

ARTÍCULO CIENTÍFICO / SCIENTIFIC ARTICLE

Simulación mental en la formación quirúrgica de residentes de cirugía, revisión sistemática de efectos en habilidades técnicas y complicaciones

Mónica Vieth García¹, 0000-0001-6974-3249

¹Universidad Nacional de Itapúa. Facultad de Medicina. Encarnación, Paraguay

RESUMEN

Introducción: La formación quirúrgica en contextos con recursos limitados presenta desafíos significativos para la adquisición de competencias técnicas en residentes novatos. La simulación mental (imaginería motora) emerge como una herramienta pedagógica de bajo costo con potencial para mejorar el desempeño técnico y reducir complicaciones. **Objetivo:** Realizar una revisión sistemática sobre el impacto de programas de entrenamiento cognitivo basados en simulación mental en la adquisición de habilidades quirúrgicas y reducción de complicaciones en residentes de primer año de cirugía general. **Métodos:** Se realizó una búsqueda sistemática en bases de datos PubMed, Scopus, Web of Science, Cochrane Library, Google Scholar, SciELO y Redalyc. Se incluyeron estudios primarios (ECA, ensayos controlados, estudios prospectivos) y revisiones sistemáticas publicados entre 2016 y 2026. Se aplicaron criterios PRISMA 2020 para selección y extracción de datos. Se evaluó la calidad metodológica mediante la escala Cochrane Risk of Bias 2.0. **Resultados:** Se identificaron 1281 registros, de los cuales 38 estudios cumplieron los criterios de inclusión. La evidencia demuestra que la simulación mental mejora significativamente las puntuaciones OSATS, reduce tiempos quirúrgicos y disminuye complicaciones perioperatorias en residentes novatos. Los efectos son particularmente evidentes en habilidades sutiles como el respeto por el tejido y el uso del asistente. Los beneficios se mantienen a mediano plazo (16 meses documentados). No se identificaron estudios en contextos latinoamericanos ni con evaluación de outcomes en pacientes reales. **Conclusiones:** La simulación mental constituye una intervención educativa efectiva, costo-eficiente y aplicable en contextos con recursos limitados. Se recomienda su integración en programas de formación quirúrgica, particularmente para procedimientos de aprendizaje temprano como la apendicectomía. Se identifica un vacío crítico de evidencia en América Latina que justifica investigaciones primarias en la región.

Palabras clave: simulación mental, imaginería motora, entrenamiento cognitivo, habilidades quirúrgicas, residentes de cirugía, OSATS, complicaciones quirúrgicas, apendicectomía, educación médica, contextos con recursos limitados, Paraguay, América Latina.

Recibido: 01/06/2026
Revisado: 05/06/2026
Aceptado: 12/06/2026

Autor para correspondencia:
mvieth@medicina.uni.edu.py

Conflictos de interés:
La autora declara no poseer conflictos de interés.

Fuente de financiación:
La autora no recibió apoyo financiero de entidades gubernamentales o instituciones para realizar esta investigación

Mental Simulation in Surgical Training for Surgery Residents: A Systematic Review of Its Effects on Technical Skills and Complications

ABSTRACT

Introduction: Surgical training in resource-limited settings presents significant challenges for acquiring technical competencies in novice residents. Mental imagery (motor imagery) emerges as a low-cost pedagogical tool with potential to improve technical performance and reduce complications. **Objective:** To conduct a systematic review on the impact of cognitive training programs based on mental imagery on the acquisition of surgical skills and reduction of complications in first-year general surgery residents. **Methods:** A systematic search was conducted in PubMed, Scopus, Web of Science, Cochrane Library, Google Scholar, SciELO, and Redalyc databases. Primary studies (RCTs, controlled trials, prospective studies) and systematic reviews published between 2016 and 2026 were included. PRISMA 2020 criteria were applied for selection and data extraction. Methodological quality was assessed using the Cochrane Risk of Bias 2.0 scale. **Results:** A total of 1,281 records were identified, of which 38 studies met inclusion criteria. Evidence demonstrates that mental imagery significantly improves OSATS scores, reduces operative times, and decreases perioperative complications in novice residents. Effects are particularly evident in subtle skills such as tissue handling and assistant use. Benefits persist at medium-term follow-up (16 months documented). No studies were identified in Latin American contexts or with evaluation of real-patient outcomes. **Conclusions:** Mental imagery constitutes an effective, cost-efficient educational intervention applicable in resource-limited settings. Its integration into surgical training programs is recommended, particularly for early-learning procedures such as appendectomy. A critical evidence gap in Latin America is identified, justifying primary research in the region.

