



ORIGINAL ARTICLE

Proceso creativo en la construcción de un simulador artesanal para el desarrollo de destrezas en la colocación de una sonda endopleural. Constructivismo quirúrgico



Iris Parrao-Alcántara^{a,*}, Rogelio Campos-Rosas^b, Jorge García-Arroyo^a,
 Elda Benítez-Venegas^a, Luis Olmos-Mendoza^a, Ana Ramírez-Ocampo^c, Iría Yanet-Zúñiga^a y
 Jesús Alberto Sansón Riofrío^a

^a Departamento de Cirugía General, Hospital General de la Zona No. 33, Bahía de Banderas, Nayarit, México

^b Servicio de Cirugía General, Hospital General Regional No. 1, Querétaro, México

^c Servicio de Cirugía General, Hospital General de Querétaro, Querétaro, México

Recibido el 10 de abril de 2024; aceptado el 28 de agosto de 2024

Disponible en Internet el 11 de octubre de 2024

PALABRAS CLAVE

Simulación médica;
 Sonda endopleural;
 Cirujano docente;
 Educación quirúrgica;
 Constructivismo
 quirúrgico;
 Proceso creativo;
 Cirujano
 metacognitivo

Resumen

Introducción: actualmente, el cirujano docente se enfrenta a grandes retos dependiendo de su contexto y sus competencias. En gran parte podrá afrontar estos retos, en la medida que sea un docente metacognitivo, dicho de otra manera, en la medida que sea capaz de autorregular su aprendizaje para la resolución de problemas, teniendo presente y a su favor el pensamiento creativo.

Objetivo: analizar el proceso mental constructivista del docente en la resolución de problemas; es decir, cómo el docente aplica las estrategias de «aprendizaje basado en problemas» que promueve y enseña para abordar sus propios desafíos andragógicos. Este análisis metacognitivo incluye un desglose paso a paso del *proceso creativo* involucrado en el diseño y construcción de un simulador artesanal enfocado en *necesidades quirúrgicas* y cómo este proceso puede ser replicado en otros procedimientos.

Métodos: presentamos el proceso creativo de un cirujano docente de Nayarit, México, que utilizó para desarrollar una propuesta de un simulador artesanal de bajo costo que permita reforzar la competencia de colocar una sonda endopleural en los residentes de cirugía de primer año de especialidad. Este «proceso creativo» inmerso en la propuesta educacional de aprendizaje basado en problemas, se acompañó de una encuesta con una escala tipo Likert para recabar la experiencia y satisfacción de los usuarios expuestos al ensayo con el simulador.

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: parraoiris@gmail.com (I. Parrao-Alcántara).

Resultados: la creación y desarrollo de simulador artesanal de bajo costo ha sido de utilidad como un complemento a la formación de estudiantes de Medicina y residentes de primer año de cirugía. Ha progresado a la fase de verificación y requiere varios procesos para validación científica.

Conclusión: el simulador para colocación de sonda endopleural cumple los objetivos didácticos para los que fue diseñado, incluyendo la retroalimentación de estos en el estudiante. Lo que representa una alternativa cuando no es posible costear un simulador comercial, para fortalecer la competencia quirúrgica del estudiante. Se enfatiza cómo la emulación del paso crítico es clave para alcanzar el *insight* del proceso creativo de un simulador para la enseñanza quirúrgica; proceso replicable para la construcción de otros simuladores, según las necesidades docentes. En este trabajo, el cirujano docente no solo identifica qué estrategias puede invertir para afrontar un problema y adaptar estas estrategias a problemas parecidos; puede, además, enseñar con el ejemplo. Por último, promueve e invita al docente y al estudiante al desarrollo de la metacognición.

© 2024 Los Autores. Publicado por Elsevier España, S.L.U. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

KEYWORDS

Medical simulation;
Chest tube;
Teaching surgeon;
Surgical education;
Surgical constructivism;
Creative process;
Metacognitive surgeon

Creative process in the construction of a handmade trainer for skill development in chest tube placement. Surgical constructivism

Abstract

Introduction: Currently, the surgical mentor faces significant challenges depending on their context and competencies. Most of these challenges can be addressed when the surgeon adopts a metacognitive approach to their teaching, meaning they are capable of self-regulating their learning for problem-solving, utilizing creative thinking to their advantage.

