

<https://doi.org/10.69639/arandu.v12i2.973>

# Impacto de la Inteligencia Artificial en el Aprendizaje de Habilidades y Evaluaciones Quirúrgicas: Perspectivas en Cirugía General y Laparoscópica

*Impact of Artificial Intelligence on Surgical Skills Learning and Assessments:  
Perspectives in General and Laparoscopic Surgery*

**Juan Carlos Lema Balla**

[juan.lema@hial.mspz7.gob.ec](mailto:juan.lema@hial.mspz7.gob.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-2573-7426>

Hospital General Isidro Ayora  
Loja, Ecuador

**Carlos Lenin Cabrea Macías**

[carlosntxj@hotmail.com](mailto:carlosntxj@hotmail.com)

<https://orcid.org/0009-0009-1892-7983>

Investigador Independiente  
Machala, Ecuador

**Alison Elizabeth Rodríguez Mejía**

[aerm1604@gmail.com](mailto:aerm1604@gmail.com)

<https://orcid.org/0009-0009-0307-9301>

Investigador Independiente  
Ibarra, Ecuador

**Carolina Picasso Arias**

[caropiaris22@gmail.com](mailto:caropiaris22@gmail.com)

<https://orcid.org/0009-0006-6745-5984>

Investigador Independiente  
Lima, Perú

**Juan Diego Lanchi Campoverde**

[lanchijuandiego10@gmail.com](mailto:lanchijuandiego10@gmail.com)

<https://orcid.org/0009-0006-8644-1406>

Hospital Basico de Zumba  
Zumb, Ecuador

*Artículo recibido: 10 marzo 2025*

*- Aceptado para publicación: 20 abril 2025*

*Conflictos de intereses: Ninguno que declarar*

## RESUMEN

La inteligencia artificial (IA) está transformando la educación y evaluación quirúrgica, particularmente en las áreas de cirugía general y laparoscópica. Este artículo analiza cómo los simuladores basados en IA y las herramientas de aprendizaje automático están revolucionando el aprendizaje de habilidades técnicas y promoviendo evaluaciones objetivas, reduciendo la subjetividad de las metodologías tradicionales. Sin embargo, se identifican desafíos significativos, como la falta de acceso equitativo a estas tecnologías en contextos de recursos limitados. Se proponen intervenciones estratégicas a nivel individual, institucional y

gubernamental para superar estas barreras, asegurando una adopción ética y sostenible de la IA en entornos quirúrgicos. Este artículo tiene como objetivo explorar el papel emergente de la IA en la formación y evaluación quirúrgicas, destacando sus beneficios, limitaciones y oportunidades en el contexto ecuatoriano. Se utilizó un enfoque de análisis temático para identificar las áreas clave de impacto de la IA, categorizadas en: Adquisición de habilidades técnicas, Evaluación objetiva del desempeño quirúrgico, Adopción de IA en entornos clínicos y educativos.

*Palabras clave:* inteligencia artificial, cirugía general, cirugía laparoscópica, simuladores quirúrgicos, evaluación objetiva

### ABSTRACT

Artificial intelligence (AI) is transforming surgical education and assessment, particularly in the areas of general and laparoscopic surgery. This article analyzes how AI-based simulators and machine learning tools are revolutionizing the learning of technical skills and promoting objective assessments, reducing the subjectivity of traditional methodologies. However, significant challenges are identified, such as the lack of equitable access to these technologies in resource-limited contexts. Strategic interventions at the individual, institutional, and governmental levels are proposed to overcome these barriers, ensuring an ethical and sustainable adoption of AI in surgical settings. This article aims to explore the emerging role of AI in surgical training and assessment, highlighting its benefits, limitations, and opportunities in the Ecuadorian context. A thematic analysis approach was used to identify key areas of AI impact, categorized into: Technical Skill Acquisition, Objective Assessment of Surgical Performance, and AI Adoption in Clinical and Educational Settings.

*Keywords:* artificial intelligence, general surgery, laparoscopic surgery, surgical simulators, objective assessment

Todo el contenido de la Revista Científica Internacional Arandu UTIC publicado en este sitio está disponible bajo licencia Creative Commons Attribution 4.0 International. 

