[27] La palabra proficiencia (proficiency) es definida en la lengua inglesa como: un alto grado de competencia o habilidad "*a high degree of competence or skill*".^[18] La proficiencia se obtiene a partir de los resultados de los expertos para esa tarea en concreto, en base a esos resultados se elaboran metas de entrenamiento que son objetivas, justas y verificables. Los residentes que superan la evaluación del entrenamiento son considerados proficientes y, por tanto, son capaces de realizar la tarea al nivel de un experto.

4. Acelera el proceso de aprendizaje

El modelo tradicional de educación quirúrgica está basado en el tiempo y, por tanto, se rige por un período limitado. En este sentido, la exposición del aprendiz a las distintas enfermedades o procedimientos quirúrgicos dependen de su aparición durante ese período de formación en particular, de forma tal que, en patologías poco frecuentes o en áreas de poca experiencia en su

centro, su formación puede ser deficiente. Así mismo, las nuevas normativas en materia de jornada laboral para los residentes de postgrado reducen considerablemente la cantidad de horas de trabajo por día, condicionando aún más el contacto con los pacientes.^[28-30]

La simulación permite acortar las curvas de aprendizaje de los procedimientos al permitir practicar las habilidades motoras necesarias en un ambiente seguro fuera del quirófano.^[31-32] El objetivo de la capacitación mediante simulación es conseguir lo que se conoce como, “un novato pre entrenado”.^[27]

5. Permite realizar Feedback y Debriefing

Experiencia no es sinónimo de pericia o, mejor dicho, pericia no es sólo experiencia. Realmente hay muchos factores alrededor del aprendizaje que modulan el resultado y uno de los más importantes es la posibilidad de estar supervisado por un experto a la hora de aprender.^[33] Entrenar de forma repetida habilidades psicomotoras es una condición necesaria para el aprendizaje, pero realmente no es suficiente, la ayuda de un instructor experto juega un papel crucial en el proceso de aprendizaje y debe ser desempeñado cuidadosamente para que sea realmente efectivo. El instructor clínico dispone de dos poderosas armas educativas para que, mediante un uso adecuado, el aprendizaje sea exitoso, estas herramientas son: el feedback y el debriefing. Todo instructor debe ser un experto clínico, puesto que enseñan lo que saben y hacen y, además, deber ser un experto en educación. La simulación le permite a los instructores de los programas de formación y a sus alumnos utilizar estas herramientas de forma más eficiente.

- a. El feedback o retroalimentación, consiste en transmitir la información que se genera en respuesta a la realización de una actividad o proceso a la persona que lo realiza. Para la mejor realización de una tarea es necesario conocer perfectamente cómo se está haciendo y lo que puede hacerse para mejorarla. Los estudiantes de salud perciben el feedback como algo esencial a la hora de saber cómo realizar una tarea y cómo mejorar.^[34]
- b. El Debriefing, se refiere a un tipo de feedback que se da a los participantes tras una experiencia de simulación. En el contexto de la educación de los residentes, es un proceso estandarizado que tiene lugar entre el instructor y los participantes cuando la simulación ha finalizado y que, a través de la exposición de lo sucedido, trata de conseguir que los participantes reflexionen sobre la práctica y esto sea un punto de partida para mejorar en un futuro cercano.

6. Permite el entrenamiento multidisciplinario

La formación o entrenamiento interprofesional es aquel donde los participantes proceden de dos o más categorías profesionales, los métodos usados en este tipo de entrenamiento son muy diversos, pero entre todos ellos destaca poderosamente la simulación. La simulación es un método idóneo para el

entrenamiento de equipos, permite practicar, entre otras cosas, la comunicación, la toma de decisiones y el manejo de recursos durante las crisis, aspectos fundamentales en el entrenamiento de equipos multidisciplinarios.^[35]

