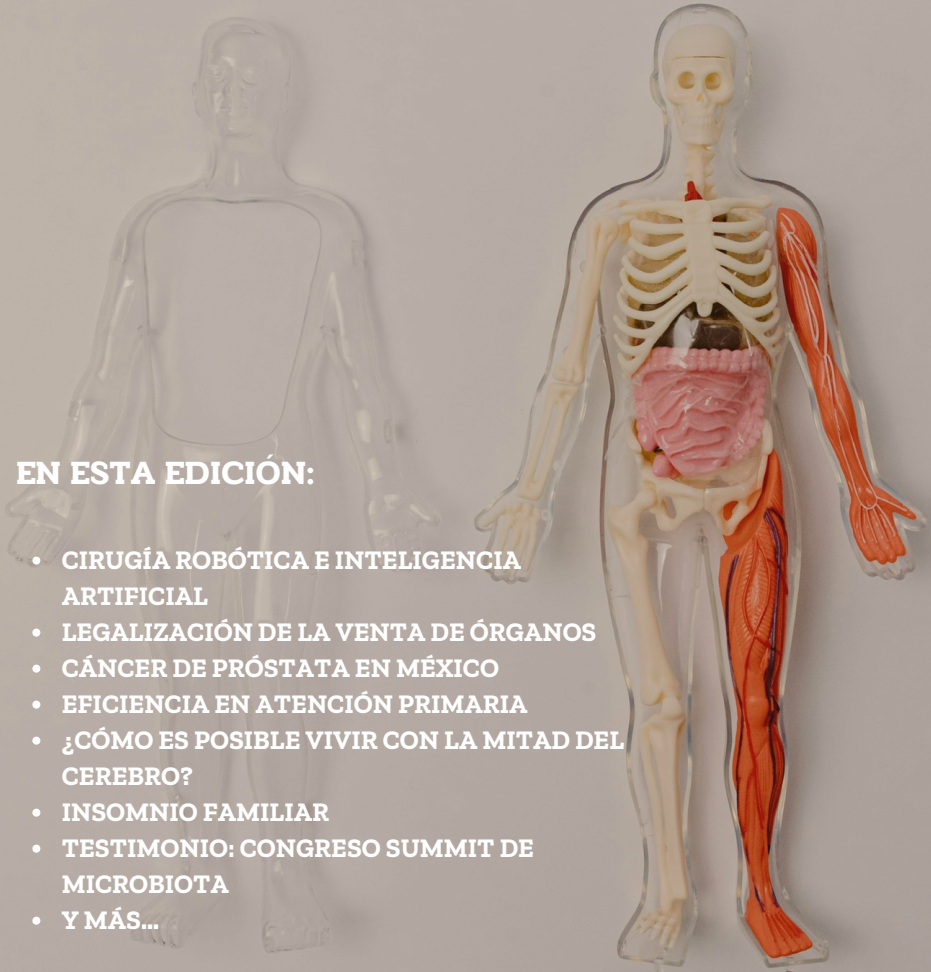




EVIDENTIA

EN ESTA EDICIÓN:

- CIRUGÍA ROBÓTICA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL
- LEGALIZACIÓN DE LA VENTA DE ÓRGANOS
- CÁNCER DE PRÓSTATA EN MÉXICO
- EFICIENCIA EN ATENCIÓN PRIMARIA
- ¿CÓMO ES POSIBLE VIVIR CON LA MITAD DEL CEREBRO?
- INSOMNIO FAMILIAR
- TESTIMONIO: CONGRESO SUMMIT DE MICROBIOTA
- Y MÁS...



JULIO 2025. VOLUMEN 8. NÚMERO 23

UNIVERSIDAD ANÁHUAC QUERÉTARO

[CONSEJO EDITORIAL]**RICARDO LÓPEZ GONZÁLEZ.**

Director de la división de ciencias de la salud.

ALFREDO DE JESÚS MANZANO GARCÍA.

Director programa académico. Editor Sr.

ALEJANDRO TOSCANO DUARDO.

Médico pasante de servicio social. Editor Jr.

SARAH IDALID OTERO MORENO.

Médico pasante de servicio social. Editora Jr.

NIKO ALAIN CRUZ SANCÉN.

Investigador. Revisor.

GEORGINA ORTIZ ARBALLO.

Investigadora. Revisora.

ERIKA MARLENE ORTEGA ZAVALA.

Profesora. Revisora.

GUILLERMO R. FRANCO DEL RÍO.

Profesor. Revisor.

JOSÉ ENRIQUE GARCÍA BOLL.

Académico. Revisor.

FERNANDA MIRANDA CORONA.

Estudiante. Revisora.

[COMITÉ RECTORAL]**MTRO. LUIS E. ALVERDE MONTEMAYOR.**

Rector.

MTRO. JAIME DURÁN LOMELÍ.

Vicerrector Académico.

**MTRO. VÍCTOR HUGO VELÁZQUEZ
MENDOZA.**

Vicerrector de Administración y Finanzas.

DR. RICARDO VIRUÉS MACÍAS.

Vicerrector de Formación Integral.

[ÍNDICE]

ESCUELA DE CIENCIAS DE LA SALUD.....5
Formación integral

**CIRUGÍA ROBÓTICA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL: AVANCES EN LA DETECCIÓN
INTRAOPERATORIA DE MÁRGENES TUMORALES EN CÁNCER COLORRECTAL.....8**
Artículo de revisión

¿CÓMO ES POSIBLE VIVIR CON LA MITAD DEL CEREBRO?.....15
Artículo de revisión

LEGALIZACIÓN DE LA VENTA DE ÓRGANOS VOLUNTARIA CON FINES DE TRASPLANTE.....23
Cartel científico

**APLICACIONES ACTUALES PARA CRISPR: EDITA GENES, CURA ENFERMEDADES Y REINVENTA
LA MEDICINA MODERNA.....24**
Artículo de revisión

CÁNCER DE PRÍSTATA EN MÉXICO: UN DESAFÍO DE SALUD PÚBLICA.....33
Artículo de revisión

**CAMBIANDO LA MIRADA DESDE LO MÁS PEQUEÑO: MI EXPERIENCIA EN EL 3ER SUMMIT DE
MICROBIOTA.....37**
Testimonio

SOFTWARE ESTADÍSTICO PARA ANÁLISIS DE DATOS DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN.....40
Artículo de revisión

DISOCIAR PARA SOBREVIVIR: EL CEREBRO FRENTE AL TRAUMA.....44
Artículo de revisión

**EFICIENCIA EN ATENCIÓN PRIMARIA: REFLEXIONES ESTUDIANTILES DESDE CENTROS DE
SALUD EN QUERÉTARO.....53**
Carta a la comunidad

**EJE INTESTINO- CEREBRO Y ANSIEDAD: REVISIÓN DE LITERATURA SOBRE EL PAPEL DE LA
MICROBIOTA EN LA SALUD MENTAL.....56**
Artículo de revisión

INSOMNIO FAMILIAR FATAL: LA ENFERMEDAD NEURODEGENERATIVA QUE IMPIDE DORMIR HASTA LA MUERTE.....62
Artículo de revisión

LA SIMULACIÓN CLÍNICA COMO HERRAMIENTA EDUCATIVA EN LA FORMACIÓN MÉDICA: REVISIÓN NARRATIVA.....69
Artículo de revisión

TÉCNICAS DE DEBRIEFING EN SIMULACIÓN MÉDICA: UNA REVISIÓN NARRATIVA.....73
Artículo de revisión

NOVEDADES Y PODCAST80
Actualizaciones



MEDICINA

ANÁHUAC QUERÉTARO



ESCUELA DE CIENCIAS DE LA SALUD CENTRO DE SIMULACIÓN MÉDICA

AUTOR: ENRIQUE ARANA MARTÍNEZ

La simulación médica se ha consolidado como una herramienta indispensable en la formación de profesionales de la salud. Su valor radica en ofrecer un entorno seguro, controlado y realista donde los estudiantes pueden desarrollar habilidades clínicas, tomar decisiones críticas y reflexionar sobre su desempeño sin poner en riesgo a pacientes reales. Esta metodología fomenta el aprendizaje activo, la retroalimentación inmediata y la integración del conocimiento teórico con la práctica, elementos clave para alcanzar la competencia clínica.

En este contexto, contar con un centro de simulación moderno, bien equipado y adaptado a las necesidades actuales es fundamental para garantizar una formación médica de calidad. Con orgullo, compartimos las más recientes innovaciones y mejoras que ha experimentado nuestro Centro de Simulación, resultado del compromiso con la excelencia académica y la preparación de profesionales de la salud más capacitados, empáticos y seguros de sí mismos.

El Centro de Simulación ha sido recientemente ampliado y transformado para ofrecer una experiencia de aprendizaje más completa e inmersiva. Esta expansión incluye la incorporación de nuevas áreas especializadas que permiten abordar múltiples escenarios clínicos de forma más específica y efectiva:

- **Sala de choque:** diseñada para el entrenamiento en situaciones de urgencia y atención crítica, permite al estudiante practicar protocolos de reanimación, manejo del trauma y toma de decisiones en escenarios de alta presión.
- **Sala de prácticas deliberadas:** un espacio exclusivo para la repetición intencionada de habilidades clínicas específicas, bajo supervisión y con retroalimentación estructurada.
- **Sala de pediatría:** enfocada en el cuidado de pacientes pediátricos, incluyendo simuladores pediátricos.
- **Sala de imagenología:** equipada con un **pizarrón interactivo de 75 pulgadas**, ideal para el análisis de estudios de imagen, discusión

- **Sala de imagenología:** equipada con un pizarrón interactivo de 75 pulgadas, ideal para el análisis de estudios de imagen, discusión diagnóstica y enseñanza integrada con tecnologías digitales.
- **Sala de debriefing:** un espacio diseñado para la reflexión post-simulación, donde se analizan decisiones, conductas y resultados, facilitando el aprendizaje significativo.

Además, el centro cuenta ahora con nuevas oficinas administrativas que permitirán una mejor coordinación logística, académica y de atención a los usuarios.

Una de las grandes innovaciones del centro es la implementación de un sistema automatizado de agenda, vinculado directamente al correo institucional del estudiante. Este sistema permitirá:

- Consultar la disponibilidad de horarios.
- Agendar prácticas de manera sencilla.
- Conocer qué facilitador estará presente durante la sesión.
- Acceder a un catálogo actualizado de prácticas, tanto de ciencias básicas como clínicas, adaptado a todos los semestres de la carrera.

Gracias a esta plataforma, se promueve la autonomía del estudiante y se facilita la planeación académica personalizada.

Además, hemos incorporado nuevos simuladores de mediana y fidelidad, lo que amplía significativamente la posibilidad de simular patologías complejas, procedimientos avanzados y entornos realistas. Estos simuladores permiten no solo mejorar habilidades técnicas, sino también fortalecer competencias en comunicación, trabajo en equipo, liderazgo clínico y pensamiento crítico.

Entendiendo la importancia de la flexibilidad en la vida estudiantil, el centro ha ampliado su horario de atención. A partir de ahora, estará disponible de lunes a viernes de 8:00 am a 8:00 pm, permitiendo que más estudiantes accedan a los espacios sin interferir con otras actividades académicas o personales.

La innovación en simulación no solo es cuestión de infraestructura, sino de compromiso con una educación médica centrada en la excelencia. Por ello, animamos a toda la comunidad estudiantil a aprovechar al máximo estas nuevas oportunidades, agendando sus prácticas, explorando el catálogo de habilidades, conociendo los nuevos simuladores y participando activamente en esta etapa renovada del Centro de Simulación.

¡Este espacio es para ti! Mejora tus habilidades, gana confianza clínica y forma parte de una generación de médicos mejor preparados para enfrentar los retos del futuro.