## INTRODUCCIÓN

La integración de la inteligencia artificial (IA) en la práctica médica ha abierto nuevas fronteras en el aprendizaje y la evaluación quirúrgica. Este avance tecnológico ha adquirido una relevancia particular en el ámbito de la cirugía, donde la precisión, la habilidad técnica y la capacidad de tomar decisiones en tiempo real son fundamentales. En este contexto, los simuladores quirúrgicos, los algoritmos de aprendizaje automático y las plataformas de evaluación basadas en IA están comenzando a redefinir la educación en cirugía general y laparoscópica.

La inteligencia artificial permite la optimización de actividades repetitivas, tales como la elaboración de informes médicos, la solicitud y revisión de estudios de laboratorio, de imágenes y de patología, así como la prescripción de medicamentos y la revisión de interacciones farmacológicas.

Uno de los pilares fundamentales de la inteligencia artificial radica en la teoría de la decisión, que combina las teorías de probabilidad y utilidad, ofreciendo un marco completo y formal para la toma de decisiones en condiciones de incertidumbre (Russell S. , Norvig P. , 2016). En el ámbito médico, esta tecnología facilita a los profesionales de la salud y a los pacientes la obtención de diagnósticos más rápidos y precisos, como es el caso de la detección del cáncer a través de muestras sanguíneas. Asimismo, se han implementado estas tecnologías en el análisis de la hipertensión, así como en sistemas que son capaces de prever infartos en pacientes con hasta cuatro horas de antelación, lo que permite a los cardiólogos disponer de más de tres horas adicionales para su intervención. También se han utilizado en la previsión de ventas médicas y en el ámbito educativo, a través de la implementación de métodos de aprendizaje adaptativo (Zamarripa Franco R. , 2020).

El ámbito de la cirugía laparoscópica, en particular, presenta desafíos significativos en el desarrollo de habilidades debido a su naturaleza mínimamente invasiva, la cual exige una coordinación excepcional entre la percepción indirecta a través de cámaras y la manipulación de instrumentos quirúrgicos. Tradicionalmente, la adquisición de estas competencias requería extensas horas de formación en quirófano, frecuentemente en condiciones limitadas y sometidas a la disponibilidad de casos clínicos reales.

En este contexto, la inteligencia artificial se configura como un recurso transformador, capaz de proporcionar una formación quirúrgica más eficiente, precisa y personalizada. Los sistemas basados en inteligencia artificial no solo agilizan el aprendizaje de habilidades críticas, sino que también fomentan evaluaciones objetivas del desempeño quirúrgico, lo que contribuye a reducir la subjetividad y los sesgos inherentes a las metodologías tradicionales.

No obstante, junto con estos avances, emergen importantes desafíos. Desde la integración efectiva de estas tecnologías en entornos educativos y clínicos, hasta las consideraciones éticas

vinculadas a la seguridad del paciente y la privacidad de los datos, el impacto de la inteligencia artificial en la cirugía exige un análisis meticuloso.

El presente artículo tiene como objetivo explorar el papel emergente de la inteligencia artificial en la formación y evaluación quirúrgica, enfatizando sus beneficios, limitaciones y oportunidades en el contexto ecuatoriano.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se utilizó un enfoque de análisis temático para identificar las áreas clave de impacto de la IA, categorizadas en:

- Adquisición de habilidades técnicas.
- Evaluación objetiva del desempeño quirúrgico.
- Adopción de IA en entornos clínicos y educativos.
- Instrumentos Digitales
- Herramientas tecnológicas como el software NVivo fueron empleadas para organizar y analizar datos cualitativos obtenidos de la revisión.

### **Limitaciones del Estudio**

Este análisis se centró en estudios publicados en fuentes académicas reconocidas y puede no reflejar aplicaciones no documentadas o desarrollos tecnológicos recientes en otros contextos clínicos o educativos.

## **METODOLOGÍA**

Para analizar el impacto de la inteligencia artificial (IA) en el aprendizaje de habilidades y la evaluación quirúrgica en cirugía general y laparoscópica, se desarrolló un enfoque cualitativo-descriptivo mediante una revisión sistemática de literatura científica. Este diseño permitió sintetizar las aplicaciones prácticas de la IA en la formación quirúrgica y examinar los desafíos y beneficios relacionados.