7. Permite estandarizar el aprendizaje

En el modelo tradicional de enseñanza quirúrgica, los residentes dependen del azar para muchos procesos durante su formación. La oportunidad de tener encuentros verdaderamente enriquecedores, desde el punto de vista del aprendizaje, se reducen a una cuestión de simple casualidad en el sentido de que, para aprender, por ejemplo, a realizar una hemicolectomía derecha, es preciso contar con “un poco de suerte” para que los pacientes que necesiten este procedimiento aparezcan o estén accesibles en el momento en que un residente en concreto estuviese disponible, esto depende de muchos factores “dejados a la suerte” tales como: tener las habilidades suficientes en ese preciso momento (de nada sirve que acudan 10 pacientes que precisen esa operación cuando lo atiende un residente del primer año), estar presente en el hospital oportunamente, o que el cirujano responsable acepte actuar como asistente durante el procedimiento. Con la simulación se pueden solventar estos problemas, en el sentido práctico los laboratorios y los programas de simulación están disponibles en todo momento para cualquier residente que desee tener acceso a ellos y todos deben cumplir los mismos pasos y desafíos para poder completar una tarea en específico con las mismas exigencias y los mismos niveles de dificultad.

8. Crea oportunidades de I + D + i + d

La simulación permite descubrir nuevos conocimientos o tener una mejor comprensión de los ya existentes (Investigación), además, permite aplicar resultados de investigaciones o de otros conocimientos para desarrollar nuevos materiales, probar nuevas tecnologías o mejorar materiales, productos, procesos o sistemas preexistentes (Desarrollo). Estimula la creatividad generando actividades que son potencialmente generadoras de avances que culminen en la mejora de la calidad asistencial y de la labor profesional (innovación) y permite la divulgación de los avances obtenidos (divulgación).^[36]

9. Complemento de la práctica clínica

La simulación produce un ambiente emocionante que estimula el aprendizaje y el recuerdo de la experiencia. La emoción de trabajar activamente con un simulador parece estimular una respuesta emocional tan gratificante que potencia una fijación duradera del aprendizaje.^[18] Una posible explicación a esta situación, y que ofrece una base teórica desde la cual puede comprenderse porque la simulación desencadena una experiencia de aprendizaje tan intensa y segura, podría surgir a partir del Modelo Circular del Afecto.^[37,38]

Los procesos de enseñanza - aprendizaje tradicionales como las charlas, presentaciones y material impreso, ofrecen una escasa

activación, estas experiencias, que pueden ser placenteras para una gran cantidad de personas, son acciones pasivas y, por tanto, no son recordadas vivamente. En cambio, las experiencias activas, ya sean negativas o positivas, conllevan consigo una inmensa carga emocional por lo que tienden a ser recordadas vivamente y por largos períodos de tiempo, por ejemplo, cualquier evento experimentado intensamente durante la atención de un paciente es fácilmente recordado durante el curso de cualquier conversación con un compañero. ^[18] La simulación le permite a los residentes reflexionar sobre lo sucedido para después conceptualizarlo, es decir, relacionarlo con su práctica profesional habitual.

CONCLUSIÓN

Las características propias de la simulación, y las ventajas prácticas de contar con un programa de entrenamiento estructurado para la capacitación de los residentes, han convertido a esta herramienta educativa en un método de enseñanza factible, confiable y sumamente atractivo para los estudiantes y profesionales que deseen practicar o mejorar sus destrezas psicomotoras en un ambiente seguro, confortable y realista adecuado para el aprendizaje.

Aprobación Ética: “Este artículo no contiene ningún estudio con participantes humanos o animales realizado por ninguno de los autores.”

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses ni haber recibido financiamiento o patrocinio de ninguna organización.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

T.A. desarrolló la idea. T.A. y V.C. condujeron la búsqueda de la bibliografía y realizaron la revisión final contribuyendo con la experiencia y la incorporación del análisis intelectual. M.A., G.R., R.V., y F.A. analizaron la literatura existente y redactaron el manuscrito inicial. Todos los autores contribuyeron con revisiones subsiguientes, leyeron y aprobaron el manuscrito final.