Objective: To analyze the constructivist mental process of the teacher in problem-solving; that is, how the teacher applies the "problem-based learning" strategies they promote and teach to address their andragogical challenges. This metacognitive analysis includes a step-by-step breakdown of the creative process involved in designing and constructing a handmade simulator focused on surgical needs, and how this process can be replicated for other procedures.

Methods: We present the creative process of a teaching surgeon from Nayarit, Mexico, who developed a proposal for a low-cost handmade simulator, to enhance the competency of first-year surgical residents in placing a chest tube. This "creative process", is embedded in the educational framework of problem-based learning. Was accompanied by a Likert scale survey, to gather user feedback on the simulator trial experience.

Results: The creation and development of a low-cost simulator have proven useful as a complement to the education of medical students and first-year surgical residents. It has progressed to the verification phase and requires several steps for scientific validation.

Conclusion: The Chest Tube Trainer fulfills all its didactic objectives, including providing feedback to students and serving as an alternative when commercial simulators are not financially feasible. Emphasized is how emulation of critical steps is crucial for achieving "insight" into the creative process of a surgical simulator, replicable for constructing other simulators based on teaching needs. In this work, the teaching surgeon not only identifies strategies to face obstacles and adapt them to similar issues but also teaches by example. Lastly, it encourages educators and students alike to develop metacognition.

© 2024 The Author(s). Published by Elsevier España, S.L.U. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

Durante mucho tiempo, en países como México, se había planteado la problemática de una «inequidad en el aprendizaje quirúrgico». Argumentado que, dependiendo de la zona geográfica, el desarrollo social, el tipo de institución y el bajo apoyo a la comunidad docente, era muy difícil homogeneizar un perfil de egreso real que cumpliera con las competencias necesarias de un cirujano general en cualquier parte del país.

En los últimos años, se ha observado un avance significativo en la aplicación de la tecnología y el desarrollo de herramientas para disminuir esa brecha en la educación quirúrgica. Desde simuladores, realidad virtual y aumentada hasta telemedicina e inteligencia artificial, sin embargo, el reto para el cirujano docente no será adaptar estas herramientas a las teorías del aprendizaje de su práctica cotidiana. El verdadero *reto del cirujano docente* es identificar todos los recursos teóricos (las teorías del

aprendizaje, modelos de enseñanza, etc.); físicos (simuladores, tabletas, ordenadores); estructurales (hospital, quirófano, equipos de la unidad) y personales (como sus competencias docentes) para adaptarlos a las necesidades de su contexto (la epidemiología quirúrgica) y a las necesidades de sus estudiantes (estilos de aprendizaje, psicología del residente, motivaciones intrínsecas y extrínsecas del estudiante, etc.) con el objetivo final de alcanzar un perfil de egreso que responda a las necesidades sociales y de la comunidad quirúrgica, así como a las aspiraciones propias del individuo en formación (fig. 1).

El enfoque docente no puede limitarse a una teoría del aprendizaje, debe ser holístico para poder optimizar sus recursos y estrategias. El docente toma elementos de las teorías del aprendizaje según sus necesidades o problemáticas. El constructivismo es una teoría educativa y psicológica que sostiene que la generación de nuevos conocimientos, se construyen a través de un ejercicio dinámico y reflexivo entre los conocimientos previos del estudiante y su interacción con el entorno; construyendo un conocimiento nuevo, propio y significativo que se refleja, en una manera diferente de abordar una situación, a como normalmente se haría si no se hubiera realizado ese ejercicio dinámico^{1,2}.

Esta teoría tiene varios conceptos interesantes que se pueden trasladar o analizar en la docencia quirúrgica. Además, aporta elementos clave para la ya conocida propuesta educacional llamada *aprendizaje basado en problemas* (ABP)^{3,4}.

El cirujano docente no solamente puede utilizar este enfoque educativo en su planeación didáctica, sino que también puede «enseñar con el ejemplo». Cuando el cirujano docente tiene que resolver algún problema dentro o fuera del quirófano, hace uso de su «pensamiento creativo»⁵.