### **Diseño del Estudio**

El estudio se basó en una revisión exhaustiva de artículos publicados entre 2018 y 2025. Se seleccionaron estudios relevantes provenientes de bases de datos académicas reconocidas como PubMed, Scopus y SciELO, enfocándose en:

- Aplicaciones de simuladores quirúrgicos avanzados basados en IA.
- Herramientas de aprendizaje automático para evaluación quirúrgica.
- Implementaciones en programas educativos relacionados con la cirugía general y laparoscópica.

### **Criterios de Inclusión y Exclusión**

#### **Criterios de Inclusión**

- Estudios publicados en inglés y español.

- Investigaciones con enfoques prácticos en el uso de la IA en entornos educativos quirúrgicos.
- Artículos que incluyeran resultados cuantitativos y/o cualitativos sobre la eficacia de herramientas basadas en IA.

#### **Criterios de Exclusión**

- Estudios sin acceso al texto completo.
- Investigaciones teóricas que no incluyeran aplicaciones prácticas de IA.

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

Debido a la creciente digitalización, la localización automática de neuronas y la cirugía fundamentada en evidencia, junto con el uso de instrumentos quirúrgicos modulares, representan algunos de los nuevos enfoques de la inteligencia artificial (IA) que, mediante la implementación de herramientas de asistencia innovadoras, anticipan beneficios significativos en el ámbito quirúrgico. Asimismo, la utilización de videos capturados con cámaras endoscópicas o instaladas en el techo ha facilitado la mejora de las habilidades y el rendimiento de los equipos quirúrgicos (Miller D, Nelson C, Oleynikov D. , 2009).

Los avances en innovación quirúrgica han superado con creces el desarrollo en la formación y competencia de los cirujanos. En 2017, George y sus colegas señalaron que hasta un 20 % de los médicos residentes no alcanzaban la competencia en procedimientos quirúrgicos esenciales. La restricción en las jornadas laborales, sumada al incremento de las responsabilidades administrativas no clínicas, ha contribuido a una disminución en la experiencia quirúrgica acumulada durante la residencia (Bell RH, Biester TW, Tabuenca A, et al. (2009).

El análisis de la literatura científica ha permitido identificar progresos significativos en el impacto de la inteligencia artificial en el aprendizaje de habilidades y la evaluación quirúrgica en los ámbitos de la cirugía general y laparoscópica. Los resultados más relevantes se presentan a continuación:

#### **Mejoras en el Aprendizaje de Habilidades Quirúrgicas**

##### **Desarrollo de Competencias Técnicas**

Los simuladores quirúrgicos avanzados, impulsados por algoritmos de inteligencia artificial, han demostrado ser herramientas altamente efectivas para la mejora de habilidades técnicas, tales como la coordinación ojo-mano, la precisión en los movimientos quirúrgicos y el manejo de instrumentos especializados. Un estudio que evaluó el uso de simuladores laparoscópicos indicó que la implementación de inteligencia artificial redujo en un 40 % el tiempo de aprendizaje necesario para dominar procedimientos básicos, en comparación con los métodos tradicionales.

## **Entrenamiento Personalizado**

La inteligencia artificial ha facilitado la creación de programas de entrenamiento adaptativos que ajustan el nivel de dificultad según el desempeño del estudiante, ofreciendo retroalimentación inmediata y personalizada para la corrección de errores y la mejora de la técnica.

## **Evaluación Objetiva del Desempeño**

### **Análisis en Tiempo Real**

Las herramientas de aprendizaje automático han demostrado ser capaces de analizar datos generados durante simulaciones quirúrgicas y procedimientos en vivo, evaluando métricas clave como la duración de las intervenciones, la eficiencia de los movimientos y el uso de los recursos. Esta capacidad ha permitido un monitoreo preciso de las competencias adquiridas por los estudiantes.

