



Redefiniendo la era de la cirugía digital: el rol de la inteligencia artificial, la realidad aumentada y el aprendizaje automático en el campo quirúrgico

Redefining the Era of Digital Surgery: The Role of Artificial Intelligence, Augmented Reality, and Machine Learning in the Surgical Field

Redefinindo a era da cirurgia digital: o papel da inteligência artificial, realidade aumentada e aprendizado de máquina no campo cirúrgico

Juan Sebastián Barajas-Gamboa, MD., Esp.¹ 

1. Médico; *Fellow* en Investigación en Ciencias Médicas Básicas e Investigación Traslacional; *Fellow* en Cirugía Robótica, Cirugía Endoscópica e Innovación Quirúrgica; *Fellow* en investigación. Digestive Disease Institute, Cleveland Clinic; United Arab Emirates, Abu Dhabi.

Correspondencia. Juan Sebastián Barajas Gamboa. Digestive Disease Institute, Cleveland Clinic Abu Dhabi, P.O. Box 112412 Al Falah Street, Al Maryah Island. Abu Dhabi, United Arab Emirates. E-mail. BarajaJ@clevelandclinicabudhabi.ae

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO:

Artículo recibido: 15 de marzo de 2023
Artículo aceptado: 31 de marzo de 2023
DOI: <https://doi.org/10.29375/01237047.4666>

Cómo citar. Barajas-Gamboa JS. Redefiniendo la era de la cirugía digital: el rol de la inteligencia artificial, la realidad aumentada y el aprendizaje automático en el campo quirúrgico. MedUNAB [Internet]. 2022;25(3):353-355. doi: <https://doi.org/10.29375/01237047.4666>



La era de la cirugía digital se caracteriza por la implementación de nuevas tecnologías que tienen el potencial de mejorar la planeación prequirúrgica, incrementar la disponibilidad de alternativas terapéuticas, mejorar el entrenamiento quirúrgico en aprendices, optimizar los resultados postoperatorios de los pacientes y, a su vez, reducir posibles eventos adversos (1). A pesar de que la incorporación de estas tecnologías tiene como premisa principal mejorar los resultados clínicos de los pacientes, el uso de estos avances se ha visto acelerado por intereses comerciales y por las oportunidades que tienen las grandes compañías de generar ganancias a nivel mundial (2).

Entre las tecnologías que en la actualidad están teniendo un impacto directo en el campo quirúrgico se resaltan la inteligencia artificial (IA), la realidad aumentada (RA) y el aprendizaje automatizado (AA), sin dejar de lado la disponibilidad de dispositivos robóticos de uso cotidiano (3). A pesar de que la cirugía digital cada vez gana más popularidad en la práctica clínica, en la actualidad aún existe una falta de conocimiento de esta, de sus beneficios y de las potenciales barreras para su adopción.

A fin de sobrepasar esos obstáculos, expertos en el tema han llegado a identificar áreas críticas para su adopción a nivel institucional tales como: crear grupos de expertos en cada hospital, educar al personal sobre la existencia de dichas tecnologías, generar programas de entrenamiento y educación que garanticen un proceso de innovación continua (4). Adicionalmente, se destaca la necesidad de crear departamentos de innovación donde profesionales de la salud, ingenieros y científicos de datos, utilizando un abordaje multidisciplinar, puedan integrar diferentes tipos de experticia para ofrecer soluciones personalizadas con fines clínicos, de investigación médica y a nivel organizacional para el mejoramiento de procesos internos y administrativos (5).

La IA permite la automatización de datos para incorporarlos en procesos que van a determinar un mejor manejo del paciente quirúrgico. En cirugía digital, entre otros beneficios, estas herramientas ayudan a estratificar el riesgo preoperatorio de pacientes, contribuyen a predecir la duración del tiempo quirúrgico, facilitan la identificación de cirugías que tienen riesgo de cancelación y ayudan a estandarizar las técnicas quirúrgicas, beneficios que se traducen en términos de eficiencia clínica y optimización de recursos. Este nuevo conocimiento generado con la utilización de estas tecnologías es la base para el desarrollo de algoritmos médicos y de nuevas guías para el manejo del paciente (6,7).