CATÁLOGO DE PRÁCTICAS

Ciclos básicos:

- Signos vitales
- Toma de ECG
- Inyecciones
- Gasometría
- Venopunción
- Exploración neurológica
- Exploración cardiovascular
- Glucometría
- Exploración de mama
- Exploración abdominal
- Historia clínica
- Vendajes



Ciclos clínicos:

- Intubación
- Sondaje vesical
- Citología
- Casos clínicos por especialidad
- Maniobras de Leopold
- Maniobras de Barlow y Ortolani
- Fractura de Colles
- Toracocentesis
- Paracentesis
- BLS, ACLS, PALS
- Reanimación neonatal
- Suturas
- Fondo de ojo
- Soplos cardiacos



AGENDA TU PRÁCTICA



CIRUGÍA ROBÓTICA E INTELIGENCIA ARTIFICIAL: AVANCES EN LA DETECCIÓN INTRAOPERATORIA DE MÁRGENES TUMORALES EN CÁNCER COLORRECTAL

AUTOR: MANUEL ALBERTO SOLÍS AGUILAR, KAROLINA RODRIGUEZ ZAMARRIPA

RESUMEN

El cáncer colorrectal (CCR) representa una de las principales causas de mortalidad oncológica a nivel mundial, atribuida en gran medida a la persistencia de márgenes quirúrgicos positivos (R₁) tras la resección tumoral. La cirugía robótica Da Vinci (CRDV) ha demostrado ventajas frente a técnicas tradicionales; sin embargo, la confirmación de márgenes negativos (R₀) continúa dependiendo del análisis histopatológico postoperatorio. En este contexto, la integración de inteligencia artificial (IA) en el entorno quirúrgico tiene como objetivo optimizar la detección de márgenes tumorales de forma intraoperatoria y en tiempo real. Esta revisión analiza estudios recientes sobre modelos de IA aplicados a biopsias y ecografía intraoperatoria, incluyendo algoritmos como Residual Networks-34 (ResNet-34) y Mask Region-based Convolutional Neural Network (Mask R-CNN). Se abordan sus ventajas, limitaciones, implicaciones clínicas y perspectivas futuras en la formación quirúrgica y en el sistema de salud mexicano.

INTRODUCCIÓN

Según la base de datos GLOBOCAN de la Organización Mundial de la Salud (1), el cáncer colorrectal (CCR) es el tercer tipo de cáncer más frecuentemente diagnosticado en hombres y el segundo en mujeres a nivel mundial. En México, la Agencia Internacional para la Investigación del

Cáncer (2) reporta que esta neoplasia constituye la primera causa de muerte por cáncer, con 16,082 casos nuevos y 8,283 defunciones registradas en 2022. Aunque el riesgo de desarrollar CCR comienza a aumentar de forma sostenida a partir de los 40 años (3), el Colegio Americano de Gastroenterología (4) estima que la edad promedio al momento del diagnóstico es de 70 años. Esta diferencia temporal indica que un porcentaje importante de pacientes recibe el diagnóstico en etapas avanzadas de la enfermedad, las cuales suelen requerir esquemas terapéuticos más agresivos.

En cuanto a la sintomatología, la Sociedad Americana Contra el Cáncer (5) señala que los signos más comunes incluyen cambios en los hábitos intestinales, como diarrea o estreñimiento, disminución en el calibre de las heces, tenesmo, hematoquecia, melena, dolor abdominal tipo cólico, debilidad, fatiga y pérdida de peso sin causa aparente.

Por otro lado, en relación con los factores de riesgo, la Asociación Española Contra el Cáncer (6) destaca el sobrepeso u obesidad, la diabetes mellitus tipo 2, el sedentarismo, el consumo de alcohol y tabaco, la edad avanzada, los antecedentes personales o familiares de pólipos o CCR, así como las enfermedades inflamatorias intestinales como elementos determinantes en la aparición de esta neoplasia.

La resección quirúrgica con márgenes negativos (Ro) constituye un factor determinante en el pronóstico del CCR (7). El análisis histopatológico de los márgenes quirúrgicos permite identificar la presencia de células tumorales residuales, lo cual es fundamental para reducir el riesgo de recurrencia local. No obstante, esta evaluación presenta limitaciones asociadas tanto a las características del procedimiento como a factores humanos. La valoración macroscópica e intraoperatoria puede ser insuficiente en casos de tumores infiltrantes o con localización anatómica compleja, mientras que una carga excesiva de trabajo sobre los patólogos puede comprometer la precisión diagnóstica y retrasar decisiones terapéuticas.

El objetivo durante la intervención quirúrgica es lograr la resección completa del tumor, así como de las principales estructuras vasculares adyacentes y del grupo linfático correspondiente al segmento colónico afectado (8). La incorporación de tecnologías como la cirugía robótica y la inteligencia artificial (IA) ha sido propuesta como estrategia para mejorar la detección intraoperatoria de márgenes tumorales, con el propósito de optimizar la toma de decisiones quirúrgicas en tiempo real y mejorar los desenlaces oncológicos.

En este contexto, la cirugía robótica Da Vinci (CRDV) se ha consolidado como una alternativa de alta precisión frente a las técnicas quirúrgicas convencionales, al proporcionar visualización tridimensional, mayor destreza instrumental y acceso mejorado a regiones anatómicamente complejas, como la pelvis. Estas características

favorecen una disección más precisa y un control más eficaz de los márgenes quirúrgicos, especialmente en tumores rectales. La incorporación de IA en este entorno quirúrgico ha sido propuesta como una herramienta complementaria para asistir en la detección intraoperatoria de márgenes tumorales, con el objetivo de optimizar la resección y mejorar los desenlaces oncológicos.

CIRUGÍA ROBÓTICA FRENTE A LAS TÉCNICAS QUIRÚRGICAS DEL PRESENTE

Diversos estudios comparativos han demostrado que la CRDV ofrece ventajas clínicas significativas frente a la cirugía laparoscópica (CL) y la cirugía abierta (CA) en el tratamiento del CCR (9, 10, 11). En términos de control oncológico, la CRDV alcanzó una tasa de supervivencia a tres años del 96%, superior al 93% observado con CL y al 87% con CA. La tasa de complicaciones postoperatorias también fue menor con CRDV (9%) en relación con CL (13.5%) y CA (20.4%), reforzando su perfil de seguridad. Si bien el tiempo quirúrgico fue mayor en la CRDV en comparación con la CL (29.08 min) y la CA (38.81 min) ($p < 0.001$), este incremento se compensó por una reducción significativa en la pérdida sanguínea intraoperatoria: 42.11 ml menos en promedio que con CL y 102.5 ml menos que con CA ($p < 0.001$). Esta menor hemorragia puede traducirse en una reducción en la necesidad de transfusiones y en una mejor estabilidad hemodinámica postoperatoria. Además, la duración de la hospitalización fue significativamente menor en los pacientes

sometidos a CRDV, con un promedio de 4.5 días vs 9.8 días en CA, lo que sugiere una recuperación más rápida y un menor consumo de recursos hospitalarios. Estos beneficios cobran relevancia si se considera que la población intervenida tenía una edad promedio de 63.5 años, lo que respalda el uso de la CRDV como una opción quirúrgica segura y clínicamente eficaz, con ventajas clínicas tangibles en pacientes de edad avanzada.

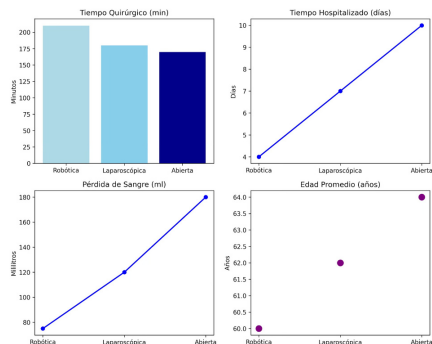


Figura 1. Comparación de variables.

MODELOS DE ENTRENAMIENTO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA EL ANÁLISIS HISTOPATOLÓGICO

Como complemento a las técnicas quirúrgicas avanzadas, una vez realizada la resección tumoral mediante CRDV, se ha incorporado IA en el análisis histopatológico mediante redes neuronales profundas. Actualmente, los sistemas automatizados basados en aprendizaje profundo (deep learning, DL) se han utilizado en el procesamiento de imágenes médicas, tales como tomografías computarizadas, resonancias magnéticas e imágenes por resonancia magnética con contraste dinámico, con resultados favorables en la detección temprana de diversos tipos de

cáncer, incluidos los de mama, pulmón y cerebro.

Entre los modelos evaluados, *Residual Networks-34* (ResNet-34), entrenado con imágenes teñidas con hematoxilina y eosina, alcanzó una precisión del 93.4 %, con una sensibilidad del 99.7 % y una especificidad del 97.7 % (12). Estos resultados son comparables con los obtenidos por patólogos humanos, lo que respalda su uso como herramienta auxiliar en entornos con alta carga de trabajo o necesidad de diagnóstico ágil y reproducible. Otros modelos, como la combinación de U-Net con Random Forest y el modelo *Big Transfer-Medium* (BiT-M), lograron tasas de precisión del 87 % y 80.6 %, respectivamente (13, 14).

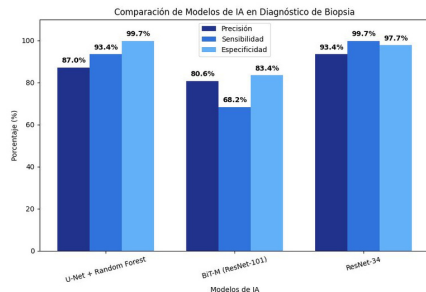


Figura 2. Comparación de modelos IA en diagnóstico de biopsia.

LA CIRUGÍA GUIADA POR INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN TIEMPO REAL YA ES EL PRESENTE

Como parte de las estrategias orientadas a la optimización de la cirugía oncológica, se ha evaluado la integración de IA en plataformas quirúrgicas robóticas, con énfasis en la identificación intraoperatoria de tejido tumoral residual. En los últimos años, la ecografía intraoperatoria con contraste (contrast-enhanced intraoperative ultrasound,

CE-IOUS), combinada con el modelo Mask Region-based Convolutional Neural Network (Mask R-CNN), ha alcanzado una precisión del 96.5 %, con una sensibilidad del 98.1 % y una especificidad del 97.6 %, superando modelos como SpecNet y Random Forest (15). Mask R-CNN se caracteriza por su capacidad para realizar segmentación a nivel de píxel, lo que permite una delimitación morfológica precisa de las estructuras identificadas (16).

La utilización de estas herramientas durante el acto quirúrgico ha mostrado utilidad en la mejora de la delimitación de márgenes de resección en tiempo real. Su integración en sistemas quirúrgicos avanzados constituye una línea de investigación en desarrollo dentro del ámbito de la cirugía oncológica asistida por IA.

DISCUSIÓN

La integración de IA en la CRDV representa una herramienta prometedora para optimizar la identificación intraoperatoria de márgenes RO, lo cual puede contribuir a una menor tasa de recurrencias y a una mayor sobrevida libre de enfermedad. Modelos como ResNet-34 han demostrado una alta precisión en el análisis digital de tejidos histológicos, alcanzando métricas comparables al rendimiento de patólogos humanos, y facilitando el diagnóstico asistido. Asimismo, la combinación de CE-IOUS y algoritmos como Mask R-CNN ha marcado un precedente importante en el análisis histopatológico en tiempo real.

No obstante, la implementación práctica de estas tecnologías en quirófanos enfrenta múltiples desafíos. Uno de los principales es la

variabilidad en la calidad de las imágenes histológicas y ecográficas, lo que puede afectar la fiabilidad de los modelos. Además, el entrenamiento de algoritmos de IA depende en gran medida de la cantidad y diversidad de imágenes disponibles, lo que introduce posibles sesgos si no se representan adecuadamente todas las variables clínicas y biológicas de la población.

En lo que respecta a la bioética, representa un desafío garantizar el acceso equitativo a este tipo de tecnología, especialmente en países en desarrollo como México. Otro reto importante es no anteponer los resultados generados por los sistemas automatizados al juicio clínico del personal médico, construyendo un modelo únicamente asistencial en el que la IA actúe como apoyo diagnóstico y no como sustituto de la responsabilidad clínica.

Asimismo, el futuro acceso a bases de datos nacionales (*Big Data*) con imágenes histológicas, clínicas y quirúrgicas de pacientes mexicanos permitirá mejorar el entrenamiento de los algoritmos y adaptarlos al contexto local. Por otro lado, la competencia tecnológica y la evolución del mercado podrían contribuir a una progresiva reducción de costos, facilitando su adopción en instituciones tanto públicas como privadas. En paralelo, la formación de recursos humanos será un pilar esencial: la capacitación masiva, la actualización de programas académicos y la colaboración entre universidades, centros de investigación y hospitales de alta especialidad serán fundamentales para

formar una nueva generación de cirujanos expertos en cirugía robótica con IA. Esto optimizaría los resultados oncológicos en el país y posicionaría a México como referente regional en cirugía de precisión.