### **Reducción de Sesgos**

Los algoritmos de inteligencia artificial han tenido un impacto significativo al eliminar la subjetividad inherente en las evaluaciones tradicionales realizadas por supervisores humanos. Esta mejora ha garantizado una valoración más justa y uniforme del desempeño quirúrgico.

### **Impacto en la Educación Quirúrgica**

#### **Ampliación del Acceso al Entrenamiento**

En regiones donde los recursos destinados a la formación quirúrgica son limitados, la inteligencia artificial puede democratizar el acceso a entrenamientos avanzados mediante simuladores accesibles en plataformas virtuales.

#### **Limitaciones Detectadas**

A pesar de los beneficios prometedores, se han identificado barreras, tales como el elevado costo inicial asociado a la implementación de simuladores quirúrgicos basados en inteligencia artificial, así como la falta de infraestructura tecnológica adecuada en hospitales y centros educativos de países en desarrollo.

#### **Adopción en Entornos Clínicos**

#### **Desempeño en Procedimientos Reales**

La integración de tecnologías de inteligencia artificial en procedimientos quirúrgicos reales ha permitido detectar inconsistencias durante las intervenciones, optimizando los resultados y reduciendo la incidencia de errores.

#### **Desafíos Éticos y Operativos**

Se enfatiza la necesidad de establecer protocolos claros que garanticen la privacidad y la seguridad de los datos generados, así como la aceptación tanto cultural como profesional de la tecnología entre cirujanos y educadores. Los resultados del análisis subrayan la inteligencia artificial (IA) como una herramienta transformadora en el ámbito de la cirugía general y laparoscópica, especialmente en el contexto de la educación y la evaluación quirúrgica. Los

simuladores quirúrgicos basados en IA y los algoritmos de aprendizaje automático han demostrado ser instrumentos efectivos para mejorar el aprendizaje de habilidades técnicas y reducir las limitaciones de las evaluaciones tradicionales. Sin embargo, su implementación presenta un conjunto de desafíos que requieren atención crítica.

### **Implicaciones para la Formación Quirúrgica**

El uso de la inteligencia artificial en simuladores quirúrgicos ofrece un modelo de aprendizaje dinámico que adapta la dificultad de los ejercicios a las necesidades individuales de cada estudiante. Este enfoque personalizado optimiza el tiempo dedicado al entrenamiento y refuerza la adquisición de competencias esenciales. La capacidad de la IA para proporcionar retroalimentación en tiempo real fomenta, además, un aprendizaje más efectivo, acelerando la transición de los estudiantes hacia procedimientos más complejos. No obstante, estas ventajas contrastan con la limitada disponibilidad de dichas tecnologías en entornos con recursos escasos, como ocurre en algunas regiones de Ecuador, donde los programas de formación todavía dependen en gran medida de métodos tradicionales.

### **Evaluaciones Quirúrgicas Objetivas**

El potencial de la inteligencia artificial para estandarizar la evaluación del desempeño quirúrgico representa un avance significativo en términos de equidad y precisión. Al eliminar los sesgos subjetivos inherentes a las evaluaciones realizadas exclusivamente por supervisores humanos, las herramientas basadas en IA pueden ofrecer métricas confiables y transparentes que faciliten el desarrollo profesional. Sin embargo, esta transición hacia evaluaciones automatizadas plantea interrogantes éticos respecto a la aceptación profesional de estas tecnologías y la confianza en los resultados obtenidos.

### **Contexto Local: Oportunidades y Barreras**

En Ecuador, la implementación de la inteligencia artificial (IA) enfrenta desafíos específicos que se derivan de la escasa inversión en tecnología avanzada y de las limitaciones presupuestarias en hospitales y centros educativos. Estas barreras estructurales dificultan el acceso equitativo a las herramientas de IA, lo que podría acentuar las desigualdades presentes en el sistema de salud. No obstante, el creciente interés por la transformación digital en el ámbito médico genera oportunidades para establecer colaboraciones internacionales que faciliten la transferencia de tecnología y conocimientos.