REFERENCIAS

- Valentine R, Padhye V, Wormald PJ. Simulation training for vascular emergencies in endoscopic sinus and skull base surgery. *Otolaryngol Clin North Am.* 2016;49(3):877-87. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27267032/>
- Carrasco RJA, García CB, Carrasco RJA. Utilización de simuladores en la educación quirúrgica. *Cir Gen.* 2013;35(S1):62-5. <https://www.medigraphic.com/pdfs/cirgen/cg-2013/cgs131x.pdf>
- León F, Varas J, Buckel E, Crovari F, Pimentel F, Martínez J, *et al.* Simulación en Cirugía laparoscópica. *Cir Esp.* 2015;93(1):4-11. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25039039/>
- Tsuda S, Scott D, Doyle J, Jones DB. Surgical skills training and simulation. *Curr Probl Surg.* 2009;46(4):271-370. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19249439/>
- Scott DJ, Bergen PC, Rege RV, Laycock R, Tesfay ST, Valentine RJ, *et al.* Laparoscopic training on bench models: better and more cost effective than operating room experience? *J Am Coll Surg.* 2000;191(3):272-83. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10989902/>
- Seymour NE, Gallagher AG, Roman SA, O'Brien MK, Bansal VK, Andersen DK, *et al.* Virtual reality training improves operating room performance: results of a randomized, double-blinded study. *Ann Surg.* 2002;236(4):458-4. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12368674/>
- Fried GM, Feldman LS, Vassiliou MC, Fraser SA, Stanbridge D, Ghitulescu G, *et al.* Proving the value of simulation in laparoscopic surgery. *Ann Surg.* 2004;240(3): 518-8. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15319723/>
- Grantcharov TP, Kristiansen VB, Bendix J, Bardram L, Rosenberg J, Funch-Jensen P. Randomized clinical trial of virtual reality simulation for laparoscopic skills training. *Br J Surg.* 2004;91(2):146-50. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14760660/>
- Andreatta PB, Woodrum DT, Birkmeyer JD, Yellamanchilli RK, Doherty GM, Gauger PG, *et al.* Laparoscopic skills are improved with LapMentorTM training: results of a randomized, double-blinded study. *Ann Surg.* 2006;243(6):854-63. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16772789/>
- Hyltander A, Liljegen E, Rhodin PH, Lonroth H. The transfer of basic skills learned in a laparoscopic simulator to the operating room. *Surg Endosc.* 2002; 16(9):1324-8. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11988802/>
- Ahlberg G, Enochsson L, Gallagher AG, Hedman L, Hogman C, McClusky DA 3rd, *et al.* Proficiency-based virtual reality training significantly reduces the error rate for residents during their first 10 laparoscopic cholecystectomies. *Am J Surg.* 2007;193(6):797-84. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17512301/>
- Roberts KE, Bell RL, Duffy AJ. Evolution of surgical skills training. *World J Gastroenterol.* 2006;12(20):3219-24. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16718842/>
- Van Sickle, Ritter, Smith. The pretrained novice: using simulation-based training to improve learning in the operating room. *Surg Innov.* 2006;13(3):198-04. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17056786/>
- Gallagher AG, Ritter EM, Champion H, Higgins G, Fried MP, Moses G, *et al.* Virtual reality simulation for the operating room: Proficiency-based training as a paradigm shift in surgical skills training. *Ann Surg.* 2005;241(2):364-72. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1356924/>
- Kneebone R. Perspective: Simulation and transformational change: the paradox of expertise. *Acad Med.* 2009;84(7):954-57. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19550196/>
- Brindley PG, Jones DB, Grantcharov T, de Gara C. Canadian Association of University Surgeons' Annual Symposium. Surgical simulation: The solution to safe training or a promise unfulfilled? *Can J Surg.* 2012;55(4):S200-06. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3432250/>
- Zendejas B, Brydges R, Hamstra SJ, Cook DA. State of the evidence on simulation-based training for laparoscopic surgery: a systematic review. *Ann Surg.* 2013;257(4):586-93. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23407298/>
- Ruiz JL. Evaluación de la metodología de enseñanza de la anastomosis intestinal laparoscópica en simulador físico apoyado en las opiniones de un grupo de expertos, encuestados mediante metodología Delphi