No obstante, una limitante es que los sistemas de IA requieren gran cantidad de información, con alta calidad de datos para minimizar los sesgos de los resultados de sus análisis. Otras preocupaciones en la implementación de IA en el área quirúrgica son los riesgos de pérdida de la confidencialidad y la integridad de la información de los pacientes al momento del manejo y análisis de los datos. Al respecto, la Organización Mundial de la Salud (OMS) ha dejado clara su posición ética sobre el uso de la IA en medicina; al respecto, destacan la importancia de implementar el uso de la IA basados en los principios de justicia, beneficencia, autonomía del paciente y no maleficencia. Con respecto al marco legal del uso de la IA en medicina, nuevas regulaciones han venido surgiendo en los sistemas de salud más avanzados en el mundo, sin

embargo, este campo aún está sujeto a cambios en el futuro cercano (1,6).

La RA y la realidad virtual (RV) han jugado un papel fundamental en los últimos años para mejorar los procesos de enseñanza en el área quirúrgica. Estos avances tecnológicos, cada vez más disponibles, permiten que los estudiantes de medicina, residentes y *fellows* estén inmersos en escenarios simulados y controlados, donde se pueden adquirir destrezas y habilidades quirúrgicas necesarias en sus procesos de formación académica. Entre las ventajas de la RA y la RV se destacan: la reducción del tiempo de la curva de aprendizaje, la reducción de posibles complicaciones quirúrgicas al no exponer pacientes reales con fines de aprendizaje y la utilización de cursos previamente establecidos y validados (8). De la misma manera, estos modelos de enseñanza tienen el potencial de ser adaptados en entornos donde otros métodos de enseñanza quirúrgica no están disponibles, como el caso de modelos de animales y modelos cadavéricos.

El AA es una rama de la IA y está definido por la conformación de nuevas técnicas avanzadas para el modelamiento de datos más allá de los modelos estadísticos tradicionales. A diferencia de los modelos tradicionales de análisis de datos, el AA trata de encontrar patrones diferentes en el comportamiento de los datos y los realiza de manera automatizada y autónoma. Estos modelos matemáticos permiten el desarrollo de algoritmos complejos y su uso es cada vez más frecuente en la práctica diaria de los cirujanos. Estos modelos han hecho posible mejorar los rendimientos de los análisis estadísticos tradicionales y han sido evaluados principalmente en la identificación de factores pronósticos para la prevención de complicaciones quirúrgicas y selección de pacientes para la realización de procedimientos quirúrgicos de alta complejidad (9). Al igual que con cualquier técnica o tecnología nueva, una comprensión básica de los principios, las aplicaciones y las limitaciones es esencial para una implementación adecuada en la práctica clínica.

De igual modo como ha sucedido a lo largo de la historia de la medicina y sus grandes avances, tratar de innovar no ha sido tarea fácil y han existido barreras por superar en el proceso. En el caso de la cirugía digital, sus limitantes más importantes han sido la implementación de sistemas respetando los principios éticos, los elevados costos para adquirir estas tecnologías, la disponibilidad de datos necesarios para realizar análisis estadísticos avanzados, y la necesidad de ajustar procesos administrativos los cuales representan una gran cantidad de trabajo y recursos adicionales para las instituciones que las adoptan. Desde la perspectiva de los cirujanos y del personal médico, las barreras más frecuentes son la falta de conocimiento y educación sobre estas tecnologías, el escepticismo

acerca de su utilidad y la existencia de sesgos a la hora de determinar el uso de estas herramientas (10).

Para la implementación de estas tecnologías se sugiere la conformación de grupos interdisciplinarios para su uso, el desarrollo de guías para su manejo y la estandarización de las prácticas quirúrgicas. De la misma manera, se recomienda educar en estas tecnologías a los actores involucrados en el cuidado del paciente quirúrgico, se invita a establecer colaboraciones interinstitucionales para compartir experiencias y conocimiento, e iniciar programas de cirugía digital con la filosofía “ensayo y error”, la cual ha permitido grandes avances en el mundo quirúrgico (6,8).