El desarrollo de herramientas o artilugios que permitan afrontar un problema implica un proceso creativo, el cual ha tenido varias connotaciones a lo largo de la historia⁶; en esencia, incluye 4 fases dadas a conocer por Graham Wallas⁷.

- Fase I, *Preparación*: es donde se hace conciencia del problema.
- Fase II, *Incubación*: es la asociación inconsciente de cómo resolver el problema.
- Fase III, *Iluminación*: el momento en que nuestro proceso de pensamiento dilucida una posible respuesta, un destello que «aporta luz al problema»⁸. Esta fase conlleva una idea central, como una semilla donde germina la respuesta, denominada *insight*. Este término es difícil de definir⁹, podríamos decir que previamente el individuo ha racionalizado el problema de una entidad a diversas partes, ha internalizado cada parte consciente e inconscientemente, las reagrupa con el espacio para una pieza faltante. Cuando encuentra dicha pieza que le otorga sentido al rompecabezas, es cuando se encuentra el *insight*, algo más allá de la respuesta a un problema, es la reconstrucción de una idea dinámica para resolver el problema.
- Fase de IV, *Verificación*: esta fase implica poner a prueba la estructura creada por las ideas ensambladas y retroalimentarla.

Después del proceso creativo para una herramienta, sigue la validación científica¹⁰.

Cuando el docente analiza como resuelve un problema mediante el proceso creativo descrito en la literatura, es capaz de replicar este aprendizaje en problemas parecidos. Un objetivo de este artículo es clarificar, paso a paso, el proceso creativo para desarrollar un simulador artesanal enfocado a las necesidades quirúrgicas, explicando cuales son los cuestionamientos necesarios para alcanzar el *insight*. Un objetivo subyacente, incluye analizar el proceso mental del docente para resolver un problema, es decir, cómo utiliza las estrategias de aprendizaje basado en problemas que promueve y enseña a sus estudiantes, para resolver sus propias problemáticas docentes.

A continuación, les presentamos el proceso de aprendizaje del docente quirúrgico basado en problemas con el enfoque constructivista subyacente, resaltando las partes equivalentes del proceso creativo que se desarrolló

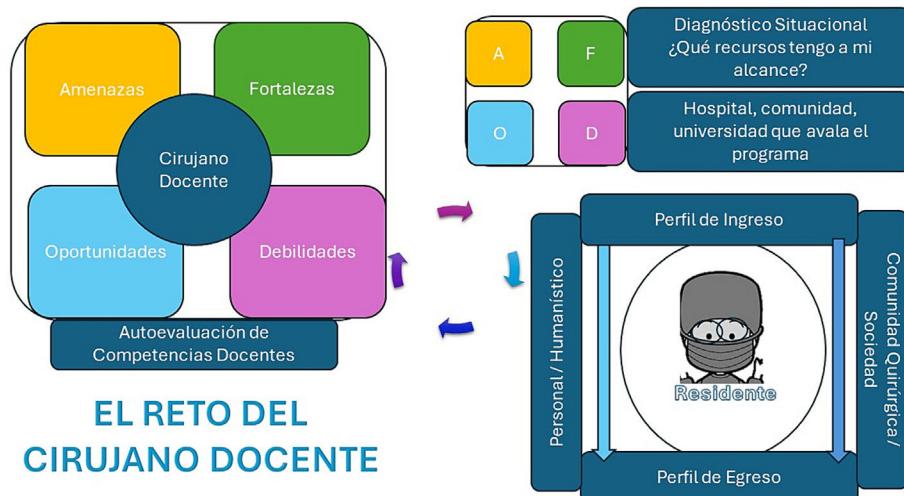


Figura 1 El reto del cirujano docente.

para la construcción de un simulador a modo de cuestionamientos.

Material y métodos (aprendizaje basado en problemas)

Planteamiento del problema para el desarrollo de competencias quirúrgicas

Tras realizar el diagnóstico situacional educativo, el docente de un Hospital de segundo nivel en Nayarit, México, identifica que es necesario un programa operativo complementario para fortalecer el desarrollo de competencias y responder a las necesidades del contexto local.