- [tesis doctoral en Internet]. [Cantabria]: Universidad de Cantabria; 2017 [citado 3 de febrero de 2021]. Recuperado a partir de: <https://www.tesisenred.net/handle/10803/402190#page=1>
19. Moulton CA, Dubrowski A, MacRae H, Graham B, Grober E, Reznick R. Teaching surgical skills: What kind of practice makes perfect? A randomized, controlled trial. *Ann Surg.* 2006;244(3):400-9. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16926566/>
 20. Scott DJ, Goova MT, Tesfay ST. A cost-effective proficiency-based knot tying and suturing curriculum for residency programs. *J Surg Res.* 2007;141(1):7-15. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17574034/>
 21. Ericsson KA. Deliberate practice and the acquisition and maintenance of expert performance in medicine and related domains. *Acad Med.* 2004;79(10):S70-81. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15383395/>
 22. Shapiro MJ, Morey JC, Small SD, Langford V, Kaylor CJ, Jagminas L, *et al.* Simulation based teamwork training for emergency department staff: does it improve clinical team performance when added to an existing didactic teamwork curriculum? *Qual Saf Health Care.* 2004;13(6):417-21. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1743923/>
 23. Kirkpatrick D. Great ideas revisited: revisiting Kirkpatrick's four level model. *Train Dev.* 1996;50(1):54-9. <https://scirp.org/reference/referencespapers.aspx?referenceid=1114002>
 24. Sancho R, Rábago JL, Maestre JM, Del Moral I, Carceller JM. Integración de la simulación clínica en el programa formativo de la especialidad de anestesiología y reanimación. *Rev Esp Anestesiol Reanim.* 2010;57(10):656-63. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/ibc-83796>
 25. Maestre J, Sancho R, Rábago J, Del Moral I. Curricular design in anesthesiology using clinical simulation as a teaching tool. *Rev Esp Anestesiol Reanim.* 2014;61(1):55-6. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24144350/>
 26. Harden RM. Outcome-based education: the future is today. *Med Teach.* 2007;29(7):625-9. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18236247/>
 27. Gallagher AG, OSullivan GC. *Fundamentals of surgical simulation: principles & practices.* New York: Springer; 2012.
 28. Sonnadara RR, Mui C, McQueen S, Mironova P, Nousiainen M, Safir O, *et al.* Reflections on competency-based education and training for surgical residents. *J Surg Educ.* 2014;71(1):151-8. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24411437/>
 29. Mazotti LA, Vidyarthi AR, Wachter RM, Auerbach AD, Katz PP. Impact of duty hour restriction on resident inpatient teaching. *J Hosp Med.* 2009;4(8):476-80. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19824096/>
 30. Glomsaker TB, Soreide K. Surgical training and working time restriction. *Br J Surg.* 2009;96(4):329-30. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19283751/>
 31. Palter VN. Comprehensive training curricula for minimally invasive surgery. *J Grad Med Educ.* 2011;3(3):293-8. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3179215/>
 32. Milburn JA, Khera G, Hornby ST, Malone PSC, Fitzgerald JEF. Introduction, availability and role of simulation in surgical education and training: review of current evidence and recommendations from the Association of Surgeons in Training. *Int J Surg.* 2012;10(8):393-8. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22609475/>
 33. Beard J, Jolly B, Newble D, Thomas W, Donnelly J, Southgate L. Assessing the technical skills of surgical trainees. *Brit J Surg.* 2005;92(6):778-82. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15810048/>
 34. Krackov SK, Pohl H. Building expertise using the deliberate practice curriculum-planning model. *Med Teach.* 2011;33(7):570-5. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21696284/>
 35. Aggarwal R, Darzi A. Innovation in surgical education a driver for change. *Surgeon.* 2011;9(1):S30-S31. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21549992/>
 36. Stefanidis D, Arora S, Parrack DM, Hamad GG, Capella J, Grantcharov T, *et al.* Research priorities in surgical simulation for the 21st century. *Am J Surg.* 2012;203(1):49-53. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22172482/>
 37. Posner J, Russell JA, Peterson BS. The circumplex model of affect: An integrative approach to affective neuroscience, cognitive development, and psychopathology. *Dev Psychopathol.* 2005;17(3):715-34. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16262989/>
 38. Sander D, Scherer KR. *The Oxford companion to emotion and the affective sciences.* New York: Oxford University Press. 2009; p.85-89. doi:2009. p.85-9.