Esta edición especial de MedUNAB, enfocada en innovación quirúrgica, nuevas tecnologías y futuros abordajes de la cirugía digital, brinda un espacio académico para reflexionar sobre el impacto de estos avances científicos en la práctica clínica moderna y hace un llamado a prepararnos para esta nueva era de la medicina digital. En este número especial se presentan experiencias de grupos de investigación y expertos que están apostando por hacer realidad la innovación en el área quirúrgica. Estas iniciativas, tanto a nivel latinoamericano como internacional, tienen como principio fundamental revolucionar esta área de la medicina desde la base de la docencia, la participación multidisciplinar y la investigación médica.

Referencias

1. Raza MM, Venkatesh KP, Diao JA, Kvedar JC. Defining digital surgery for the future. NPJ Digit Med [Internet]. 2022;5:155. doi: <https://doi.org/10.1038/s41746-022-00706-6>
2. Olsen GH, Jopling JK. Artificial intelligence in surgery: The American College of Surgeons and the Future of the Profession. J Am Coll Surg [Internet]. 2022;235(1):146-7. doi: <https://doi.org/10.1097/XCS.000000000000189>
3. Morris MX, Rajesh A, Asaad M, Hassan A, Saadoun R, Butler CE. Deep Learning Applications in Surgery: Current Uses and Future Directions. Am Surg [Internet]. 2023;89(1):36-42. doi: <https://doi.org/10.1177/00031348221101490>
4. Valente M, Bellini V, Del Rio P, Freyrie A, Bignami E. Artificial intelligence is the future of surgical departments ... Are we ready? Angiology [Internet]. 2023;74(4):397-8. doi: <https://doi.org/10.1177/00033197221121192>
5. Youssef SC, Haram K, Noël J, Patel V, Porter J, Dasgupta P, et al. Evolution of the digital operating room: The place of video technology in surgery. Langenbecks Arch Surg [Internet]. 2023;408(1):95. doi: <https://doi.org/10.1007/s00423-023-02830-7>
6. Lam K, Abràmoff MD, Balibrea JM, Bishop SM, Brady RR, Callcut RA, et al. A Delphi consensus statement for digital surgery. NPJ Digit Med [Internet]. 2022;5(1):100. doi: <https://doi.org/10.1038/s41746-022-00641-6>
7. Gupta A, Singla T, Chennatt JJ, David LE, Ahmed SS, Rajput D. Artificial intelligence: A new tool in surgeon's hand. J Educ Health Promot [Internet]. 2022;11:93. Recuperado a partir de: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9093628/>
8. Vedula SS, Ghazi A, Collins JW, Pugh C, Stefanidis D, Meireles O, et al. Artificial intelligence methods and artificial intelligence-enabled metrics for surgical education: A multidisciplinary consensus. J Am Coll Surg [Internet]. 2022;234(6):1181-92. doi: <https://doi.org/10.1097/XCS.000000000000190>
9. Hassan AM, Rajesh A, Asaad M, Nelson JA, Coert JH, Mehrara BJ, et al. Artificial intelligence and machine learning in prediction of surgical complications: Current state, applications, and implications. Am Surg [Internet]. 2023;89(1):25-30. doi: <https://doi.org/10.1177/00031348221101488>
10. Jansson M, Ohtonen P, Alalääkkölä T, Heikkinen J, Mäkinen M, Lahtinen S, et al. Artificial intelligence-enhanced care pathway planning and scheduling system: Content validity assessment of required functionalities. BMC Health Serv Res [Internet]. 2022;22(1):1513. doi: <https://doi.org/10.1186/s12913-022-08780-y>



Redefining the Era of Digital Surgery: The Role of Artificial Intelligence, Augmented Reality and Machine Learning in the Surgical Field

Redefiniendo la era de la cirugía digital: el rol de la inteligencia artificial, la realidad aumentada y el aprendizaje automático en el campo quirúrgico

Redefinindo a era da cirurgia digital: o papel da inteligência artificial, realidade aumentada e aprendizado de máquina no campo cirúrgico

Juan Sebastián Barajas-Gamboa, MD., Sp.¹ 

1. Medical Doctor; Research Fellow in Basic Medical Sciences and Translational Research; Fellow in Robotic Surgery, Endoscopic Surgery and Surgical Innovation; Research Fellow. Digestive Disease Institute, Cleveland Clinic; United Arab Emirates, Abu Dhabi.