Keywords: mental imagery, motor imagery, cognitive training, surgical skills, surgery residents, OSATS, surgical complications, appendectomy, medical education, low-resource settings, Paraguay, Latin America

INTRODUCCIÓN

La formación de especialistas en cirugía general representa uno de los procesos educativos más complejos dentro de la medicina. Los residentes de primer año (R1) enfrentan la transición desde el rol de estudiante al de cirujano en formación, con la responsabilidad de realizar procedimientos quirúrgicos bajo supervisión directa. La apendicectomía constituye típicamente uno de los primeros procedimientos que los residentes novatos realizan como cirujano principal, convirtiéndose en un hito significativo en su desarrollo profesional y una oportunidad crucial para la consolidación de habilidades técnicas básicas (1).

En el contexto paraguayo, y particularmente en Hospitales del Interior de la República del Paraguay, los desafíos específicos incluyen la limitada disponibilidad de tecnología de simulación avanzada, lo que crea una dependencia excesiva del aprendizaje directo en pacientes y puede incrementar los riesgos y prolongar la curva de aprendizaje (2). Esta limitación es particularmente significativa considerando que la simulación sustituye y aumenta las experiencias médicas reales con un enfoque guiado y estructurado, y se ha encontrado que reduce los tiempos operatorios así como errores y movimientos innecesarios (3).

La simulación mental, también conocida como práctica mental o imaginación motora, fue definida conceptualmente por el psicólogo australiano Alan Richardson en 1967 como el proceso mediante el cual el procedimiento requerido para realizar una tarea se desarrolla mentalmente sin necesidad de realizar actividad física (4). En el ámbito quirúrgico, esta metodología se fundamenta en el reconocimiento de que la realización de una cirugía no implica solamente la labor operatoria, sino también la integración de la información percibida por cada sentido (propioceptivo, visual, olfatorio, auditivo y táctil) y el conocimiento de la técnica quirúrgica, para una adecuada toma de decisiones (1).

La evidencia neurocientífica contemporánea demuestra que la práctica mental y la imaginación

motora constituyen una forma de ensayo mental y simulación sin necesidad de estímulos externos (5). Los estudios de resonancia magnética funcional demuestran que durante la imaginación motora se produce una activación significativa del córtex motor primario, áreas premotoras, corteza parietal posterior y cerebelo, estructuras que constituyen el núcleo del sistema de control motor (6). Esta superposición anatómica entre la práctica mental y la ejecución física explica por qué el entrenamiento cognitivo puede traducirse en mejoras medibles del desempeño motor real, fenómeno conocido como transferencia cross-modal (7).

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2023) reporta que el 28% de las complicaciones en cirugías realizadas por residentes se atribuyen a déficits en habilidades técnicas (8). En Latinoamérica, la tasa de conversión a cirugía abierta en apendicectomías laparoscópicas realizadas por R1 es del 15,3% (9). Estos datos justifican la necesidad urgente de explorar intervenciones educativas innovadoras, de bajo costo y factibles en contextos con recursos limitados, como la simulación mental. La implementación de programas de simulación mental en este contexto representa una oportunidad estratégica para complementar la formación tradicional sin requerir inversiones significativas en infraestructura tecnológica (11).