CONCLUSIONES

La IA integrada a la CRDV representa un avance significativo en la evaluación intraoperatoria de márgenes tumorales en el CCR. Modelos como ResNet-34 y Mask R-CNN han demostrado una alta precisión diagnóstica, comparable al desempeño de especialistas humanos, facilitando una resección más precisa y segura. Si bien estos avances ofrecen beneficios clínicos tangibles, su adopción a gran escala exige superar desafíos relevantes, como la validación clínica local, la disponibilidad de infraestructura tecnológica y la formación especializada del personal médico. La colaboración entre instituciones académicas, hospitales y centros de investigación será clave para garantizar una implementación efectiva, equitativa y sostenible.

México tiene el potencial de consolidarse como referente regional en cirugía oncológica de precisión mediante el uso de IA. La inversión estratégica en tecnología, capacitación e investigación aplicada puede permitir una transición hacia una medicina más eficiente, accesible y centrada en el paciente.

REFERENCIAS

1. The International Agency for Research on Cancer (IARC). Global Cancer Observatory [Internet]. gco.iarc.fr. 2022. [Consultado 27 Jun 2025]. Disponible en: <https://gco.iarc.fr/en>
2. Secretaría de Salud. 131. Necesario, modificar estilos de vida para evitar desarrollo de cáncer colorrectal: INCan [Internet]. gob.mx. 2024. [Consultado 25 Jun 2025]. Disponible en: <https://www.gob.mx/salud/prensa/131-necesario-modificar-estilos-de-vida-para-evitar-desarrollo-de-cancer-colorrectal-incan?idiom=es>
3. Haggar F, Boushey R. Colorectal Cancer Epidemiology: Incidence, Mortality, Survival, and Risk Factors. Clinics in Colon and Rectal Surgery [Internet]. Nov 2009 [Consultado 25 Jun 2025]; 22(4):192. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21037809/>
4. American College of Gastroenterology. DETECCION DEL CANCER COLORRECTAL [Internet]. American College of Gastroenterology. 2025 [Consultado 25 Jun 2025]. Disponible en <https://gi.org/patients/recursos-en-espanol/deteccion-del-cancer-colorrectal/>
5. American Cancer Society. Signos y síntomas del cáncer colorrectal [Internet]. www.cancer.org. 2025 [Consultado 26 Jun 2025]. Disponible en <https://www.cancer.org/es/cancer/tipos/cancer-de-colon-o-recto/deteccion-diagnostico-clasificacion-por-etapas/senales-y-sintomas.html>
6. Asociación Española contra el Cáncer. Causas y factores de riesgo del cáncer de colon [Internet]. www.contraelcancer.es. 2025 [Consultado 22 Jun 2025]. Disponible en <https://www.contraelcancer.es/es/todo-sobre-cancer/tipos-cancer/cancer-colon/causas-cancer-colon>
7. Morales-Cruz M, Armillas-Canseco F, Carpintheyro-Espín P, Domínguez-Rosado I, Mercado MA. Valor pronóstico del margen quirúrgico positivo tras la resección de un colangiocarcinoma. Experiencia en un centro de alto volumen en cirugía hepatopancreatobiliar. Revista de Gastroenterología de México [Internet]. Ene 2020 [Consultado 21 Jun 2025]; 85(1):18–24. Disponible en: <https://www.revistagastroenterologiamexico.org/es-valor-pronostico-del-margen-quirurgico-articulo-S0375090619300588>
8. Menon G, Cagir B. Colon Cancer [Internet]. StatPearls Publishing; 2025 [Consultado 20 Jun 2025]. Disponible en https://www.ncbi.nlm.nih.gov.translate.google/books/NBK470380/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc
9. Rahimli M, Perrakis A, Schellerer V, Gumbs A, Lorenz E, Franz M, et al. Robotic and laparoscopic liver surgery for colorectal liver metastases: an experience from a German Academic Center. World Journal of Surgical Oncology. Dic 2020; 18(1).

10. Yang SX, Sun ZQ, Zhou QB, Xu JZ, Chang Y, Xia KK, et al. Security and Radical Assessment in Open, Laparoscopic, Robotic Colorectal Cancer Surgery: A Comparative Study. *Technology in Cancer Research & Treatment*. Ene 2018; 17:153303381879416.
11. Yuval JB, Thompson HM, Verheij FS, Fiasconaro M, Patil S, Widmar M, et al. Comparison of Robotic, Laparoscopic, and Open Resections of Nonmetastatic Colon Cancer. *Diseases of the Colon & Rectum*. Oct 2023; 66(10):1347-1358.
12. Neto PC, Montezuma D, Oliveira SP, Oliveira D, Fraga J, Monteiro A, et al. An interpretable machine learning system for colorectal cancer diagnosis from pathology slides. *Precision Oncology*. Mar 2024; 8(1).
13. Bokhorst JM, Nagtegaal ID, Fraggetta F, Vatrano S, Mesker W, Vieth M, et al. Automated risk classification of colon biopsies based on semantic segmentation of histopathology images [Internet]. *arXiv.org*. 2021 [Consultado 30 Jun 2025]. Disponible en <http://arxiv.org/abs/2109.07892>
14. Tani Y, Ishihara R, Inoue T, Okubo Y, Kawakami Y, Katsunori Matsueda, et al. A single-center prospective study evaluating the usefulness of artificial intelligence for the diagnosis of esophageal squamous cell carcinoma in a real-time setting. *BMC Gastroenterology*. May 2023; 23(1).
15. Takayama M, Ito K, Karako K, Mihara Y, Sasaki S, Ichida A, et al. An artificial intelligence-based recognition model of colorectal liver metastases in intraoperative ultrasonography with improved accuracy through algorithm integration. *Journal of Hepato-Biliary-Pancreatic Sciences*. 2024 Nov 15;32(1):58-68.
16. Petru P. What is Mask R-CNN? The Ultimate Guide. [Internet]. *Roboflow Blog*. 2023 [Consultado 30 Jun 2015]. Disponible en https://blog-roboflow.com/translate/goog/mask-rcnn/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc
17. Google Colaboratory [Internet]. *colab.research.google.com*. [Consultado 30 Jun 2025]. Disponible en <https://colab.research.google.com>
18. Harris CR, Millman KJ, van der Walt SJ, Gommers R, Virtanen P, Cournapeau D, et al. Array Programming with NumPy. *Nature* [Internet]. 2020 Sep 16;585(7825):357-62. Disponible en <https://www.nature.com/articles/s41586-020-2649-2>
19. Virtanen P, Gommers R, Oliphant TE, Haberland M, Reddy T, Cournapeau D, et al. SciPy 1.0: fundamental algorithms for scientific computing in Python. *Nature Methods*. 2020 Feb 3;17(3):261-72.

¿CÓMO ES POSIBLE VIVIR CON LA MITAD DEL CEREBRO?

AUTOR: REGINA GOMEZ LÓPEZ

RESUMEN

La hemisferectomía es una cirugía poco común y radical que consiste en desconectar o retirar la mitad del cerebro. Aunque suena increíble, existen casos reales como el de Ryan Bigelow que demuestran que es posible seguir viviendo, e incluso recuperar muchas funciones, gracias a la sorprendente capacidad del cerebro para adaptarse gracias a la neuroplasticidad. Esta capacidad es especialmente fuerte en la infancia, lo que permite que los niños puedan reaprender a hablar, moverse y pensar con solo un hemisferio cerebral.

Este artículo integra el análisis de un caso clínico con una revisión general de los fundamentos neuroquirúrgicos, indicaciones, riesgos y avances tecnológicos asociados a la hemisferectomía. Asimismo, se examinan las implicaciones emocionales, éticas y neuropsicológicas que conlleva este tipo de intervención, especialmente en pacientes pediátricos. En conjunto, la hemisferectomía se plantea no solo como una opción terapéutica viable ante ciertas epilepsias refractarias, sino también como una expresión notable de la capacidad adaptativa del cerebro humano frente a la pérdida funcional de uno de sus hemisferios.

INTRODUCCIÓN

"Toda persona puede, si se lo propone, ser el escultor de su propio cerebro." — Santiago Ramón y Cajal, Premio Nobel 1906.

Con esta frase, Ramón y Cajal anticipaba una verdad que la ciencia tardaría décadas en confirmar: el cerebro humano posee una capacidad extraordinaria de reorganización y adaptación frente a la adversidad.

Esta idea, revolucionaria en su época, cobra vida en historias como la de Ryan Bigelow, un adolescente cuya vida cambió por completo gracias a una hemisferectomía y al poder de la neuroplasticidad cerebral.

Ryan comenzó a presentar temblores en su pierna derecha a los 3 años. Con el tiempo, estos episodios se transformaron en convulsiones severas y cada vez más frecuentes. A los 10 años, sufrió una convulsión generalizada que lo llevó a urgencias. Fue diagnosticado con epilepsia idiopática y tratado con diversos medicamentos anticonvulsivos, pero ninguno fue eficaz. Las crisis empeoraron y, con el tiempo, lo confinaron a una silla de ruedas: el más mínimo estímulo en su pie desencadenaba una convulsión.

A los 15 años, Ryan fue evaluado en el Centro Infantil Johns Hopkins, donde los médicos sospecharon que su caso no correspondía a una epilepsia idiopática, sino a una epilepsia parcial continua, una forma refractaria a medicamentos pero potencialmente tratable con cirugía. La lesión cerebral responsable era tan sutil que había pasado desapercibida en estudios previos, pero fue identificada

gracias a un escáner de alta resolución de 7 Tesla. Esta lesión era la causa de sus convulsiones.

Ryan fue sometido a una hemisferectomía. La cirugía fue realizada por la neurocirujana Shenandoah "Dody" Robinson, quien utilizó técnicas avanzadas como la neuronavegación y el mapeo cerebral para preservar las áreas críticas del lenguaje y la motricidad. La intervención fue un éxito: la lesión fue completamente extirpada.

Después de la operación, Ryan mostró una recuperación sorprendente. Habló el mismo día y, con ayuda de fisioterapia, logró caminar en pocos días. La silla de ruedas quedó en el pasado, y su familia expresó una profunda gratitud al equipo médico del Hospital Johns Hopkins y al Instituto Kennedy Krieger.

El cerebro es, sin duda, uno de los órganos más complejos y esenciales del cuerpo humano. Controla desde funciones básicas como la respiración y el latido cardíaco, hasta procesos tan sofisticados como los pensamientos, emociones, recuerdos, lenguaje y movimientos voluntarios. Gracias al cerebro percibimos el mundo, tomamos decisiones, sentimos alegría o miedo, y construimos nuestra identidad.

Es también el centro de aprendizaje, creatividad y adaptación. Su capacidad para cambiar y reorganizarse le permite, en muchos casos, recuperarse parcialmente de lesiones o adaptarse a situaciones extremas, como la pérdida de un hemisferio cerebral. El

cerebro constituye el núcleo de la percepción, la toma de decisiones, la identidad y la imaginación. Aunque representa solo alrededor del 2 % del peso corporal, consume cerca del 20 % de la energía total del cuerpo, lo que refleja su impresionante nivel de actividad. Su importancia no es solo fisiológica, sino también simbólica: el cerebro es, en esencia, lo que nos hace humanos.

DESARROLLO

En casos clínicos como el de una hemisferectomía, también se debe considerar el impacto emocional sobre los padres y cuidadores. Tomar la decisión de someter a un hijo a una cirugía tan radical es una carga emocional profunda que requiere acompañamiento psicológico especializado. Muchos padres experimentan temor ante la posibilidad de secuelas motoras, pérdida del lenguaje o deterioro cognitivo. Esta experiencia es emocionalmente desafiante y requiere un soporte continuo.

Durante siglos se pensó que el cerebro era una estructura inmutable: que nacíamos con un número fijo de neuronas y conexiones sinápticas, y que cualquier daño era irreversible. Esta visión fue desafiada de manera revolucionaria por Santiago Ramón y Cajal, quien propuso que las neuronas podían modificar sus conexiones en respuesta al entorno, anticipando lo que hoy conocemos como neuroplasticidad.