Competencia identificada a desarrollar: el residente de primer año de cirugía al finalizar el año, debe ser capaz de identificar a los pacientes candidatos que puedan beneficiarse de la colocación de una sonda endopleural y tener las destrezas quirúrgicas básicas para colocar una sonda endopleural bajo supervisión de un experto, con el fin de mejorar y potenciar su formación como cirujano general.

Problemática: el aprendizaje teórico y formativo es factible, sin embargo, el desarrollo de destrezas se ve limitado ante la falta de pacientes para desarrollar habilidades vicarias¹¹ y la falta de simuladores en la institución.

Exploración del problema: se valora el trámite formal, donde se solicita insumos para la formación de recursos en salud; se valora la autogestión y compra de un simulador comercial, pero el costo sobrepasa el financiamiento base; se valora el uso de videos, aplicaciones y otras tecnologías para solventar la parte práctica. Se complementan y analizan conocimientos previos de problemáticas parecidas; como es el caso de los simuladores físicos o artesanales de cirugía laparoscópica.

Generación de hipótesis y estrategias para el desarrollo de competencias quirúrgicas

Propuesta para resolver el problema: desarrollar un simulador artesanal de bajo costo que permita a médicos y residentes desarrollar destrezas para colocar una sonda endopleural.

Investigación y aprendizaje autónomo

Para desarrollar una *herramienta para el aprendizaje*, es necesario tener presente el objetivo para el cual será construida. El término «conocimiento procedimental» puede llegar a causar controversia desde una perspectiva filosófica¹². En la especialidad de cirugía general, un «procedimiento» implica conocer la secuencia de pasos a seguir, con las habilidades necesarias para culminar dicha serie de pasos. Ciertamente, pueden entrar en juego niveles de orden del pensamiento¹³; desde conocer el procedimiento, desarrollarlo, dominarlo, hasta incluso, crear un «nuevo procedimiento».

Es importante señalar que, en esta fase de diseño, el simulador es una *herramienta andragógica*, coadyuva el

proceso enseñanza aprendizaje; en esta fase la intención del diseño no persigue la construcción de un instrumento para la medir la adquisición de una competencia.

Los *objetivos didácticos* para construir este simulador serán dirigidos a fortalecer el aprendizaje de *la secuencia de pasos* y la práctica de *destrezas* para colocar una sonda endopleural bajo supervisión de un experto con retroalimentación inmediata.

En nuestro medio existen guías de la práctica clínica y literatura con recomendaciones para cada paso; tal es el caso de las BTS (*guidelines for the insertion of a chest drain*) que ofrece recomendaciones para la colocación de una sonda endopleural de la manera más segura y nos brinda más elementos para puntualizar qué se espera que un residente pueda aprender con un simulador¹⁴.

Por ende, el desarrollo de esta nueva herramienta implica:

- Clarificar las destrezas a desarrollar mediante este simulador.
- Tener presente que el simulador debe proveer los materiales para desarrollar dichas destrezas con un enfoque de cirugía basada en la evidencia.
- Creatividad.

Este momento corresponde a la primera fase del proceso creativo; la fase de la preparación. Inmersa en la metodología de ABP.

Aplicación del conocimiento: aquí se inicia la fase II del proceso creativo; la *incubación*. Así mismo, se detectan las dificultades para ensamblar las ideas previamente concebidas, sembrando el camino para entrar a la fase III. Como se describe a continuación:

- A. Identificar la secuencia de pasos del procedimiento a desarrollar en el simulador. Se tomó como referencia las BTS *guidelines for the insertion of a chest drain*.
- B. Identificar los pasos críticos del procedimiento. Para lograr este apartado se dio respuesta a los siguientes cuestionamientos:

¿Cuál o cuáles son los pasos más importantes para un cirujano cuando coloca una sonda endopleural? ¿Cómo se pueden evitar las complicaciones más frecuentes? Se respondió de la siguiente manera: es necesario que la sonda quede en el espacio pleural y no se comprometa el paquete neurovascular de la costilla.