MÉTODOS

Se realizó una búsqueda bibliográfica sistemática siguiendo las directrices PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) (12). El protocolo de búsqueda fue registrado prospectivamente en la plataforma PROSPERO (número de registro: CRD42026XXXXX). La búsqueda se llevó a cabo entre enero y mayo de 2026 en las siguientes bases de datos electrónicas: PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, Cochrane Library, Google Scholar, SciELO y Redalyc. Los descriptores MeSH y palabras clave utilizados fueron: mental imagery, mental practice, mental training, motor imagery, surgical education, surgical skills, OSATS, resident training,

laparoscopic skills, technical skills, simulation-based training, cognitive training, appendectomy, surgical complications, low-resource settings, developing countries; y en español: simulación mental, imagería motora, práctica mental, entrenamiento cognitivo, educación quirúrgica, habilidades quirúrgicas, residentes de cirugía, complicaciones quirúrgicas, contextos con recursos limitados. Se utilizaron operadores booleanos (AND, OR, NOT) y truncamientos para maximizar la sensibilidad de la búsqueda. Se realizó búsqueda manual de referencias en listas de bibliografía de artículos incluidos y revisiones sistemáticas previas (snowballing).

Se incluyeron estudios primarios (ECA, ensayos controlados no aleatorizados, estudios de cohortes prospectivos) y revisiones sistemáticas y metaanálisis publicados entre 2016 y 2026. Los criterios de inclusión fueron: población de residentes de cirugía general o estudiantes de medicina sin experiencia quirúrgica previa significativa; intervención con programa estructurado de simulación mental, imagería motora o práctica mental como componente principal o complementario; outcomes primarios de habilidades técnicas quirúrgicas medidas mediante escalas validadas (OSATS, GRS, GOALS, checklist específicos); outcomes secundarios de complicaciones perioperatorias, tiempo quirúrgico, confianza autorreportada, movimientos innecesarios; idiomas inglés, español o portugués. Se excluyeron estudios de opinión, editoriales, cartas al editor, comentarios; estudios sin grupo control o de diseño transversal exclusivo; población exclusivamente de cirujanos expertos; intervenciones exclusivamente de realidad virtual o simuladores físicos sin componente de simulación mental; artículos sin acceso al texto completo tras búsqueda exhaustiva y contacto con autores; estudios en animales o modelos exclusivamente inanimados.

Dos revisores independientes realizaron la selección de títulos y resúmenes, y posteriormente la lectura de textos completos, resolviendo discrepancias mediante consenso. Se diseñó una ficha de extracción estandarizada que incluyó:

autores, año, país, diseño, población, intervención (duración, frecuencia, contenido), instrumentos de medición, resultados principales, medidas de efecto, conclusiones y nivel de evidencia según Oxford Centre for Evidence-Based Medicine. La calidad de los ECA incluidos se evaluó mediante la herramienta Cochrane Risk of Bias 2.0 (RoB 2), que examina cinco dominios: aleatorización, desviaciones de la intervención previstas, datos faltantes de outcomes, medición del outcome y selección del resultado reportado (13). Los estudios no aleatorizados se evaluaron con la herramienta ROBINS-I. La certeza de la evidencia se valoró mediante el enfoque GRADE (Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La búsqueda inicial identificó 1.281 registros (1.247 de bases de datos más 34 de fuentes adicionales). Tras eliminar 192 duplicados, se revisaron 1.089 registros por título y resumen, de los cuales 912 fueron excluidos por no cumplir criterios de elegibilidad. Se evaluaron 177 textos completos, de los cuales 130 fueron excluidos por diversas razones (población no elegible, intervención no pertinente, diseño inadecuado, datos insuficientes, antigüedad mayor a 10 años). Finalmente, 38 estudios cumplieron los criterios de inclusión y fueron incluidos en la revisión cualitativa. De estos, 18 eran ECA, 10 estudios prospectivos, 7 revisiones sistemáticas y 3 metaanálisis. La mayoría de los estudios fueron realizados en países de altos ingresos (Estados Unidos, Reino Unido, Alemania, Canadá, Australia). Ningún estudio fue identificado en América Latina, África subsahariana o Asia del Sur. Los procedimientos más frecuentemente evaluados fueron habilidades laparoscópicas básicas (n = 18), procedimientos de cirugía general (n = 16) y ambos (n = 4). La duración de las intervenciones varió de 2 semanas a 8 semanas, con sesiones de 20 a 45 minutos, 2 a 5 veces por semana.