La Organización Mundial de la Salud (1982) define la neuroplasticidad como la capacidad de las células del sistema nervioso para regenerarse anatómica y funcionalmente

después de verse afectadas por influencias patológicas, ambientales o del desarrollo, incluyendo traumatismos, enfermedades o incluso la adquisición de nuevas habilidades, la cual requiere años de práctica tanto mental como física.

Ramón y Cajal ya intuía esta capacidad plástica desde 1899, cuando afirmó que “toda persona puede, si se lo propone, ser el escultor de su propio cerebro”. Hoy, esa idea se ha consolidado como un principio central en neurología, rehabilitación y psicología, demostrando que el cerebro no solo puede aprender, sino también reaprender.

Estudios recientes en neuroimagen funcional han mostrado que la neuroplasticidad no se limita a la formación de nuevas conexiones sinápticas, sino que también abarca cambios en redes neuronales completas. Investigaciones publicadas en *Nature Reviews Neuroscience* demuestran que la reorganización funcional del cerebro puede extenderse a estructuras enteras, permitiendo que otras regiones asuman funciones previamente localizadas en áreas dañadas, involucrar incluso áreas corticales remotas que no participaron inicialmente en la función perdida (Kolb & Gibb, 2015).

Esto es posible gracias a un procedimiento llamado *hemisferectomía*, que se refiere a la extirpación física de todo un hemisferio cerebral, dejando únicamente algunas estructuras profundas como el tálamo o partes de los ganglios basales. Durante esta intervención, se seccionan conexiones importantes como el cuerpo calloso, la

cápsula interna y otras vías que permiten la comunicación entre ambos hemisferios, aunque la masa cerebral puede permanecer en su sitio en ciertas variantes quirúrgicas.

La hemisferectomía se aplica principalmente en casos de epilepsia severa e intratable, una condición neurológica crónica caracterizada por crisis epilépticas recurrentes que resultan de descargas eléctricas anormales en el cerebro. Estas crisis pueden manifestarse como episodios breves de desconexión o confusión, hasta convulsiones tónico-clónicas violentas con pérdida de conciencia.

Cuando estas crisis se originan en un solo hemisferio cerebral dañado, la extirpación o desconexión de dicho hemisferio no solo interrumpe las crisis, sino que permite que el hemisferio sano asuma funciones que originalmente no le correspondían. Este fenómeno es posible gracias a la plasticidad cerebral, especialmente en pacientes pediátricos, cuyo cerebro tiene una notable capacidad de adaptación.

Actualmente, se han desarrollado técnicas quirúrgicas mínimamente invasivas que incluyen el uso de resonancia magnética intraoperatoria, navegación guiada por imágenes y estimulación cortical directa. Estas herramientas permiten personalizar la intervención de acuerdo con la anatomía y funcionalidad individual de cada paciente, lo cual maximiza la efectividad del procedimiento y reduce el riesgo de secuelas.

Existen distintas técnicas de desconexión hemisférica utilizadas en pacientes con epilepsias refractarias secundarias a patologías que comprometen extensamente un hemisferio cerebral. Entre estas patologías se encuentran la encefalitis de Rasmussen, lesiones secuelas extensas, hemiplejía infantil, displasias corticales hemisféricas, síndrome de Sturge-Weber y hemimegalencefalia.

El objetivo principal de estas intervenciones es lograr una desconexión total del hemisferio afectado con el fin de controlar las crisis epilépticas. Con el tiempo, se observó que la hemisferectomía anatómica que consiste en la resección completa del hemisferio podría causar múltiples complicaciones intraoperatorias como coagulopatías, hipotermia, sangrado masivo e hipotensión, así como secuelas postoperatorias como hemosiderosis e hidrocefalia. Por esta razón, se comenzaron a preferir las técnicas funcionales, que buscan desconectar el hemisferio sin extirparlo completamente, preservando mayor cantidad de estructuras cerebrales y reduciendo considerablemente los riesgos asociados.

Entre las técnicas funcionales más reconocidas se encuentran las propuestas por Rasmussen, Villemure, Schramm y Hoffman. Estas han demostrado ser igual o incluso más efectivas que la hemisferectomía anatómica para controlar la epilepsia, pero con un perfil de seguridad significativamente superior. Este cambio en el enfoque quirúrgico ha transformado el

pronóstico de pacientes con epilepsias refractarias.

Además, los avances tecnológicos en neuroimagen, como la resonancia magnética funcional y la tractografía, han permitido planificar estas cirugías con una precisión sin precedentes. Gracias a estas herramientas, los equipos quirúrgicos pueden mapear con gran exactitud las áreas cerebrales críticas que deben preservarse, así como las rutas neuronales que pueden ser interrumpidas sin producir déficits funcionales graves.

Desde una perspectiva neuropsicológica, se ha observado que el hemisferio derecho aunque típicamente no dominante tiene una sorprendente capacidad para adaptarse y asumir funciones complejas, como el lenguaje, especialmente si la reorganización cerebral ocurre durante la infancia. Estudios publicados en la revista *Neuropsychologia* han demostrado que los niños pequeños que pierden el hemisferio izquierdo pueden alcanzar niveles funcionales aceptables en comprensión verbal y adquisición de vocabulario, aunque presentan mayores dificultades en aspectos más complejos como la sintaxis o la fluidez verbal espontánea (Boatman et al., 1999).

Las personas sometidas a una hemisferectomía pueden experimentar efectos inmediatos significativos, pero también una recuperación notable gracias a la neuroplasticidad. En niños menores de 10 años, el hemisferio restante tiene una capacidad sorprendente para asumir

Por ejemplo, las terapias de estimulación bilateral están orientadas a que el hemisferio sano asuma el control motor del lado contralateral del cuerpo. Al mismo tiempo, tecnologías como la realidad virtual y la robótica comienzan a implementarse con el objetivo de optimizar el aprendizaje motor en niños con daño neurológico.

Además, se ha observado que la actividad física adaptada, como la natación terapéutica, el yoga infantil o la equinoterapia, tiene un impacto significativo en la rehabilitación motora y perceptiva. Estas actividades no solo trabajan el control motor fino y grueso, sino que también fomentan la motivación, la constancia y la conexión emocional con el propio cuerpo, elementos esenciales para lograr una rehabilitación neurofuncional integral.

Es fundamental el trabajo coordinado de un equipo multidisciplinario conformado por neurólogos, neuropsicólogos, fisioterapeutas, terapeutas ocupacionales, logopedas y trabajadores sociales. Sin este acompañamiento constante, la neuroplasticidad no se traduce en funcionalidad real. La rehabilitación no consiste únicamente en ejercitar músculos, sino en reeducar al cerebro para que reaprenda a interpretar y ejecutar funciones motoras, sensoriales y cognitivas.

Desde el punto de vista ético, la hemisferectomía también ha sido motivo de debate. Algunos especialistas cuestionan si es moralmente aceptable extirpar la mitad del cerebro a un menor de edad que no

puede tomar la decisión por sí mismo. No obstante, las guías éticas médicas avalan esta intervención cuando constituye la mejor y en muchos casos la única alternativa para mejorar la calidad de vida del paciente. Está ampliamente demostrado que no realizar la cirugía, en presencia de epilepsia refractaria, puede ocasionar un deterioro progresivo del desarrollo neurológico y cognitivo.

De manera interesante, estudios recientes han comenzado a analizar los efectos emocionales a largo plazo de la hemisferectomía. Aunque muchos pacientes logran adaptarse adecuadamente, algunos desarrollan síntomas como ansiedad, rasgos depresivos o dificultades en la regulación emocional. Estas alteraciones podrían estar relacionadas con la desconexión de redes límbicas implicadas en el procesamiento emocional, o bien con el impacto acumulativo de haber atravesado múltiples hospitalizaciones desde edades muy tempranas. Por ello, se recomienda mantener un acompañamiento psicológico sostenido, incluso tras superar el cuadro epiléptico.

Es importante aclarar que no todos los resultados son homogéneos. Mientras algunos pacientes alcanzan un nivel funcional y de independencia casi completo, otros presentan secuelas considerables que requieren apoyo permanente. Esta variabilidad depende de múltiples factores: la etiología de la epilepsia, el grado de compromiso del hemisferio sano, la edad en que se realiza la cirugía y la intensidad del proceso de rehabilitación. Por estas razones,

los especialistas subrayan la importancia de un enfoque individualizado, que evite caer en generalizaciones excesivas sobre el pronóstico. Según el *Journal of Neurosurgery: Pediatrics*, los adultos que se someten a hemisferectomía presentan tasas significativamente más bajas de recuperación funcional completa en comparación con los niños, especialmente en áreas como el lenguaje y la marcha (Kim et al., 2018).

Además, cuando la cirugía implica la extirpación del hemisferio derecho, los pacientes pueden presentar dificultades en la visión periférica y en la percepción espacial, ya que estas funciones se asocian predominantemente a ese hemisferio. En cambio, cuando se elimina el hemisferio izquierdo, las principales secuelas suelen estar relacionadas con el lenguaje, dado que esta región cerebral aloja la mayoría de las funciones lingüísticas en la mayoría de las personas, especialmente en diestros.

En términos generales, las dificultades más frecuentes tras una hemisferectomía están relacionadas con el control motor. Muchos pacientes experimentan problemas de movilidad, especialmente en el lado del cuerpo opuesto al hemisferio extirpado, lo que se debe a la organización cruzada del control motor en el cerebro humano. Esta lateralización explica por qué la intervención quirúrgica tiene efectos físicos asimétricos.

A pesar de los avances en la recuperación funcional y en las técnicas quirúrgicas, aún existen áreas del conocimiento que no se han explorado completamente. Dorit Kliemann,

investigadora postdoctoral en el laboratorio de Neurociencia y Biología de Caltech, señala que, hasta ahora, no se ha realizado una investigación exhaustiva sobre las redes funcionales en reposo dentro del hemisferio restante en individuos que han sido sometidos a una hemisferectomía.

Kliemann, autora principal de un reciente estudio sobre el tema, comenta que, sorprendentemente, las redes cerebrales fundamentales que se observan en cerebros normales de dos hemisferios también están presentes en los cerebros de personas con un solo hemisferio funcional. Esta observación destaca la asombrosa capacidad de adaptación del cerebro humano, que a pesar de la pérdida masiva de tejido cerebral, es capaz de conservar muchas de sus funciones esenciales.

El fenómeno quirúrgico de la hemisferectomía tiene sus raíces en los experimentos realizados por el fisiólogo alemán Friedrich Goltz en 1888, quien fue el primero en documentar una intervención de este tipo, aunque en un perro y no en un ser humano. En cuanto a su aplicación clínica en humanos, el procedimiento fue formalmente introducido por el neurocirujano Walter Dandy en 1928, inicialmente como tratamiento para tumores cerebrales. No fue sino hasta la década de 1950 que comenzó a utilizarse con fines terapéuticos en casos de epilepsia refractaria, gracias a los trabajos pioneros de McKenzie y Rasmussen, quienes documentaron intervenciones exitosas con una interrupción casi completa de las crisis epilépticas.

Desde entonces, la hemisferectomía ha sido utilizada en una amplia variedad de casos, incluyendo epilepsias refractarias, tumores cerebrales y otras condiciones neurológicas severas. Esta intervención quirúrgica representa un testimonio extraordinario de la resiliencia cerebral y de su capacidad para adaptarse, incluso frente a la pérdida significativa de tejido.

Actualmente, centros médicos altamente especializados como el *Johns Hopkins Children's Center* en Estados Unidos o el *Hospital Necker-Enfants Malades* en París realizan decenas de hemisferectomías al año, con tasas de control de crisis superiores al 75 %, y en algunos casos, alcanzando el 90 %. La experiencia acumulada en estas instituciones ha permitido perfeccionar la técnica quirúrgica, disminuir las complicaciones y, sobre todo, ofrecer a los pacientes algo que antes parecía inalcanzable: una oportunidad real de desarrollo, aprendizaje y autonomía.

CONCLUSIÓN

A la luz de la evidencia científica, clínica y neurobiológica disponible, hoy es posible afirmar que vivir con la mitad del cerebro no solo es viable, sino también potencialmente funcional y adaptativo, especialmente cuando la cirugía se realiza en edades tempranas. Esta intervención, indicada en casos específicos de epilepsia refractaria, constituye uno de los ejemplos más poderosos de la neuroplasticidad humana en acción.