- C. Simulación del paso crítico con materiales clave (*insight*):

¿Qué se necesita para simular los pasos críticos del procedimiento? Se respondió de la siguiente manera: al menos «costillas». Cuando el médico entra a la cavidad pleural para colocar una sonda endopleural (con sus referencias anatómicas de seguridad), rodea con su dedo índice la parrilla costal posterior, así es como está seguro de que está en la cavidad torácica en el espacio pleural.

¿Cómo se puede simular, lo que se necesita escenificar en los pasos críticos del procedimiento? Esta pregunta se intentó responder de varias maneras, se pensó en utilizar

algún tipo de rejilla metálica, usar una caja recortando espacios para simular el tórax. Sin embargo, pese a una gran lluvia de ideas, no se lograba establecer una idea que cumpliera la ilusión que se estaba buscando. Fue hasta que se pensó en recrear el modelo óseo de la caja torácica donde se alcanzó el *insight*. Al buscar un modelo clásico de un esqueleto para intentar usarlo como molde, el proceso de pensamiento resolvió que sería más fácil y accesible; usar y adaptar un modelo anatómico de un esqueleto prefabricado.

El análisis del paso o pasos críticos para trasladarlos a un ambiente simulador, es un proceso de pensamiento indispensable para desarrollar un simulador quirúrgico que logre fortalecer y alcanzar los objetivos planteados. Puede representar un desafío, pero cuando el simulador permite representar el paso crítico del procedimiento se concreta la pieza del rompecabezas que permite enlazar el resto de las piezas, es entonces que se alcanza el *insight* del proceso creativo.

D. Materiales secundarios y recursos complementarios.

¿Cómo se puede simular complementos para el paso crítico y el resto de la secuencia de pasos? La secuencia de pasos incluye la incisión en la piel y la disección de los tejidos. Por tanto, se propuso simular las capas de la pared torácica con material análogo de tapicería, o mercería, como telas, alambres, resortes, cuerdas, que simulan partes del cuerpo. Se utilizó fomi que parecía piel, hule espuma que parece tejido adiposo y plástico tenso como la pleura. No se encontró un material convincente para simular el músculo, debido a que para el desarrollo de la destreza se debe disecar, no encontrando así un material que pudiera desgarrarse con la tensión y fuerza del instrumental quirúrgico. Así que, para el músculo, se utilizó carne de res cruda que se iba a desechar. Por último, se colocó un globo dentro de la caja torácica para enfatizar el cuidado del procedimiento, ya que, si fuese sin cautela, el globo se dañaría (fig. 2).

¿Qué materiales reales pueden complementar la secuencia de pasos de la técnica? Material real (sello de

agua, antiséptico, gorro, sonda endopleural, guantes, etc.) o simulado (agua con colorante que asemeje a yodopovidona, fragmento de un tubo que simule la sonda, etc.).

Evaluación y reflexión (Fase V, verificación): una vez que se maqueta un prototipo, es necesario ponerlo a prueba una y otra vez, retroalimentando desde diferentes perspectivas (docente-estudiante) la funcionalidad, ergonomía y el alcance de los objetivos didácticos (fig. 3).

El simulador para colocar sonda endopleural se utilizó con residentes de primer año y con estudiantes de Medicina, ha sido evaluado empíricamente por pares (cirujanos experimentados) y la propuesta ha sido presentada en congresos nacionales, retroalimentándose en varias ocasiones. En este año realizamos una encuesta de manera aleatoria, con base en una escala de respuesta tipo Likert a 10 usuarios que hubieran practicado alguna ocasión en los últimos 7 años con el simulador, para valorar de manera retrospectiva la apreciación del usuario.

Resultados

En la encuesta realizada a los usuarios, el 20% eran cirujanos experimentados, un 30% eran residentes de cirugía, 30% médicos internos de pregrado y 20% estudiantes de octavo semestre de la carrera de medicina. Estas fueron las preguntas y resultados:

1. ¿Le pareció que el simulador cumple lo necesario para simular el procedimiento de colocación de sonda endopleural? El 100% de los participantes respondió afirmativamente, graduando el 70% la apreciación más alta (valor de 5) y 30% la apreciación de «bastante» (valor de 4).
2. En retrospectiva, ¿considera que la práctica con el simulador artesanal contribuyó a su propio desarrollo de destrezas o al de otros practicantes? El 60% de los participantes respondió graduando la apreciación más alta (valor de 5), 30% la apreciación de «bastante» (valor de 4) y 10% la apreciación de «poco» (valor 3).
3. ¿Qué tanto considera que el simulador asemeja un paciente real? El 60% de los participantes respondió



Figura 2 Simulador artesanal de bajo costo para el desarrollo de destrezas para alcanzar la competencia de colocar una sonda endopleural.