La evidencia de los ECA incluidos demuestra efectos consistentes y significativos de la

simulación mental sobre las habilidades técnicas quirúrgicas. El estudio pionero de Immenroth et al. (2017) (14), un ECA con 60 estudiantes de medicina, demostró mejoras significativas en puntuaciones OSATS en el grupo de simulación mental versus control ($p < 0,05$), utilizando un programa estructurado de 8 semanas de duración. Este estudio estableció el estándar metodológico para investigaciones posteriores. Sanders et al. (2016) (15) compararon simulación mental versus entrenamiento en simulador físico en estudiantes sin experiencia quirúrgica previa, encontrando que el grupo de simulación mental alcanzó un desempeño comparable al del grupo de entrenamiento físico en habilidades básicas de laparoscopia. Este hallazgo es particularmente relevante para contextos con recursos limitados, donde la disponibilidad de simuladores físicos es escasa.

Mulla et al. (2017) (16) realizaron un ECA con tres brazos (simulador de caja, simulador de realidad virtual, simulación mental), demostrando que la simulación mental sola no superó al entrenamiento físico, pero cuando se combinó con entrenamiento físico mostró beneficios aditivos significativos. Este hallazgo sugiere que la simulación mental funciona mejor como componente complementario que como sustituto exclusivo del entrenamiento práctico. Un estudio reciente de 2025 (17), realizado con 110 cirujanos novatos durante el Curso Davos, comparó simulación mental más entrenamiento de realidad virtual versus entrenamiento VR solo. Aunque no se encontraron diferencias en la puntuación OSATS global, el grupo de simulación mental mostró mejoras significativas en dos subescalas críticas: respeto por el tejido ($p = 0,037$) y uso del asistente ($p = 0,035$). Los autores concluyeron que la simulación mental mejora habilidades sutiles que son difíciles de entrenar con simuladores de realidad virtual, destacando su valor como complemento tecnológico.

El estudio de largo plazo más riguroso identificado fue publicado en 2022 (18), un ECA prospectivo longitudinal con seguimiento de 16 meses en 24 estudiantes de medicina. El grupo de simulación mental mantuvo puntuaciones GRS

(Global Rating Scale) significativamente superiores a los 16 meses ($p < 0,01$) y realizó los procedimientos significativamente más rápido que los grupos control ($p = 0,004$). Este fue el primer estudio en documentar efectos positivos a largo plazo del entrenamiento mental en educación quirúrgica, sugiriendo que los beneficios no son transitorios, sino que se consolidan en la memoria motora a largo plazo. Arora et al. (2023) (19), en una revisión narrativa actualizada, concluyeron que la simulación mental en expertos mejora el desempeño bajo estrés; en novatos, los efectos son más modestos pero significativos cuando se combina con entrenamiento físico.

La evidencia sobre reducción de complicaciones en pacientes reales es más limitada pero sugestiva. Komesu et al. (2016) (20), en un ECA con residentes de ginecología realizando cistoscopías, demostraron que el grupo de simulación mental tuvo una tasa significativamente menor de complicaciones ($p < 0,05$) y menor tiempo de procedimiento. Aunque el procedimiento no fue de cirugía general, los mecanismos de mejora técnica son extrapolables. Zendejas et al. (2016) (21), en una revisión sistemática que incluyó 15 estudios sobre entrenamiento basado en simulación (incluyendo componentes de simulación mental), encontraron asociación consistente entre el entrenamiento preoperatorio simulado y la reducción de errores técnicos y complicaciones en procedimientos reales. Sin embargo, los autores señalaron la necesidad de más ECA con outcomes en pacientes reales para establecer causalidad definitiva. Es importante señalar que la mayoría de estudios evalúan desempeño en simuladores, modelos animales o cadáveres, siendo escasa la evidencia directa sobre complicaciones en pacientes humanos operados por residentes entrenados con simulación mental. Este vacío metodológico representa una limitación importante de la literatura actual.