Correspondence. Juan Sebastián Barajas Gamboa. Digestive Disease Institute, Cleveland Clinic Abu Dhabi, P.O. Box 112412 Al Falah Street, Al Maryah Island. Abu Dhabi, United Arab Emirates. Email: BarajaJ@clevelandclinicabudhabi.ae

ARTICLE INFORMATION:

Article received: March 15, 2023

Article accepted: March 31, 2023

DOI: <https://doi.org/10.29375/01237047.4666>

How to reference. Barajas-Gamboa JS. Redefining the Era of Digital Surgery: The Role of Artificial Intelligence, Augmented Reality and Machine Learning in the Surgical Field. MedUNAB [Internet]. 2022;25(3):356-358. doi: <https://doi.org/10.29375/01237047.4666>



The era of digital surgery is characterized by the implementation of new technologies that have the potential to improve preoperative planning, increase the availability of therapeutic alternatives, improve surgical training in apprentices, optimize postoperative results for patients, and reduce possible adverse events (1). Although the incorporation of these technologies has the main premise of improving patients' clinical outcomes, the use of these advances has been accelerated by commercial interests and the opportunities that large companies have to generate profits worldwide (2).

The technologies that are currently having a direct impact on the surgical field are artificial intelligence (AI), augmented reality (AR), and machine learning (ML),

without forgetting the availability of other robotic devices (3). Although digital surgery is gaining more popularity in the clinical practice, there is still a lack of knowledge about it, its benefits, and potential barriers to its adoption.

To overcome these obstacles, experts in the field have identified critical areas for institutional adoption, such as creating groups of experts in each hospital, educating the staff about the existence of such technologies, generating training and education programs that guarantee a continuous innovation process (4). Additionally, there is a need to create innovation departments where health professionals, engineers, and data scientists using a multidisciplinary approach, can integrate different types of expertise to offer personalized solutions for clinical, medical research, and organizational improvement of internal and administrative processes (5).

AI enables data automation to incorporate it into processes that will determine a better management of the surgical patient. In digital surgery, these tools, among other benefits, help to stratify preoperative patient risk, contribute to predict surgical time duration, help to identify surgeries at risk of cancellation, and help to standardize surgical techniques, translating these benefits into clinical efficiency and resource optimization. This new knowledge generated with the use of these technologies is the basis for the development of medical algorithms and new guidelines for patient management (6,7).

However, a limitation is that AI systems require a large amount of high-quality data to minimize the biases of their results. Other concerns with the implementation of AI in the surgical area are the risks of confidentiality and the loss of integrity of patient information at the time of data handling and analysis. Regarding this, the World Health Organization has made clear its ethical position on the use of AI in medicine. They emphasize the importance of implementing the use of AI based on the principles of justice, beneficence, patient autonomy, and non-maleficence. Regarding the legal framework for the use of AI in medicine, new regulations have been emerging in the most advanced health systems in the world. However, this field is still subject to evolve in the near future (1,6).

AR and virtual reality (VR) have played a fundamental role in recent years to improve teaching processes in the surgical area. These increasingly available technological advances allow medical students, residents, and fellows to be immersed in simulated and controlled scenarios, where they can acquire surgical skills and abilities necessary in their training processes. Among the advantages of AR and VR are the reduction of the learning curve time, the reduction of possible surgical complications by not exposing real patients for learning purposes, and the use of previously established and validated courses (8). Similarly,

these teaching models have the potential to be adapted in environments where other surgical teaching methods are not available, such as animal models and cadaveric models. ML is a branch of AI and is defined by the development of new advanced techniques for modeling data beyond traditional statistical models. Unlike traditional data analysis models, ML tries to find different patterns in the behavior of data and does so in an automated and autonomous way. These mathematical models allow the development of complex algorithms and their use is becoming more frequent in the daily surgical practice. These models have allowed an improved performance compared to traditional statistical analysis and have been mainly evaluated in identifying prognostic factors for the prevention of surgical complications and for selection of patients for high-complexity surgical procedures (9). As with any new technique or technology, a basic understanding of its principles, applications, and limitations is essential for its appropriate implementation in clinical practice.