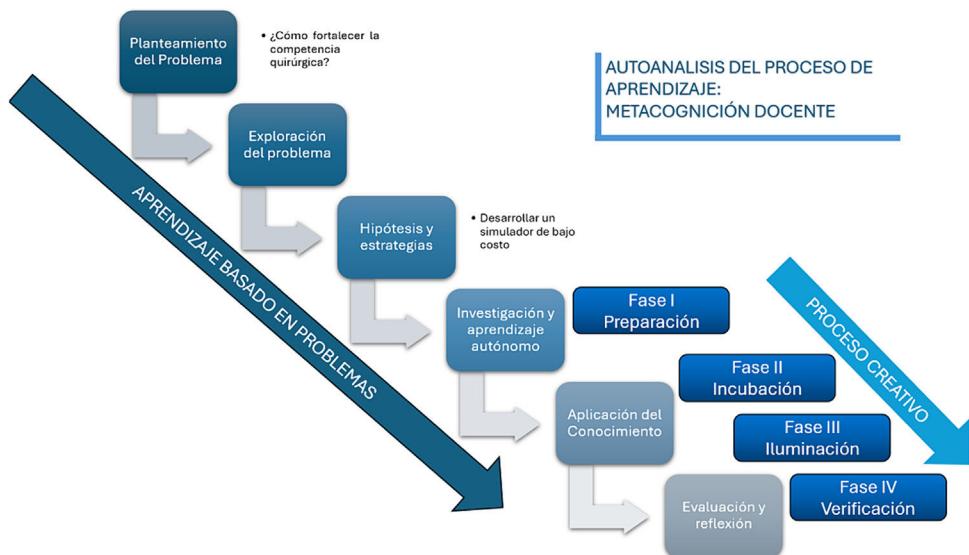


Figura 3 Metacognición docente.

graduando la apreciación más alta «mucho», 30% la apreciación de «bastante» y 10% la apreciación de «poco».

4. ¿Considera que los materiales usados para el simulador son adecuados? El 50% de los participantes respondió graduando la apreciación más alta «mucho», el 40% la apreciación de «bastante» y 10% la apreciación de «poco».
5. ¿Considera que la práctica con el simulador fue útil en su práctica profesional? El 60% de los participantes respondió graduando la apreciación más alta «mucho», el 20% la apreciación de «bastante», el 10% la apreciación de «poco» y un 10% la apreciación de «muy poco».
6. ¿Qué tanto recomendaría el uso de este simulador en la educación quirúrgica de pregrado y residencias médicas? El 80% de los participantes respondió graduando la apreciación más alta «mucho» y el 20% la apreciación de «bastante».

El 100% de los participantes refirió que les había gustado el uso del simulador. Se agrego una sección de pregunta abierta en enfocada a ¿qué les había gustado del simulador? Donde los participantes destacaron los materiales, la practicidad para usarse y construirse, así como los aprendizajes obtenidos durante su uso.

La última pregunta (también abierta) se enfocó a ¿qué mejorías del simulador? Donde 60% de los participantes se refirieron satisfechos y que no le harían cambios; el 30% enfocaron su respuesta a la experiencia usuario-simulador, proponiendo tener un mayor número de intentos o tiempo para usar el simulador. Por último, el uno de los participantes sugirió agregar un mecanismo que simule sangrado de estructuras.

Actualmente esta propuesta de simulador creado para responder a una problemática docente; ha permitido retroalimentar a los estudiantes en el desarrollo de destrezas, con el fin de complementar el proceso de aprendizaje y ofrecer mayor seguridad a los pacientes. La perspectiva docente lo resume de la siguiente manera:

- A. Refuerza de manera práctica el aprendizaje teórico de la secuencia de pasos recomendados en la literatura para colocar una sonda endopleural.
- B. Refuerza de manera práctica los «pasos críticos» para evitar complicaciones al colocar una sonda endopleural.
- C. Refuerza habilidades básicas (conocimientos previos) necesarias para realizar este procedimiento como corte, disección, sutura con instrumental y nudos con las manos.
- D. Permite la retroalimentación docente-residente de manera inmediata.