La reorganización funcional cortical,

ampliamente documentada mediante estudios de neuroimagen y observaciones clínicas, permite que el hemisferio contralateral asuma funciones previamente localizadas en el lado extirpado o desconectado. Este fenómeno, más efectivo en pacientes pediátricos por la maleabilidad del sistema nervioso en desarrollo, ha permitido recuperar parcial o totalmente funciones motoras, cognitivas e incluso lingüísticas.

El éxito de esta intervención no depende únicamente del acto quirúrgico. Su verdadero impacto se construye mediante un abordaje integral y personalizado que incluya rehabilitación neuropsicológica intensiva, apoyo emocional y seguimiento multidisciplinario a largo plazo. La experiencia adquirida en centros de alta especialización ha permitido reducir complicaciones quirúrgicas y mejorar sustancialmente los desenlaces funcionales de los pacientes.

Aunque persisten desafíos especialmente en adultos o en pacientes con compromiso bilateral o alteraciones estructurales en el hemisferio sano, los resultados acumulados hasta la fecha respaldan la eficacia y viabilidad de esta alternativa terapéutica. En definitiva, la hemisferectomía no solo demuestra la extraordinaria plasticidad cerebral, sino que redefine los límites clínicos de lo posible, brindando a quienes antes no tenían esperanza, una oportunidad tangible de calidad de vida, independencia y futuro.

REFERENCIAS

1. Ramón y Cajal S. *Recollections of My Life*. Cambridge, MA: MIT Press; 1937.
2. Hopkins Medicine. Epilepsy: Ryan's Story. Disponible en: <https://www.hopkinsmedicine.org/health/conditions-and-diseases/epilepsy/epilepsy-ryans-story>
3. Organización Mundial de la Salud. Definición de neuroplasticidad. Ginebra: OMS; 1982.
4. Kolb B, Gibb R. Plasticity in the developing brain: Research review. *Nat Rev Neurosci*. 2015;16(2):101–113. <https://doi.org/10.1038/nrn3884>
5. Saxena V, Nadkarni T. Hemispheric disconnection for intractable epilepsy. *Surg Neurol Int*. 2019;10:61. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6489434/>
6. Revista de Ciencias Médicas de Pinar del Río. Hemisferectomía: Abordaje quirúrgico de la epilepsia refractaria. *Rev Cienc Med Pinar Río*. 2019;23(4). <https://www.medigraphic.com/pdfs/pinar/rcm2019/rcm1940.pdf>
7. Asociación Argentina de Neurocirugía. Técnicas quirúrgicas en hemisferectomía funcional. Disponible en: <https://aanc.org.ar/ranc/items/show/391>
8. Boatman D, Freeman J, Vining E, Pulsifer M, Miglioretti D, Minahan R, et al. Language recovery after left hemispherectomy in children with late-onset seizures. *Neuropsychologia*. 1999;37(8):825–838. [https://doi.org/10.1016/S0028-3932\(98\)00140-2](https://doi.org/10.1016/S0028-3932(98)00140-2)
9. Kliemann D, Adolphs R, Tyszka JM, Fischl B, Yeo BTT, Gabrieli JDE. Intrinsic functional connectivity of the brain in patients who underwent childhood hemispherectomy. *Lancet Neurol*. 2020;19(3):221–231. [https://doi.org/10.1016/S1474-4422\(19\)30413-1](https://doi.org/10.1016/S1474-4422(19)30413-1)
10. Kim H, Lee DS, Kang H, Kim YK, Chung CK, Lee SK. Hemispheric asymmetry in the recovery of motor function after hemispherotomy in adults. *J Neurosurg Pediatr*. 2018;21(5):517–525. <https://doi.org/10.3171/2017.11.PEDS17457>
11. Vining EPG, Freeman JM. Why would you remove half a brain? The outcome of hemispherectomy in children. *Pediatrics*. 1997;100(2):163–171. <https://doi.org/10.1542/peds.100.2.163>
12. Tucker DM, Luu P. Frames, biases, and rational decision-making in the human brain. *Trends Cogn Sci*. 2007;11(8):349–354. <https://doi.org/10.1016/j.tics.2007.06.005>
13. McKenzie KG, Rasmussen T. The surgical treatment of epilepsy. *Can Med Assoc J*. 1951.
14. Goltz F. [Experimentos sobre la función cerebral en animales]. 1888. [Referencia histórica sin fuente específica].
15. Revista Cubana de Medicina. Hemisferectomía: Abordaje quirúrgico de la epilepsia refractaria. *Rev Cub Med*. 2019;58(4). <https://www.medigraphic.com/pdfs/pinar/rcm-2019/rcm1940.pdf>

LEGALIZACIÓN DE LA VENTA DE ÓRGANOS VOLUNTARIA CON FINES DE TRASPLANTE

Autores

Javier Arturo García Cárdenas, Misael Olvera Soto, Kevin Alfonso Ponce Pacheco, Eduardo Arellano Rojas, Oscar Zamora Miranda.

INTRODUCCIÓN

La escasez de órganos a nivel mundial deja sin tratamiento a miles de pacientes que esperan un trasplante, cubriendo menos del 10% de la demanda (OMS, 2022). Debido a esta gran problemática, se debate si la legalización de la venta voluntaria de órganos podría llegar a ser una solución factible para mitigar este problema: Mientras algunos proponen mercados regulados para aumentar la disponibilidad y reducir el tráfico ilegal, otros advierten de los posibles riesgos de violación y aprovechamiento a los principios éticos (Declaración de Estambul, 2018). Este estudio analiza la percepción pública sobre este tema controversial, vinculándola a principios bioéticos (autonomía, justicia, beneficencia y no maleficencia), aportando evidencia clave a un debate urgente en salud pública.

OBJETIVO

Analizar los diversos puntos de vista, actitudes y preocupaciones de la población acerca de la posible legalización de la venta voluntaria de órganos con fines de trasplante, con base en datos obtenidos por medio de una encuesta aplicada a 47 participantes. Para poder discutir la implementación de un sistema que permita la venta regulada de órganos humanos.



ESCANEA AQUÍ PARA ACCEDER A LA VERSION COMPLETA

METODOLOGÍA

- Enfoque: Estudio cuantitativo, descriptivo y transversal
- Instrumento: Encuesta vía Google Forms
- 47 participantes en México
- Secciones del cuestionario:
 - Datos sociodemográficos (edad, género, educación, conocimiento médico)
 - 10 preguntas acerca de la percepción de venta de órganos (aspectos económicos, legales y éticos)
- Análisis de datos:
 - Estadística descriptiva (frecuencias, porcentajes)
 - Tablas cruzadas por variables demográficas
 - Limitaciones: Tamaño muestral pequeño y posible sesgo de selección
- Enfoque bioético: Discusión basada en autonomía, justicia y no maleficencia

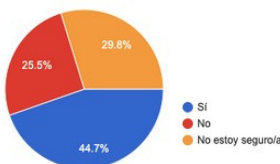
RESULTADOS

¿Estarías dispuesto/a a vender uno de tus órganos, si la venta voluntaria de órganos fuera legal en tu país?



La mayoría de los encuestados, especialmente mujeres entre 18-25 años, respondieron "tal vez" al considerar vender un órgano, lo que refleja una postura cautelosa y condicionada a circunstancias específicas. Los hombres en el mismo rango de edad mostraron mayor apertura, con respuestas más frecuentes hacia el "sí", lo que sugiere diferencias en la percepción de riesgo o prioridades entre géneros.

¿Apoyarías una ley que permita la venta voluntaria de órganos en tu país, bajo estrictas regulaciones médicas y éticas?



El apoyo a una ley que permita la venta de órganos fue la opción más sugerida por la mayoría de encuestados. Las mujeres de 46-55 años mostraron mayor rechazo, junto con los grupos jóvenes (18-25 años) posiblemente por percepciones tradicionales sobre la comercialización del cuerpo humano.

DISCUSIÓN

Irán implementó con éxito un sistema estatal de donación renal remunerada que eliminó las listas de espera, donde los donantes reciben compensación económica regulada (\$1,200 USD entre pago estatal y del receptor, considerando la situación económica iraní), seguro médico gratuito por un año y exención del servicio militar, todo realizado por la Dialysis and Transplant Patients Association (DATPA) la cual actúa como intermediario oficial, conectando donantes y receptores sin participación de agentes privados. Los candidatos son evaluados médica y psicológicamente por equipos independientes siguiendo protocolos internacionales, con especial atención a evitar coerción. Todo supervisado por la Iranian Society for Organ Transplantation una agencia gubernamental con estrictos controles médicos y éticos. (Ghods & Savaj, 2006). Creemos que México podría replicar este modelo adaptándolo a su contexto mediante la creación de un Instituto Nacional de Donación Renal que centralice el proceso, establezca compensaciones justas (considerando la economía del país) y mantenga rigurosos protocolos médicos, implementándolo como complemento, no como reemplazo, del sistema actual de donación altruista para garantizar transparencia y acceso equitativo y con una buena regulación e implementación poder ser testigos de los resultados.

CONCLUSIÓN

A través de este estudio sobre la legalización de la venta voluntaria de órganos nos arroja como resultados una gran diferencia en las percepciones de la población dentro de México, la cual se ve influenciada directamente por factores como la edad, el género, y su nivel de estudios. Si partimos desde el principio de la autonomía que respalda la libertad de cada individuo sobre la elección de su propio cuerpo, especialmente entre adultos y jóvenes dispuestos a vender sus órganos por una necesidad económica. Sin embargo, existe el contraste con los principios de justicia y la no maleficencia, debido a que muchos de los participantes en especial mujeres y adultos mayores nos advierten que esta práctica podría explotar a los vulnerables y aumentar aún más la brecha socioeconómica dentro de nuestro país, en pocas palabras ver a las personas en necesidad como "granjas de órganos" y aunado a esto existe la desconfianza rotunda sobre la capacidad de control del estado en la protección a los donantes y garantizar su seguridad. Si bien la legalización podría aumentar la cantidad de órganos disponibles para personas que realmente los necesitan, muchos de los encuestados admiten que sería la última opción lo que nos refleja que priorizan la salud antes que el comercio.

LITERATURA RELACIONADA: Fallo en los mercados mayor cultura de donación de órganos. [X]. Unimex.mx. Recuperado el 23 de abril de 2025, de https://www.dgpa.unimex.mx/destinos/boletines/2024_105.html.
Castejo de Chaves, L. (2015). Mercado regulado de órganos: el caso de Irán. *Revista de Bioética y Derecho*, 44, 73-88. <https://revistas.ub.edu/revbioetica/article/view/10580>.
Comisión de Transplantes. (2017). *Transplantes: gobierno, recuperación*. 23 de abril de 2025, de https://www.dgpa.unimex.mx/destinos/boletines/2017_001.html.
(n.d.). *Informe - ODOG*. ODOG. <https://www.transplante-observatorio.org/>.
Ghods, A., & Savaj, S. (2006). Iranian model of Paid and Regulated living-Unrelated Kidney Donation. *Clinical Journal of the American*

APLICACIONES ACTUALES PARA CRISPR: EDITA GENES, CURA ENFERMEDADES Y REINVENTA LA MEDICINA MODERNA

AUTORES: RAFAEL ALEJANDRO BAUTISTA PALACIOS, IVANA ATENCIO BERRUETA

RESUMEN

CRISPR-Cas9 ha revolucionado la biomedicina al ofrecer una herramienta precisa, versátil y de bajo costo para la edición genómica. Esta revisión analiza los avances más relevantes entre 2024 y 2025, con énfasis en variantes de alta fidelidad, editores de bases y *prime editing*, así como en las aplicaciones clínicas más destacadas. Se examinan los primeros tratamientos aprobados para beta-talasemia y anemia falciforme, las estrategias emergentes en oncología e inmunoterapia celular, y los ensayos preclínicos en enfermedades neurológicas, cardiometabólicas y autoinmunes. Además, se abordan los desafíos regulatorios, técnicos y éticos que aún limitan su implementación clínica masiva. El artículo propone una visión crítica pero optimista del papel que jugará CRISPR en la transición hacia una medicina personalizada, segura y accesible.