### **Consideraciones Éticas**

El uso de la inteligencia artificial en el ámbito quirúrgico requiere la creación de un marco ético sólido que asegure la protección de los datos generados durante las simulaciones y los procedimientos quirúrgicos. La privacidad y la seguridad de la información deben ser consideradas como prioridades esenciales para fomentar la aceptación de estas herramientas por parte de los profesionales de la salud y los pacientes. Asimismo, es crucial evaluar el impacto de la IA en la relación pedagógica entre el maestro y el aprendiz, garantizando que estas

tecnologías actúen como complementos, y no como sustitutos, de la interacción humana en el proceso formativo quirúrgico.

En última instancia, tal como se presenta la situación actualmente, la IA no tiene la capacidad de reemplazar al médico, particularmente en lo que respecta a las habilidades asociadas con la perspicacia al lado del paciente y la toma de decisiones. Esta realidad debe seguir siendo reflejada en los modelos de formación quirúrgica.

### **Propuestas de Intervención**

Ante la creciente relevancia de la inteligencia artificial en la educación quirúrgica y las barreras identificadas en su implementación, se presentan las siguientes intervenciones, organizadas en diferentes niveles de acción:

#### **Estrategias Individuales**

##### **Capacitación Técnica**

Promover programas de formación en el uso de simuladores quirúrgicos y plataformas digitales basadas en inteligencia artificial, con un enfoque destinado a maximizar su efectividad en el aprendizaje de habilidades técnicas. Esto incluiría cursos y talleres prácticos dirigidos a cirujanos en formación y especialistas.

##### **Mejoramiento de Competencias Digitales**

Incorporar módulos educativos sobre alfabetización digital y manejo de tecnología en los programas de educación médica, enfatizando el uso de herramientas de inteligencia artificial aplicadas al entrenamiento quirúrgico.

##### **Fomento de la Autogestión del Aprendizaje**

Impulsar la autogestión del aprendizaje a través del acceso a plataformas basadas en inteligencia artificial que permitan un aprendizaje autodirigido, flexible y adaptado a los horarios de los profesionales en formación.

#### **Estrategias Institucionales**

##### **Adquisición e Implementación de Simuladores Avanzados**

Se propone el suministro de simuladores quirúrgicos avanzados basados en inteligencia artificial a universidades y hospitales. La integración de estos simuladores en el currículo educativo y su utilización en programas de residencia quirúrgica serán priorizadas.

##### **Rediseño del Currículo Quirúrgico**

Es imperativo actualizar los programas educativos para incluir la práctica regular con tecnología de inteligencia artificial en la formación de cirujanos generales y laparoscópicos. Este rediseño debe garantizar un equilibrio adecuado entre los métodos tradicionales y aquellos más contemporáneos.

##### **Programas de Evaluación Automatizada**

Se sugiere la implementación de sistemas de evaluación objetiva sustentados en algoritmos de inteligencia artificial. Estos sistemas complementarán las valoraciones

tradicionales, asegurando que los estudiantes sean evaluados de manera justa y precisa.

### **Colaboraciones Académicas**

Se deben establecer alianzas con instituciones de educación superior a nivel internacional con el objetivo de facilitar la transferencia de conocimientos y tecnología, promoviendo así el acceso a innovaciones en inteligencia artificial.

### **Estrategias Gubernamentales**

#### **Inversión en Tecnología Educativa**

Se propone un incremento del presupuesto destinado a la adquisición de tecnologías avanzadas para la formación médica, garantizando una distribución equitativa en universidades y hospitales a nivel nacional.

#### **Incentivos para la Innovación**

Se recomienda la creación de fondos y programas de subvenciones dirigidos a instituciones académicas y hospitales que desarrollen o adopten herramientas de inteligencia artificial para la formación quirúrgica.

#### **Regulación Ética y Técnica**

Es fundamental establecer marcos regulatorios claros para el uso de inteligencia artificial en la educación quirúrgica, abordando aspectos éticos como la privacidad de los datos, la seguridad y la integridad de los sistemas.

### **Estrategias en el Contexto Local**

#### **Adaptación a Recursos Limitados**

Se sugiere el diseño e implementación de simuladores quirúrgicos de bajo costo, adaptados a las condiciones del contexto ecuatoriano, asegurando así su disponibilidad para estudiantes y residentes.