Discusión y conclusión

El inicio de procedimientos en el paciente, sin previo ensayo es cada día menos recomendable. Las habilidades quirúrgicas deberán desarrollarse a conciencia, bajo supervisión, y corregidas a tiempo en un entorno seguro. Como señala el Dr. Lanzarini E., la simulación de habilidades quirúrgicas debe ser considerada con imperativo ético, ya que los pacientes deben ser protegidos como sea posible¹⁵. Por lo cual, el cirujano docente debe tener un compromiso con el desarrollo de las habilidades de los residentes quirúrgicos que esté marcado por el principio de no maleficencia, de ahí su compromiso con buscar alternativas de bajo costo y que estén al alcance de su contexto.

La inequidad en el aprendizaje quirúrgico existe, pero no es solo una responsabilidad institucional proveer los elementos para alcanzar el perfil de egreso de un cirujano competente con un perfil humanista. Es una responsabilidad del docente y del estudiante. Es una responsabilidad con las generaciones futuras¹⁶. Es necesario romper con las limitaciones preconcebidas por un estado socioeconómico o cultural. Es necesario desarrollar competencias docentes, tanto en el cirujano formado como el que está en formación. Las teorías del aprendizaje no pueden quedarse dentro del aula, tienen que trasladarse al mundo real, empezando por el propio docente. Como cita Amineh¹, la idiosincrasia del

docente es importante porque determina el alcance de los cambios que puede implementar en su enseñanza.

Las prospectivas de este proyecto de simulación artesanal se encaminan a implementarse en estrategias educativas para el desarrollo de competencias quirúrgicas. Se buscará la validación científica, su comparación con un simulador comercial y, si es posible, trasladar estas competencias al paciente real. Será importante evaluar en un futuro que tanta confianza, tanto del residente como del docente, se obtiene después de la práctica en un simulador artesanal de bajo costo validado.

El aprendizaje de esta experiencia nos ha permitido trasladar del proceso creativo mencionado al desarrollo de otros simuladores artesanales o modelos para simulación de bajo costo, que contribuyen al desarrollo de destrezas de diferentes procedimientos quirúrgicos en nuestra institución. Destacamos y enfatizamos que el elemento de mayor utilidad para el desarrollo de un simulador artesanal es, el *insight* del proceso creativo; *la simulación del paso crítico con materiales clave*.

Este trabajo invita al desarrollo de la metacognición para el estudiante y para el docente. «Aprender a aprender» a «ser docente» es el verdadero reto para el cirujano. Autorregular su aprendizaje y ponerlo en práctica para resolver sus problemáticas educativas es el mejor ejemplo de un aprendizaje significativo. Aplicando las palabras del trabajo de Sonia Osses, 2008, al contexto quirúrgico¹⁷, se podría decir que para formar residentes metacognitivos es necesario contar con cirujanos docentes metacognitivos.

Declaración sobre la inteligencia artificial generativa y las tecnologías asistidas por IA en el proceso de escritura

Durante la preparación de este trabajo, los autores utilizaron Chat GPT con el fin de mejorar la gramática, sintaxis y vocabulario al traducirse al inglés. Después de usar esta herramienta, los autores revisaron y editaron el contenido según fuera necesario y asumen toda la responsabilidad por el contenido de la publicación.

Responsabilidades éticas

Los autores de este manuscrito han tenido en cuenta las instrucciones para los autores y las responsabilidades éticas, entre ellas que todos los autores firmantes cumplen los requisitos de autoría, declarando todos; que no existe ningún conflicto de interés en la elaboración de este manuscrito.

Financiación

Este proyecto no contó con financiación externa.

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no tienen ningún conflicto de intereses.