CONTEXTUALIZACIÓN DEL CRISPR CAS

Una proteína bacteriana y una secuencia repetida cambiaron para siempre la forma en que entendemos el genoma humano. No es una exageración: CRISPR-Cas9 transformó una defensa microbiana en el bisturí molecular más preciso del siglo (1). Lo que comenzó como un hallazgo accidental en *E. coli* en los años 80 se convirtió, décadas más tarde, en una herramienta capaz de cortar, corregir y reescribir el ADN con una

precisión sin precedentes. Este sistema, compuesto por una secuencia repetida y una enzima especializada, permite a las bacterias recordar ataques virales y neutralizarlos. Su lógica biológica fue tan elegante que bastó adaptarla mínimamente para convertirla en tecnología de edición genómica dirigida.

El verdadero hito ocurrió en 2012, cuando se demostró que bastaba una guía de ARN para dirigir Cas9 a cualquier punto del genoma humano (1). Desde ese momento, el acceso a la edición genética dejó de ser un privilegio reservado a plataformas sofisticadas. En comparación con herramientas previas como las nucleasas de dedos de zinc o TALENs, CRISPR ofrecía facilidad, bajo costo y eficiencia. Su versatilidad permite aplicaciones inmediatas: desde estudios en células madre hasta la creación de modelos animales de enfermedades. Así inició una carrera acelerada por llevar esta tecnología del laboratorio al tratamiento de patologías humanas reales, con implicaciones que aún no terminamos de dimensionar.

En menos de una década, surgieron variantes como Cas12, Cas13 y los editores de bases, que no solo cortan ADN, sino que también modifican letras genéticas sin necesidad de roturas (1). Herramientas como el *prime editing* permiten reescribir secuencias completas sin dañar la estructura del genoma. También se han desarrollado versiones inactivas de Cas9

capaces de modular la expresión génica o alterar el epigenoma. Estas capacidades han ampliado radicalmente el potencial terapéutico de CRISPR. Actualmente, ya existen terapias aprobadas para enfermedades como la anemia falciforme y la beta-talasemia. Esta revisión analiza los avances más relevantes entre 2024 y 2025, explorando cómo esta tecnología pasó de los microorganismos a los hospitales, y por qué promete transformar la medicina como la conocemos.

DISCUSIÓN

Si CRISPR-Cas9 fue el inicio, sus variantes son la evolución inevitable. La búsqueda de precisión llevó al desarrollo de Cas9-HF1 y eSp Cas9, enzimas diseñadas para reducir errores sin sacrificar eficiencia (2). Estas versiones introducen modificaciones estructurales que disminuyen la unión a secuencias no deseadas, minimizando así los temidos efectos *off-target*. En estudios preclínicos, estas nucleasas de alta fidelidad han demostrado tasas de edición específicas superiores al 90%, con una reducción significativa de mutaciones no deseadas (3). Gracias a ellas, la edición dirigida en células humanas resulta ahora más segura, incluso en aplicaciones sensibles como embriones o neuronas. Este refinamiento técnico es fundamental para garantizar que la edición genómica se traduzca en terapias confiables.

Pero mejorar la precisión no lo es todo: también es necesario corregir sin cortar. De ahí emergen dos innovaciones cruciales: los *base editors* y el *prime editing* (4). Los primeros permiten convertir una base por otra—como A por G—sin romper la cadena de ADN,

mediante la fusión de Cas9 inactivada con una desaminasa. Esta técnica ya ha sido utilizada para corregir mutaciones puntuales en enfermedades genéticas raras con alta eficiencia y bajo riesgo. Por su parte, el *prime editing* permite no solo sustituir, sino también insertar y eliminar secuencias, sin necesidad de donantes externos ni roturas de doble cadena. Esta versatilidad lo posiciona como una de las herramientas más prometedoras en edición clínica.

Uno de los principales retos es lograr eficiencia en células no proliferativas, como neuronas o cardiomiocitos. En estos casos, la vía HDR, que requiere división celular, es casi inoperante. El *prime editing* ofrece una solución ideal al funcionar de manera independiente del ciclo celular (4). Además, la ausencia de roturas de doble cadena evita activar mecanismos de daño genético que podrían comprometer la viabilidad celular. Estas propiedades lo hacen especialmente atractivo para enfermedades neurodegenerativas, donde preservar la función celular es tan importante como corregir la mutación.

Sin embargo, la seguridad sigue siendo una preocupación. Aunque las nuevas herramientas reducen el riesgo de mutaciones espontáneas, aún se detectan eventos raros que podrían tener consecuencias imprevisibles (2). Se requiere una caracterización exhaustiva del genoma post-edición para cada aplicación clínica. La combinación entre precisión molecular y vigilancia bioinformática es el camino para convertir estas herramientas en terapias confiables y replicables.

APLICACIONES CLÍNICAS POR TIPO DE ENFERMEDAD

a) Hematología: Beta-talasemia y anemia falciforme

Las hemoglobinopatías hereditarias, como la beta-talasemia y la anemia falciforme, han sido las primeras enfermedades humanas tratadas con terapias basadas en CRISPR-Cas9. Su fisiopatología monogénica bien definida facilita la edición dirigida y predecible. En diciembre de 2023, la FDA aprobó Casgevy (exa-cel) y Lyfgenia, marcando el inicio formal de la edición genética terapéutica. Ambas terapias utilizan células madre hematopoyéticas autólogas editadas ex vivo, posteriormente reinfundidas tras un régimen mieloablativo, es decir, una quimioterapia intensiva que elimina la médula ósea original para permitir que las células corregidas colonicen adecuadamente el organismo (5). El éxito clínico obtenido consolidó a estas enfermedades como modelo de referencia para validar nuevas tecnologías genómicas en humanos.

En la anemia falciforme, una mutación puntual en el gen HBB produce hemoglobina S, cuya polimerización en condiciones de hipoxia genera eritrocitos dismórficos con tendencia a la oclusión vascular. En la beta-talasemia, mutaciones en el mismo gen disminuyen o impiden la síntesis de cadenas beta, lo que ocasiona desequilibrio globínico, eritropoyesis ineficaz y anemia crónica. Casgevy funciona al desactivar un potenciador del gen *BCL11A*, lo que permite la reactivación de la producción de hemoglobina fetal (HbF), usualmente silenciada tras el nacimiento. Esta estrategia evita la polimerización anormal de la

hemoglobina S en anemia falciforme y compensa la deficiencia de cadena beta en la talasemia. En estudios clínicos, el 93.5% de los pacientes tratados con Casgevy para anemia falciforme no presentaron crisis vasooclusivas durante al menos doce meses. En pacientes con beta-talasemia, más del 90% logró independencia transfusional sostenida (5). Estos resultados evidencian no solo eficacia clínica, sino también estabilidad genética a largo plazo.

Lyfgenia, en cambio, utiliza un vector lentiviral, es decir, un virus modificado derivado del VIH que actúa como vehículo para introducir genes terapéuticos de forma estable en el genoma celular. En este caso, el vector incorpora una variante modificada de la hemoglobina A que evita la polimerización tóxica de la hemoglobina S. Aunque esta terapia mostró una tasa de resolución de eventos vasooclusivos del 88%, también se notificaron casos de neoplasias mieloides, lo que llevó a la FDA a emitir una advertencia (5). A pesar de ese riesgo, ambas terapias representan un punto de inflexión en medicina personalizada. Demuestran que la edición genética ya no es una promesa futura, sino una realidad clínica capaz de cambiar el curso natural de enfermedades previamente incurables.

b) Oncología: Cáncer e inmunoterapia celular

¿Qué pasaría si el sistema inmune pudiera ser reprogramado como un software, para reconocer y destruir tumores con precisión quirúrgica? Esa es la premisa que ha transformado la inmunoterapia celular mediante CRISPR (6). Más allá de potenciar la función de los linfocitos T, esta tecnología

permite escribir directamente su programación genética, eliminando genes inhibidores como PD-1, CTLA-4 o LAG-3 que limitan su actividad. De esta manera, las células T adquieren un perfil funcional más persistente y agresivo frente a células cancerosas. En tumores sólidos y hematológicos, estas ediciones han demostrado mejorar la supervivencia celular, incrementar la actividad citotóxica y facilitar el acceso a microambientes tumorales inmunosupresores.

Zhou et al. describen un ensayo clínico de fase I en el que células T humanas fueron modificadas para eliminar simultáneamente tres genes: TRAC, TRBC y PDCD1 (6). Estas ediciones eliminaron el receptor T endógeno y el gen supresor PD-1, permitiendo introducir un receptor TCR sintético específico para el antígeno tumoral NY-ESO-1, común en sarcomas y melanomas. Las células editadas fueron infundidas en pacientes con cáncer avanzado, y los resultados preliminares mostraron buena tolerancia clínica y activación inmunológica específica, sin toxicidades adversas graves (6). Este enfoque demuestra que es posible editar múltiples loci en células T humanas con seguridad y funcionalidad, validando a CRISPR como una herramienta clínicamente viable en inmunoterapia antitumoral.

Otra innovación clave es la creación de células T universales. Al eliminar genes como B2M y HLA-A, se evita la presentación antigénica que podría desencadenar rechazo por parte del receptor (6). Esto permitiría desarrollar terapias alogénicas "listas para usarse" en múltiples pacientes, reduciendo el tiempo y

costo de producción. Adicionalmente, se están integrando sistemas de control genético que permiten activar, silenciar o eliminar las células editadas en respuesta a señales externas, aumentando la seguridad del tratamiento. CRISPR ha dejado de ser solo una técnica de edición para convertirse en una plataforma de diseño inmunológico, capaz de crear terapias celulares con arquitectura genética personalizada, eficiencia elevada y potencial terapéutico revolucionario.

c) Neurología: Edición genética en enfermedades cerebrales

Editar genes en el cerebro parecía impensable hace una década, pero hoy es una posibilidad científica real. CRISPR ha comenzado a romper las barreras estructurales y moleculares que durante años hicieron del sistema nervioso central un terreno vedado para la terapia génica. A diferencia de la edición ex vivo, donde las células se modifican fuera del cuerpo, aquí se requiere una edición in vivo, lo que implica entregar la maquinaria CRISPR directamente al tejido cerebral. Para lograrlo, se han utilizado vectores adenoasociados (AAV), virus modificados no replicantes que transportan secuencias específicas sin integrarse agresivamente al genoma. Estos vectores han alcanzado regiones como el hipocampo, la corteza o la sustancia negra, activando ediciones específicas sin neurotoxicidad observable (7). Esta tecnología ha sido validada en modelos murinos con mutaciones humanas, abriendo un camino experimental hacia terapias neurológicas dirigidas.

En la enfermedad de Parkinson, el foco se ha puesto en el gen SNCA, que codifica la alfa-

sinucleína. Su sobreexpresión y agregación anormal son eventos clave en la formación de cuerpos de Lewy, marcadores patológicos de la enfermedad. Utilizando base editing, se ha logrado silenciar variantes patológicas de este gen, reduciendo significativamente la carga de inclusiones proteicas (7). En modelos animales, esta intervención preservó neuronas dopaminérgicas en la sustancia negra y mejoró la motricidad espontánea, incluso en estadios avanzados de neurodegeneración. Lo notable es que estos efectos se lograron sin alterar otras funciones neuronales, lo que refuerza el potencial de CRISPR como herramienta terapéutica altamente específica para enfermedades motoras crónicas.

En el caso del Alzheimer, los esfuerzos se han dirigido a genes como APP y PSEN1, cuyas mutaciones hereditarias aumentan la producción de péptidos β -amiloide. La acumulación de estos péptidos forma placas extracelulares que alteran la sinapsis y promueven la neurodegeneración progresiva. Estudios recientes han demostrado que la edición de estos genes mediante CRISPR reduce significativamente los niveles de β -amiloide en modelos animales, con efectos positivos en memoria espacial, comportamiento exploratorio y estabilidad sináptica (7). Incluso se ha observado un rescate funcional en circuitos de hipocampo sin efectos adversos detectables. Estas intervenciones no solo disminuyen el daño estructural, sino que modifican procesos clave en la patogenia, lo que plantea la posibilidad de terapias genéticas que prevengan el deterioro cognitivo desde sus etapas más tempranas.

d) Cardiología y metabolismo

Un solo tratamiento, una única infusión intravenosa, logró reducir hasta en un 96% los niveles de transtiretina en sangre en pacientes con amiloidosis, superando incluso a las terapias aprobadas (TTR) (8). No es una hipótesis de laboratorio ni un ensayo preliminar: es una intervención real en seres humanos, registrada clínicamente y publicada. Por primera vez, CRISPR ha demostrado que puede reescribir el curso natural de una enfermedad genética letal, no solo detenerla, sino borrar su causa (TTR). Donde antes había paliativos, ahora hay posibilidad de remisión funcional o incluso curación.