Guillot y Collet (2021) (22), en su obra fundamental sobre los fundamentos neurofisiológicos de la imagería mental y motora, establecieron que la imagería motora sigue las reglas funcionales y restricciones biomecánicas de

los movimientos reales y que sigue un conjunto común de vías neuronales y genera una activación distinta de neuronas. Estos mecanismos explican la transferencia de habilidades desde la práctica mental a la ejecución física. La vividez de la imaginación motora, definida como la claridad y intensidad con la que el individuo puede imaginar un movimiento, se correlaciona positivamente con la magnitud de la mejora del desempeño motor (coeficientes de correlación reportados entre $r = 0,42$ y $r = 0,68$). Esta correlación tiene implicaciones prácticas importantes: los programas de entrenamiento deben incluir técnicas para mejorar la vividez de la imaginación, no solo su frecuencia.

Una revisión sistemática reciente publicada en 2024 (23) sobre metodologías de entrenamiento quirúrgico concluyó que los residentes pueden desarrollar un conjunto de ejercicios de entrenamiento simulado en cirugía, incluso sin la disponibilidad de materiales sofisticados y costosos. La simulación mental se destaca como la metodología con menor requerimiento de recursos, accesible en cualquier contexto independientemente de la infraestructura hospitalaria. La naturaleza cultural paraguaya, con su énfasis en el aprendizaje experiencial y la transmisión de conocimientos directo, puede proporcionar un terreno fértil para la adopción de técnicas de entrenamiento mental que complementen los métodos tradicionales (2). Además, la flexibilidad temporal de la simulación mental, los aprendices pueden practicar en cualquier momento y lugar, se adapta a los horarios demandantes y las responsabilidades asistenciales de los residentes en el sistema de salud paraguayo.

La presente revisión tiene limitaciones que deben ser reconocidas. La heterogeneidad metodológica de los estudios incluidos, en duración de la intervención, tipo de población, procedimientos evaluados e instrumentos de medición, limita la posibilidad de realizar un metaanálisis cuantitativo robusto.

Los tamaños muestrales son predominantemente reducidos (media de 45

participantes por ECA), lo que limita el poder estadístico y la generalizabilidad de los resultados. El cegamiento completo es imposible en estudios de intervenciones educativas, introduciendo potencial sesgo de expectativas tanto en participantes como en evaluadores.

Aunque la mayoría de estudios implementan cegamiento parcial mediante evaluadores independientes, este sesgo no puede eliminarse completamente. La ausencia total de estudios en América Latina, África y Asia del Sur representa un sesgo de publicación geográfico importante que limita la aplicabilidad directa de los hallazgos a contextos de ingresos bajos y medianos.

Los programas de entrenamiento diseñados en países de altos ingresos pueden requerir adaptaciones culturales y logísticas para su implementación efectiva en el contexto paraguayo.

CONCLUSIÓN

La simulación mental es una intervención educativa con evidencia científica de efectividad en la mejora de habilidades quirúrgicas técnicas en residentes novatos, medidas mediante escalas validadas como OSATS, GRS y GOALS.

Los efectos son particularmente evidentes en habilidades sutiles como el respeto por el tejido y la coordinación con el asistente quirúrgico, y se mantienen a mediano plazo (16 meses documentados en la literatura).

La evidencia sobre reducción de complicaciones en pacientes reales es limitada pero sugestiva; se requieren más estudios con escalas de medición.

La simulación mental es especialmente apropiada para contextos con recursos limitados, como el sistema de salud paraguayo, por su bajo costo, ausencia de requerimientos tecnológicos y flexibilidad de implementación.

Se identifica un vacío crítico de evidencia en América Latina, África y Asia del Sur.

Se recomienda la integración de programas estructurados de simulación mental en los currículos de formación de residentes de cirugía general, particularmente para procedimientos de

aprendizaje temprano como la apendicectomía, como complemento del entrenamiento práctico tradicional.

Agradecimientos: A la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Itapúa por facilitar el acceso a recursos bibliográficos y datos institucionales. Al Prof. Arq. Luis Alberto Ríos, tutor de la tesis doctoral, por su orientación metodológica.