Presentaciones en congresos

La propuesta inicial de como elaborar un simulador artesanal para desarrollar destrezas para colocación de una sonda endopleural, fue presentado en la categoría de Video, de los trabajos libres presentados en el XLII Congreso Internacional de Cirugía General realizado del 7 al 12 de octubre del 2018, Guadalajara, Jalisco, México.

Agradecimientos

Al cirujano Gabriel del Toro Aviña y a los residentes de cirugía general del estado de Nayarit, México, quienes inspiran y hacen posible el aprendizaje del cirujano docente.

Bibliografía

1. Amineh RJ, Asl HD. Review of constructivism and social constructivism. *J Soc Sci Lit Lang.* 2015;1(1):9–16.
2. Szabó F, Csépés I. Constructivism in language pedagogy. *Hung Educ Res J* [Internet]. 2022 [consultado 22 Jul 2024]. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/Constructivism-in-language-pedagogy-Szab%C3%B3-Cs%C3%A9p%C3%A9s/30c3ffee64e25c07fe9453558e13af1b3261a522>.
3. Gonzalez-Argote J, Castillo-González W. Problem-based learning (PBL), review of the topic in the context of health education. *Sem Med Writ Educ.* 2024;3:57. <https://doi.org/10.56294/mw202457>.
4. Morales Bueno P. Taller aprendizaje basado en problemas. *Rev Bio Graf Escr Sobre Biol Su Ensenanza* [Internet]. 2017;10(19):1493. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.extra2017-7327>.
5. ten Haven A, Pragt E, van Luijk SJ, DHJM Dolmans, van Mook WNKA. Creativity: a viable and valuable competency in medicine? a qualitative exploratory study. *Med Teach.* 2022;44:1158–64.
6. Rifai I, Prawati MT, Setiadi CJ, Wijasa HK, Amelia A, Albalhareth AH. With the new technology in hands and new audiences in minds: a review of creative adaptation process model. *E3S Web Conf* [Internet]. 2023;426:02105. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202342602105>.
7. Wallas G. *The art of thought*. London: J. Cape; 1926;320.
8. Peraça Graça, Montoito Rafael. Creativity and creative thinking: a practical study on the models of Wallas and Hadamard [consultado 22 Jul 2024]. Disponible en: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:267207715>.
9. Compton P. Insight and knowledge. En *AAAI Spring Symposium: Cognitive Aspects of Knowledge Acquisition*; 1992. p. 57–63.
10. Izquierdo LR, Galán Ordax JM, Santos JL, Del Olmo Martínez R. Modelado de sistemas complejos mediante simulación basada en agentes y mediante dinámica de sistemas. *Empiria Rev Metodol Cienc Soc* [Internet]. 2008;16:85. <https://doi.org/10.5944/empiria.16.2008.1391>.
11. Manz CC, Sims HP. Vicarious learning: the influence of modeling on organizational behavior. *Acad Manag Rev* [Internet]. 1981;6(1):105. <https://doi.org/10.2307/257144>.
12. McCormick R. Conceptual and procedural knowledge. *Int J Technol Des Educ* [Internet]. 1997;7(1–2):141–59. <https://doi.org/10.1023/a:1008819912213>.
13. Olivera SW. *Taxonomía de Bloom*. , 4Universidad Cesar Vallejo; 2011.
14. Laws D. BTS guidelines for the insertion of a chest drain. *Thorax* [Internet]. 2003;58(90002). https://doi.org/10.1136/thorax.58.suppl_2.ii53 53ii–59ii.

15. Lanzarini S.E., Schonstedt P.V., Abedrapo M.M., Yarmuch G.J., Csendes J.A. and Rodriguez N.A., Simulación: una herramienta útil en la formación quirúrgica moderna, *Rev Chil Cirugia* [Internet], **60** (2):167-169, 2008, <https://doi.org/10.4067/s0718-40,262,008,000,200,016>.
16. Campos A. Enseñanza de la cirugía y responsabilidad hacia las generaciones futuras. *Cir Gen.* 2019;41(1):63–8.
17. Osse Bustingorry S, Jaramillo Mora S. Metacognición: un camino para aprender a aprender. *Estud Pedagog* (Valdivia) [Internet]. 2008;34(1). <https://doi.org/10.4067/s0718-07052008000100011>.