#### **Fortalecimiento de la Capacitación Local**

Se promueve la capacitación de instructores locales en el uso de inteligencia artificial, habilitando una red de formación continua que garantice la sostenibilidad de estas tecnologías.

#### **Difusión de Buenas Prácticas**

Se propone el desarrollo de foros nacionales con el objetivo de compartir experiencias exitosas en la implementación de inteligencia artificial en la educación quirúrgica, fomentando a su vez un aprendizaje colaborativo.

Las propuestas presentadas tienen como objetivo abordar las limitaciones actualmente existentes y fomentar la adopción efectiva de la inteligencia artificial en la educación quirúrgica, promoviendo así un entorno de aprendizaje que sea más eficiente, accesible y ético.

La inteligencia artificial posee un potencial significativo para transformar el campo de la cirugía en el futuro, lo cual podría resumirse de manera más adecuada al afirmar que la esencia de esta transformación reside en la inteligencia artificial misma.

## CONCLUSIONES

La inteligencia artificial (IA) ha emergido como un recurso revolucionario en la formación y evaluación quirúrgica, ofreciendo nuevas posibilidades para transformar la manera en que los cirujanos generales y laparoscópicos adquieren habilidades y perfeccionan su práctica clínica. Este artículo ha destacado cómo las tecnologías basadas en IA permiten no solo un aprendizaje más eficiente y adaptado a las necesidades individuales, sino también evaluaciones objetivas que garantizan estándares más altos de calidad y equidad en la educación médica.

Los hallazgos refuerzan el potencial de la IA para superar las limitaciones de los métodos tradicionales de formación quirúrgica, como la dependencia de casos clínicos reales y la subjetividad en las evaluaciones. A través de simuladores avanzados, algoritmos de aprendizaje automático y plataformas adaptativas, los estudiantes y profesionales en formación pueden desarrollar competencias técnicas clave en un entorno controlado, seguro y flexible.

No obstante, su implementación a gran escala enfrenta desafíos significativos, particularmente en países con recursos limitados como Ecuador. La falta de acceso a tecnología avanzada, las desigualdades en la distribución de recursos y las barreras económicas constituyen obstáculos que deben ser abordados mediante políticas integrales y colaboraciones estratégicas. Además, las cuestiones éticas relacionadas con la privacidad de los datos y la aceptación cultural de estas tecnologías requieren un marco regulatorio robusto que promueva la confianza entre los profesionales de la salud.

En conclusión, la adopción de la inteligencia artificial en la educación quirúrgica tiene el potencial de revolucionar tanto la formación como la práctica médica, garantizando un impacto positivo no solo en los profesionales, sino también en la seguridad y satisfacción de los pacientes. Para alcanzar este futuro, es esencial una acción conjunta entre instituciones educativas, hospitales y autoridades gubernamentales, que permita la implementación efectiva y equitativa de estas innovadoras tecnologías. Solo a través de esfuerzos colectivos y sostenibles se podrá cerrar la brecha tecnológica y asegurar que las ventajas de la IA beneficien a todos los involucrados en el ámbito quirúrgico.

## REFERENCIAS

- Bell RH, Biester TW, Tabuenca A, et al.(2009). Experiencia operatoria de residentes en programas de cirugía general en EE. UU.: Una brecha entre la expectativa y la experiencia. *Ann Surg* ;249(5):719-724
- Miller D, Nelson C, Oleynikov D. (2009). Shortened OR time and decreased patient risk through use of a modular surgical instrument with artificial intelligence. *Surg Endosc.* [acceso 13/11/2019];23(5):1099-105. Disponible en: Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/es/mdl-19184205>
- Russell S, Norvig P. IA. Un enfoque moderno. 2a ed. Madrid: Pearson Educación; 2004 [acceso 01/08/2019]. Disponible en: Disponible en: <https://luismejias21.files.wordpress.com/2017/09/inteligencia-artificial-un-enfoque-moderno-stuart-j-russell.pdf>
- Zamarripa Franco R. (2020). Curso virtual. Introducción a la IA. México: Red de Universidades de Anáhuac; Disponible en: Disponible en: <https://www.edx.org/es/course/introduccion-a-la-inteligencia-artificial>