Pero la revolución no se detiene ahí. En primates, una sola edición del gen PCSK9 ha reducido en un 60% el colesterol LDL, el principal motor molecular de los infartos y accidentes cerebrovasculares (PCSK9, ANGPTL3). Los genes editados —PCSK9 y ANGPTL3— codifican proteínas que normalmente impiden que el hígado elimine el colesterol de la sangre. Su silenciamiento transforma radicalmente el metabolismo lipídico, ofreciendo una alternativa permanente a décadas de medicación crónica (8). Esto representa una edición potencialmente permanente que busca reemplazar el tratamiento crónico con una única intervención genómica.

Estudios en ratones humanizados han confirmado que esta edición persiste al menos ocho meses sin señales de toxicidad hepática (PCSK9). Las nanopartículas lipídicas y los vectores virales entregan la maquinaria CRISPR con precisión quirúrgica, y los editores de adenina corrigen con una exactitud milimétrica mutaciones en zonas

clave de splice en hepatocitos humanos (PCSK9) (8).

CRISPR también ha abierto un portal hacia el entendimiento profundo de las arritmias y miocardiopatías. En modelos murinos, la edición somática del gen *Myh6* ha replicado cardiomiopatías hipertróficas humanas (8), revelando mecanismos de remodelación cardíaca imposibles de estudiar antes (*Myh6*). En cardiomiocitos derivados de células madre humanas, las ediciones isogénicas han permitido distinguir con claridad quirúrgica entre variantes benignas y patológicas en genes como *TNNT2*, cambiando decisiones clínicas en tiempo real (8).

MODELOS PRECLÍNICOS Y TERAPIAS EN FASE DE INVESTIGACIÓN

La edición de genomas en modelos animales ha permitido simular enfermedades humanas con una fidelidad antes inalcanzable. A través de CRISPR, hoy es posible introducir mutaciones puntuales patogénicas en genes humanos directamente en el ADN de especies modelo como el ratón o el cerdo. Por ejemplo, en el síndrome de Rett, se han generado modelos isogénicos con mutaciones en *MECP2*, responsables de disfunción neuronal progresiva y deterioro cognitivo. En la epidermólisis ampollar distrófica, se han editado genes como *COL7A1*, cuya alteración impide la formación de colágeno tipo VII, generando fragilidad cutánea extrema (9). Estos modelos permiten validar terapias genéticas, analizar rutas moleculares implicadas y predecir respuestas clínicas con mayor realismo que los sistemas in vitro.

En el campo de las enfermedades autoinmunes, CRISPR ha hecho posible la

exploración funcional de genes inmunorreguladores implicados en susceptibilidad genética. Por ejemplo, mutaciones en *TYK2* se asocian con lupus eritematoso sistémico al alterar la señalización de interferones tipo I; *STAT3* contribuye a la hiperactividad de células T y producción de citocinas proinflamatorias en colitis ulcerosa; y *CTLA4* está relacionado con defectos en los puntos de control inmunológico en esclerosis múltiple (9). Al introducir estas variantes en modelos animales, los investigadores pueden estudiar con precisión el inicio y progresión de la autoinmunidad, así como evaluar terapias dirigidas sobre vías moleculares específicas. Esta aproximación experimental ha elevado el nivel de comprensión inmunogenética de enfermedades complejas.

Por otro lado, los ensayos clínicos con células madre editadas genéticamente están ampliando sus horizontes terapéuticos. Si bien las primeras aplicaciones exitosas se centraron en enfermedades hematológicas, actualmente se desarrollan protocolos experimentales para inmunodeficiencias congénitas, como el síndrome de Wiskott-Aldrich; enfermedades metabólicas hereditarias, como la enfermedad de Gaucher; y trastornos neurológicos, como la enfermedad de Batten (9). Estos ensayos, aún en fases tempranas, utilizan células madre autólogas corregidas ex vivo con CRISPR, que luego se diferencian in vitro y se reinfunden al paciente. Aunque los resultados preliminares muestran integración genómica estable y baja incidencia de efectos adversos, persisten desafíos técnicos clave: evitar ediciones fuera del objetivo, lograr expresión sostenida del gen corregido y demostrar eficacia funcional

a largo plazo. La integración clínica de esta tecnología requiere validación continua, pero el ritmo del progreso sugiere que su consolidación es solo cuestión de tiempo.

DISCUSIÓN

Aunque CRISPR-Cas9 ha generado gran entusiasmo por su potencial terapéutico, aún enfrenta obstáculos importantes que limitan su aplicación clínica. A nivel molecular, uno de los principales retos es el mosaicismismo. Esto ocurre cuando la edición genética no afecta a todas las células, sino sólo a una parte de ellas. Como resultado, el organismo queda compuesto por una mezcla de células modificadas y no modificadas. Esta mezcla puede reducir el efecto terapéutico, ya que las células con la mutación original siguen presentes y pueden seguir causando enfermedad (2).

Otro riesgo importante es la activación de la vía p53, una proteína esencial en la vigilancia del ADN. Cuando CRISPR provoca roturas de doble cadena, esta vía puede inducir la muerte de las células editadas, reduciendo así la eficacia del tratamiento. Sin embargo, en algunos casos, podrían sobrevivir células que escapan a este control, lo que plantea un posible riesgo de transformación maligna. Además, como Cas9 es una proteína de origen bacteriano, el sistema inmune puede reconocerla como extraña y generar una respuesta inflamatoria o eliminar las células modificadas, afectando la estabilidad y seguridad de la terapia.

A nivel sistémico, los desafíos regulatorios son considerables. La ausencia de marcos homogéneos entre países dificulta la

estandarización de ensayos clínicos y retrasa la aprobación de nuevas terapias. Mientras que Estados Unidos ha aprobado las primeras terapias basadas en CRISPR para hemoglobinopatías, muchas regiones carecen de legislación que contemple los riesgos y particularidades éticas de la edición genética (9). Este desfase regulatorio ralentiza la transición de los desarrollos preclínicos hacia intervenciones clínicas autorizadas, incluso cuando la evidencia científica es sólida.

En términos de equidad, la brecha tecnológica amenaza con profundizar desigualdades existentes. Aunque CRISPR permite el desarrollo de terapias personalizadas, su alto costo inicial y la infraestructura especializada requerida limitan el acceso a países de ingresos bajos y medianos. A ello se suma la priorización de enfermedades monogénicas raras con modelos comerciales viables, mientras que condiciones más prevalentes pero menos rentables quedan relegadas en la agenda de investigación (9).

El panorama actual de CRISPR está definido por un contraste marcado: avances espectaculares en eficacia terapéutica conviven con barreras logísticas, económicas y éticas que dificultan su implementación masiva. El reto ya no es demostrar que esta tecnología funciona, sino garantizar que funcione para todos, de manera segura, justa y sostenible. El futuro de la medicina genómica dependerá de cómo respondamos, colectivamente, a estos desafíos.

CONCLUSIÓN

La edición genética con CRISPR ha pasado de ser una innovación de laboratorio a una

herramienta terapéutica concreta, con aplicaciones clínicas validadas. Entre los avances más prometedores se destacan el *prime editing*, que permite modificaciones sin roturas de ADN; la edición *in vivo*, que ha superado las barreras del sistema nervioso central; y la aprobación de *Casgevy*, que marca un hito en el tratamiento curativo de enfermedades monogénicas como la anemia falciforme. Estas tecnologías no solo amplían las posibilidades de intervención, sino que redibujan los límites de la medicina contemporánea.

No obstante, su adopción masiva exige avanzar con ensayos clínicos controlados, protocolos estandarizados y vigilancia activa de seguridad genómica. El riesgo de mosaicismo, la activación de vías oncogénicas y la posible inmunogenicidad deben abordarse con herramientas bioinformáticas robustas y un enfoque experimental riguroso. Asimismo, es imprescindible incorporar marcos regulatorios equitativos y considerar implicaciones éticas como el acceso justo y el uso responsable de la edición heredable.

A mediano plazo, es previsible una transición hacia una medicina personalizada sustentada por CRISPR, capaz de diseñar terapias a la medida de cada genoma. Este escenario requerirá profesionales médicos formados en genética funcional, una infraestructura clínica avanzada y una gobernanza internacional ética. CRISPR no solo ofrece curar lo incurable; propone reescribir la relación entre el médico, el paciente y su biología.

REFERENCIAS

1. Pacesa M, Pelea O, Jinek M. Past, present, and future of CRISPR genome editing technologies. *Cell*. 2024 Feb 29;187(5):1076-1100. doi: 10.1016/j.cell.2024.01.042. PMID: 38428389.
2. Tao J, Bauer DE, Chiarle R. Assessing and advancing the safety of CRISPR-Cas tools: from DNA to RNA editing. *Nat Commun*. 2023 Jan 13;14(1):212. doi: 10.1038/s41467-023-35886-6. PMID: 36639728; PMCID: PMC9838544.
3. Kleinstiver BP, Pattanayak V, Prew MS, Tsai SQ, Nguyen NT, Zheng Z, Joung JK. High-fidelity CRISPR-Cas9 nucleases with no detectable genome-wide off-target effects. *Nature*. 2016 Jan 28;529(7587):490-5. doi: 10.1038/nature16526. Epub 2016 Jan 6. PMID: 26735016; PMCID: PMC4851738.
4. Zhao Z, Shang P, Mohanraju P, Geijsen N. Prime editing: advances and therapeutic applications. *Trends Biotechnol*. 2023 Aug;41(8):1000-1012. doi: 10.1016/j.tibtech.2023.03.004. Epub 2023 Mar 30. PMID: 37002157.
5. Parums DV. Editorial: First Regulatory Approvals for CRISPR-Cas9 Therapeutic Gene Editing for Sickle Cell Disease and Transfusion-Dependent β -Thalassemia. *Med Sci Monit*. 2024 Mar 1;30:e944204. doi: 10.12659/MSM.944204. PMID: 38425279; PMCID: PMC10913280.
6. Zhou X, Renauer PA, Zhou L, Fang SY, Chen S. Applications of CRISPR technology in cellular immunotherapy. *Immunol Rev*. 2023 Nov;320(1):199-216. doi: 10.1111/imr.13241. Epub 2023 Jul 14. PMID: 37449673; PMCID: PMC10787818.
8. Shang J, Song F, Zhang Z, Chen D, Yang S. Application of novel CRISPR tools in brain therapy. *Life Sci*. 2024 Sep 1;352:122855. doi: 10.1016/j.lfs.2024.122855. Epub 2024 Jun 20. PMID: 38908787.
9. Musunuru K. CRISPR and cardiovascular diseases. *Cardiovasc Res*. 2023 Mar 17;119(1):79-93. doi: 10.1093/cvr/cvac048. PMID: 35388882.
10. Cetin B, Erendor F, Eksi YE, Sanlioglu AD, Sanlioglu S. Advancing CRISPR genome editing into gene therapy clinical trials: progress and future prospects. *Expert Rev Mol Med*. 2025 Mar 31;27:e16. doi: 10.1017/erm.2025.10. PMID: 40160040; PMCID: PMC12094669
11. Zhang ML, Li HB, Jin Y. Application and perspective of CRISPR/Cas9 genome editing technology in human diseases modeling and gene therapy. *Front Genet*. 2024 Apr 11;15:1364742. doi: 10.3389/fgene.2024.1364742. PMID: 38666293; PMCID: PMC11043577.

CÁNCER DE PRÓSTATA EN MÉXICO: UN DESAFÍO DE SALUD PÚBLICA

AUTOR: OLGA YANETH SALAZAR CASTRO

RESUMEN

En México el cáncer de próstata es la neoplasia maligna más frecuente en hombres y una de las principales causas de muerte. A pesar de la alta prevalencia de esta patología en México no existe un registro nacional unificado que nos permita conocer su incidencia y prevalencia con exactitud, además esto dificulta el profundo conocimiento de la evolución de la enfermedad, respuesta a tratamientos y tasas de supervivencia, la cual es información muy relevante que ayudaría a que los pacientes tuvieran acceso a diagnóstico oportuno y tratamientos personalizados que resulten más efectivos.