In the same way as it has happened throughout the history of medicine and its numerous advances, trying to innovate has not been an easy mission and there have been barriers to overcome in the process. In the case of digital surgery, its most important limitations have been to implement systems respecting ethical principles, the high costs to acquire these technologies, the availability of data necessary to perform advanced statistical analysis, and the need to adjust administrative processes which represent a great commitment of additional work and resources for the institutions that adopt them. From the perspective of surgeons and medical personnel, the most frequent barriers are the lack of knowledge and education about these technologies, the presence of skepticism regarding their usefulness, and the existence of biases when determining the use of these tools (10).

For the implementation of these technologies, the formation of interdisciplinary groups for their use, the development of guidelines for their management and the standardization of surgical practices are suggested. In the same way, it is recommended to educate the stakeholders involved in the care of the surgical patients in these technologies, to establish inter-institutional collaborations to share experiences and knowledge, and to initiate digital surgery programs with the "trial and error" philosophy, which it has allowed great advances in the surgical world (6,8).

This special edition of MedUNAB focused on surgical innovation, new technologies, and future approaches to digital surgery, provides an academic space for reflection on the impact of these scientific advances in modern clinical practice and calls us to be prepared for this new era of digital medicine. This special issue presents experiences from research groups and experts who are betting on making innovation in the surgical field a reality. These initiatives,

both at the Latin American and international levels, have as their fundamental principle to revolutionize this area of medicine from the base of teaching, multidisciplinary participation, and medical research.

References

1. Raza MM, Venkatesh KP, Diao JA, Kvedar JC. Defining digital surgery for the future. NPJ Digit Med [Internet]. 2022;5:155. doi: <https://doi.org/10.1038/s41746-022-00706-6>
2. Olsen GH, Jopling JK. Artificial intelligence in surgery: The American College of Surgeons and the Future of the Profession. J Am Coll Surg [Internet]. 2022;235(1):146-7. doi: <https://doi.org/10.1097/XCS.000000000000189>
3. Morris MX, Rajesh A, Asaad M, Hassan A, Saadoun R, Butler CE. Deep Learning Applications in Surgery: Current Uses and Future Directions. Am Surg [Internet]. 2023;89(1):36-42. doi: <https://doi.org/10.1177/00031348221101490>
4. Valente M, Bellini V, Del Rio P, Freyrie A, Bignami E. Artificial intelligence is the future of surgical departments ... Are we ready? Angiology [Internet]. 2023;74(4):397-8. doi: <https://doi.org/10.1177/00033197221121192>
5. Youssef SC, Haram K, Noël J, Patel V, Porter J, Dasgupta P, et al. Evolution of the digital operating room: The place of video technology in surgery. Langenbecks Arch Surg [Internet]. 2023;408(1):95. doi: <https://doi.org/10.1007/s00423-023-02830-7>
6. Lam K, Abramoff MD, Balibrea JM, Bishop SM, Brady RR, Callcut RA, et al. A Delphi consensus statement for digital surgery. NPJ Digit Med [Internet]. 2022;5(1):100. doi: <https://doi.org/10.1038/s41746-022-00641-6>
7. Gupta A, Singla T, Chennatt JJ, David LE, Ahmed SS, Rajput D. Artificial intelligence: A new tool in surgeon's hand. J Educ Health Promot [Internet]. 2022;11:93. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9093628/>
8. Vedula SS, Ghazi A, Collins JW, Pugh C, Stefanidis D, Meireles O, et al. Artificial intelligence methods and artificial intelligence-enabled metrics for surgical education: A multidisciplinary consensus. J Am Coll Surg [Internet]. 2022;234(6):1181-92. doi: <https://doi.org/10.1097/XCS.000000000000190>
9. Hassan AM, Rajesh A, Asaad M, Nelson JA, Coert JH, Mehrara BJ, et al. Artificial intelligence and machine learning in prediction of surgical complications: Current state, applications, and implications. Am Surg [Internet]. 2023;89(1):25-30. doi: <https://doi.org/10.1177/00031348221101488>
10. Jansson M, Ohtonen P, Alalääkkölä T, Heikkinen J, Mäkinen M, Lahtinen S, et al. Artificial intelligence-enhanced care pathway planning and scheduling system: Content validity assessment of required functionalities. BMC Health Serv Res [Internet]. 2022;22(1):1513. doi: <https://doi.org/10.1186/s12913-022-08780-y>