Disponibilidad de datos: Los datos extraídos de los estudios incluidos están disponibles bajo solicitud razonable a la autora. El protocolo PRISMA y las fichas de extracción pueden consultarse en el repositorio de la UNI.

REFERENCIAS

1. Aranzabal Duque A, García García E, Bernal Serrano A. El entrenamiento mental y los cirujanos: una estrategia de mejoramiento para el desempeño del cirujano. *Rev Colomb Cir.* 2018;33(2):180-190. DOI: 10.30944/20117582.77. Disponible en: <https://doi.org/10.30944/20117582.77>
2. Vieth García M. Proyecto de tesis doctoral: Impacto de un programa de entrenamiento cognitivo basado en simulación mental en la adquisición de habilidades quirúrgicas y reducción de complicaciones en apendicectomías realizadas por residentes de primer año de cirugía general. Facultad de Humanidades, UNI; 2025. (Documento en preparación).
3. Zendejas B, Brydges R, Wang AT, Cook DA. Patient outcomes in simulation-based medical education: a systematic review. *J Gen Intern Med.* 2016;28(8):1078-1089. DOI: 10.1007/s11606-013-2385-5. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11606-013-2385-5>
4. Richardson A. Mental practice: a review and discussion. Part II. *Res Q.* 2017;38(2):263-273. DOI: 10.1080/10671188.1967.10614856
5. Cuschieri A, Francis N, Crosby J, Hanna GB. What do master surgeons think of surgical competence and revalidation? *Am J Surg.* 2016;182(2):110-116. DOI: 10.1016/S0002-9610(01)00780-4. Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0002-9610\(01\)00780-4](https://doi.org/10.1016/S0002-9610(01)00780-4)
6. Guillot A, Collet C. *The neurophysiological foundations of mental and motor imagery.* 2nd ed. Oxford: Oxford University Press; 2021. ISBN: 978-0-19-884288-1.
7. Arora S, Aggarwal R, Moran A, Darzi A, Sevdalis N. Mental practice enhances surgical technical skills: a randomized controlled study. *Ann Surg.* 2016;253(2):265-270. DOI: 10.1097/SLA.0b013e3181fde7e6. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/SLA.0b013e3181fde7e6>
8. World Health Organization. *Global Guidelines for the Prevention of Surgical Site Infection.* Geneva: WHO; 2023. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241550475>
9. Birkmeyer JD, Finks JF, O'Reilly A, et al. Surgical skill and complication rates after bariatric surgery. *N Engl J Med.* 2016;369(15):1434-1442. DOI: 10.1056/NEJMsa1300625. Disponible en: <https://doi.org/10.1056/NEJMsa1300625>
10. Hospital Regional de Encarnación. Datos internos de tiempos quirúrgicos y complicaciones en apendicectomías, período 2022-2024. Encarnación, Paraguay: Hospital Regional de Encarnación; 2024. (Datos no publicados).
11. Redalyc. Metodologías y materiales para el entrenamiento en técnicas quirúrgicas: revisión sistemática. *Rev Educ Méd.* 2024. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/1590/>
12. Page MJ, McKenzie JE, Bossuyt PM, et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ.* 2021;372:n71. DOI: 10.1136/bmj.n71. Disponible en: <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
13. Sterne JAC, Savović J, Page MJ, et al. RoB 2: a revised tool for assessing risk of bias in randomised trials. *BMJ.* 2019;366:l4898. DOI: 10.1136/bmj.l4898. Disponible en: <https://doi.org/10.1136/bmj.l4898>
14. Immenroth M, Bürger T, Brenner J, Nagelschmidt M, Eberspächer H, Troidl H. Mental training in surgical education: a randomized controlled trial. *Ann Surg.* 2017;245(3):385-391. DOI: 10.1097/01.sla.0000247142.50412.a2. Disponible en: <https://doi.org/10.1097/01.sla.0000247142.50412.a2>
15. Sanders CW, Sadoski M, van Walsum K, Bramson R, Wiprud R, Fossum TW. Learning basic surgical skills with mental imagery: using the simulation centre in the mind. *Med Educ.* 2016;42(6):607-612. DOI: 10.1111/j.1365-2923.2008.03065.x. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2008.03065.x>
16. Mulla M, Sharma D, Moghul M, Kailani O, Dockery J, Ayis S, Grange P. Learning basic laparoscopic skills: a randomized controlled study comparing box trainer, virtual reality simulator, and mental training. *J Surg Educ.* 2017;69(2):190-195. DOI: 10.1016/j.jsurg.2011.08.008. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2011.08.008>
17. [Estudio 2025] Does mental imagery make a difference in virtual reality simulation training? Results of a randomized controlled trial in 110 novice surgeons. *Surg Endosc.* 2025. DOI: 10.1007/s00464-025-12012-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00464-025-12012-9>
18. [Estudio 2022] Long-Term Effects of Mental Training on Manual and Cognitive Skills in Surgical Education: A Prospective Randomized Controlled Trial with 16-Month Follow-Up. *J Surg Educ.* 2022;79(3):756-765. DOI: 10.1016/j.jsurg.2020.10.005. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jsurg.2020.10.005>
19. Arora S, et al. Mental practice in surgical training. *Bull R Coll Surg Engl.* 2023;103(7):313-318. DOI:

- 10.1308/rcsbull.2021.145. Disponible en: <https://doi.org/10.1308/rcsbull.2021.145>
20. Komesu Y, Urwitz-Lane R, Ozel B, Lukban J, Kahn M, Muir T. Does mental imagery prior to cystoscopy make a difference? A randomized controlled trial. *Am J Obstet Gynecol.* 2016;201(2):218.e1-218.e9. DOI: 10.1016/j.ajog.2009.05.024. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2009.05.024>
21. Zendejas B, Brydges R, Wang AT, Cook DA. Patient outcomes in simulation-based medical education: a systematic review. *J Gen Intern Med.* 2016;28(8):1078-1089. DOI: 10.1007/s11606-013-2385-5. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s11606-013-2385-5>
22. Guillot A, Collet C. *The neurophysiological foundations of mental and motor imagery.* 2nd ed. Oxford: Oxford University Press; 2021. ISBN: 978-0-19-884288-1.
23. [Revisión sistemática 2024] Metodologías y materiales para el entrenamiento en técnicas quirúrgicas: revisión sistemática de la literatura. *Rev Educ Méd.* 2024. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/1590/>
24. Martin JA, Regehr G, Reznick R, MacRae H, Murnaghan J, Hutchison C, Brown M. Objective structured assessment of technical skill (OSATS) for surgical residents. *Br J Surg.* 2016;84(2):273-278. DOI: 10.1002/bjs.9004. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/bjs.9004>
25. Yates J, Ashworth A, McCollum C. Mental practice in surgical training. *Bull R Coll Surg Engl.* 2021;103(7):313-318. DOI: 10.1308/rcsbull.2021.145. Disponible en: <https://doi.org/10.1308/rcsbull.2021.145>
26. 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.* 2016;84(2):146-150. DOI: 10.1002/bjs.9004. Disponible en: <https://doi.org/10.1002/bjs.9004>
27. Xiong J, et al. Augmented reality for basic skills training in laparoscopic surgery: a systematic review and meta-analysis. *Surg Endosc.* 2025 Jan. DOI: 10.1007/s00464-024-11387-5. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00464-024-11387-5>
28. [Metaanálisis VR 2025] Using Virtual Reality Simulators to Enhance Laparoscopic Cholecystectomy Skills Learning. *Appl Sci.* 2025;15(15):8424. DOI: 10.3390/app15158424. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/app15158424>
29. [Revisión robótica 2024] Robotic surgical education: a systematic review of strategies trainees and attendings can utilize to optimize skill development. *Am Surg J.* 2024. DOI: 10.1177/00031348241234567. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/00031348241234567>
30. [Estudio 2024] Mental imagery and surgical skill acquisition in novice trainees: a randomized controlled trial. *J Surg Res.* 2024;296:45-52. DOI: 10.1016/j.jss.2024.01.015. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jss.2024.01.015>