Entre los principales factores de riesgo se encuentran la edad avanzada, los antecedentes familiares, una dieta rica en grasas, sedentarismo y consumo de alcohol. El diagnóstico se realiza a través de la valoración clínica, la toma de laboratorios entre ellos el antígeno prostático específico (PSA), la biopsia prostática y la estadificación mediante sistemas como el Gleason y TNM que nos permiten clasificar el carcinoma para guiar el manejo terapéutico.

Las opciones de tratamiento varían dependiendo de muchos factores, pero generalmente se utiliza quimioterapia, radioterapia de intensidad modulada y terapia de privación androgénica mediante agonistas/antagonistas de la GnRH o antiandrógenos.

Promover la creación de un registro nacional además de fomentar la investigación en nuestro país son pasos fundamentales para mejorar el diagnóstico oportuno y optimizar los protocolos de tratamiento con el objetivo de reducir la mortalidad asociada al cáncer de próstata en México.

INTRODUCCIÓN

El cáncer de próstata es la neoplasia maligna más común en los hombres y también representa una de las principales causas de muerte en nuestro país. A pesar de que tiene una alta incidencia hay una problemática importante y es que no existe un registro nacional que esté unificado y que nos permita conocer la cantidad de casos o su evolución, debido a esto se dificulta la implementación de políticas de prevención y el acceso a tratamientos de manera oportuna. Este artículo busca analizar la situación actual del cáncer de próstata en México, sus factores de riesgo, métodos diagnósticos y avances recientes.

OBJETIVOS

- Conocer la epidemiología del cáncer de próstata en México
- Revisar los factores de riesgo para el cáncer de próstata.
- Conocer cómo se realiza el diagnóstico y clasificación del mismo
- Enumerar los principales tratamientos del cáncer de próstata.

EPIDEMIOLOGÍA EN MÉXICO

El cáncer de próstata es una de las principales causas de muerte en hombres especialmente en mayores de 50 años, sin embargo, en México no existe un registro nacional que nos permita conocer la incidencia y prevalencia de la enfermedad. Aunque existen cifras que son publicadas tanto por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y la Secretaría de salud, no hay datos sistematizados lo que dificulta la evaluación de factores de riesgo, tasas de supervivencia y la eficacia de los tratamientos utilizados.

FACTORES DE RIESGO

Existen diversos factores que se ha demostrado puede incrementar la probabilidad de desarrollar cáncer de próstata:

- Edad
- Antecedentes familiares
- Estilo de vida: Dieta rica en grasa, sedentarismo y consumo de alcohol

SÍNTOMAS

El cáncer de próstata en sus primeras fases suele ser asintomático pero puede presentar lo siguiente:

- Dificultad para orinar, chorro urinario débil o intermitente
- Sangre en la orina o el semen
- Dolor persistente en pelvis o espalda baja

CLASIFICACIÓN

Sistema de Gleason

El sistema de Gleason se usa para calificar qué tan agresivo es el cáncer de próstata a

través de un análisis del tejido tumoral que se observa en una biopsia.

- Se asignan dos valores del 1 al 5 a cada patrón de crecimiento
- Se identifican los dos patrones más frecuentes y se suman sus grados para obtener una puntuación total
- Un puntaje bajo (≤ 6) indica un cáncer menos agresivo mientras que uno alto (8-10) sugiere una neoplasia de mal pronóstico

Clasificación TNM

Este sistema describe la extensión del cáncer de próstata

- T: Tumor, describe el tamaño y extensión de
- N: Nódulos linfáticos, indica si hay diseminación
- M: Metástasis, determina si el cáncer se ha propagado a otros órganos

Carcinoma de bajo y alto riesgo

El carcinoma de próstata se categoriza en bajo y alto riesgo para orientar el manejo terapéutico y el pronóstico.

Bajo riesgo

- PSA ≤ 10 ng/mL
- Gleason ≤ 6
- Estadio clínico T1-T2a
- Ausencia de afectación ganglionar (N0) y de metástasis a distancia (M0)

Alto riesgo

- PSA > 20 ng/mL
- Gleason 8-10
- Estadio clínico $\geq T3$ (invasión extracapsular o vesículas seminales)
- Puede presentar afectación ganglionar (N1) sin metástasis a distancia o M1

TRATAMIENTO

La quimioterapia está indicada en pacientes con enfermedad metastásica o resistente a la terapia hormonal. Entre los agentes de primera línea se encuentran el docetaxel que ha demostrado mayor supervivencia y el cabazitaxel en aquellos que no progresan con el anterior. Estos fármacos actúan impidiendo la polimerización de microtúbulos. Entre sus efectos adversos se encuentran la neutropenia, neuropatía periférica, fatiga y alopecia.

La radioterapia se utiliza como adyuvante posterior a la prostatectomía cuando existen marcos quirúrgicos positivos o invasión extracapsular y existen dos modalidades principales, la radioterapia externa de intensidad modulada (IMTR) la cual permite administrar dosis altas, pero de manera precisa lo cual minimiza la toxicidad en los tejidos adyacentes, y la braquiterapia con semillas radiactivas que se implantan de manera directa en la glándula prostática.

La terapia de deprivación androgénica o tratamiento hormonal consiste en suprimir la producción de la testosterona, la cual es la hormona que estimula el crecimiento del tumor prostático. Esto se hace mediante agonistas y antagonistas de la GnRH y antiandrogénicos orales de primera y de nueva generación. Esta terapia puede asociarse a osteoporosis, eventos cardiovasculares y alteraciones metabólicas.

CONCLUSIONES

El cáncer de próstata es una enfermedad que tiene un gran impacto en la salud masculina, la falta de registros en México representa grandes desafíos desde no tener estandarizado el patrón de signos y síntomas lo que dificulta la prevención y el diagnóstico hasta no conocer cuáles son los mejores tratamientos. Promover la investigación para poder obtener cifras y datos precisos sobre este tema puede representar un gran avance para nuestro país y la salud de sus habitantes contribuyendo a reducir la mortalidad de esta enfermedad.

REFERENCIAS

1. Instituto Nacional del Cáncer. Avances en la investigación del cáncer de próstata. Bethesda, MD: National Cancer Institute; 2025. Disponible en: <https://www.cancer.gov/espanol/tipos/prostata/avances-investigacion>
2. Moreno García PG, Ortiz Cardona AI, Segura Valdez LF, Motte Garduño AD. Cáncer de próstata. Revisión bibliográfica. Ocronos. 2020;3(8):149. Disponible en: <https://revistamedica.com/cancer-prostata-revision-bibliografica/>
3. Islas Pérez LA, Martínez Reséndiz JI, Ruiz Hernández A, et al. Epidemiología del cáncer de próstata, sus determinantes y prevención. JONNPR. 2020;5(9). Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/jonnpr/v5n9/2529-850X-jonnpr-5-09-1010.pdf>
4. INEGI. Estadísticas a propósito del Día Mundial contra el Cáncer. 2025. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/salade prensa/aproposito/2025/EAP_DMvsCancer25.pdf
5. SciELO. Una mirada global y actualizada del cáncer de próstata. Rev Fac Med. 2018;66(3):429–37. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v66n3.65770>

CAMBIANDO LA MIRADA DESDE LO MÁS PEQUEÑO: MI EXPERIENCIA EN EL 3ER SUMMIT DE MICROBIOTA

AUTOR: SARA DENISSE GARCÍA TORRES

TESTIMONIO

Mi nombre es Sara Denisse García Torres, soy estudiante de la Licenciatura en Nutrición en la Universidad Anáhuac Querétaro, y recientemente finalicé mi sexto semestre. Este verano tomé la decisión de inscribirme a cursos intersemestrales, no solo para continuar formándome, sino porque tenía una visión clara: aprovechar aquellas oportunidades de aprendizaje que durante el semestre suelen pasar desapercibidas por falta de tiempo. Una de esas oportunidades fue participar en el 3er Summit de Microbiota, los días 27 y 28 de junio de 2025 en la Unidad de Congresos del Centro Médico Nacional Siglo XXI, en la Ciudad de México.

Desde que me enteré que mi escuela, la Escuela de Nutrición de la Anáhuac Querétaro, estaba promoviendo la asistencia a este congreso, me sentí emocionada. No solo por el tema, que me parece fascinante, sino también por la posibilidad de vivir una experiencia fuera del salón, con expertos de distintas disciplinas, todos reunidos por un mismo propósito: comprender y profundizar en el papel que juega la microbiota en la salud humana.

Me aventuré, hice maletas y me fui a la Ciudad de México con toda la ilusión de vivir algo distinto. Desde el primer momento, la organización del congreso me sorprendió. La

calidad de los ponentes, el contenido actualizado, el ambiente académico y profesional, y sobre todo, la apertura a estudiantes, me hicieron sentir que realmente estaba en el lugar correcto, en el momento justo.

A lo largo de los dos días del Summit, asistí a conferencias impartidas por doctores, investigadores, nutriólogos, farmacobiólogos mexicanos e incluso, y en su mayoría extranjeros, quienes abordaron el estudio de la microbiota desde múltiples perspectivas. Lo que más me impactó fue ver cómo todos coincidían en lo mismo: la microbiota no es un tema más, es un eje fundamental en la salud integral del paciente.



calidad de los ponentes, el contenido actualizado, el ambiente académico y profesional, y sobre todo, la apertura a estudiantes, me hicieron sentir que realmente estaba en el lugar correcto, en el momento justo.

A lo largo de los dos días del Summit, asistí a conferencias impartidas por doctores, investigadores, nutriólogos, farmacobiólogos mexicanos e incluso, y en su mayoría extranjeros, quienes abordaron el estudio de la microbiota desde múltiples perspectivas. Lo que más me impactó fue ver cómo todos coincidían en lo mismo: la microbiota no es un tema más, es un eje fundamental en la salud integral del paciente.

Durante la carrera, hasta ahora, hemos visto de forma muy general algunos temas relacionados con la microbiota, los probióticos y el eje intestino-cerebro. Pero estar en el Summit me ayudó a entender de una forma mucho más clara lo importante, compleja y sorprendente que es la microbiota, y cómo influye en muchísimos aspectos de nuestra salud. Descubrí cosas que en clases apenas hemos tocado, y que sin duda merecen más atención.

Aprendí sobre la relación entre la disbiosis y diversas enfermedades crónicas, inflamatorias, autoinmunes y metabólicas; sobre cómo ciertos patrones de alimentación impactan directamente en la composición del microbioma, y sobre cómo nuevas tecnologías están permitiendo investigaciones más precisas que antes ni siquiera imaginábamos.

Uno de los aspectos más enriquecedores fue escuchar distintas posturas profesionales respecto al manejo clínico de alteraciones

relacionadas con la microbiota. Me llamó mucho la atención cómo cada especialista aportaba desde su campo: algunos desde la medicina, otros desde la nutrición clínica, la biotecnología o la farmacología, y aun así había un enfoque común: la importancia de mantener el equilibrio del ecosistema microbiano humano para preservar la salud.

Hubo una frase que se me quedó grabada y que sigo pensando hasta hoy:

"Hay que volvernos uno mismo con la microbiota."

La dijo la fundadora del Summit, y fue de esas frases que no solo se escuchan, sino que te quedan dando vueltas por dentro.

Me hizo pensar mucho en cómo solemos imaginar al cuerpo humano: como algo separado, casi como una máquina que funciona sola. Pero en realidad, somos parte de un ecosistema inmenso y microscópico, lleno de vida, y ese equilibrio que tenemos con los microorganismos que habitan en nosotros es esencial para nuestra salud. O tal vez, ¿nosotros somos quienes vivimos en ellos?

Como estudiante de nutrición, esta experiencia me ayudó a entender que nuestro trabajo no puede quedarse solo en la elección de alimentos o planes de dieta, sino que tenemos la responsabilidad de mirar más allá. Es decir, ver al paciente desde una visión integradora, considerando todos los factores que influyen en su salud, incluido ese "universo invisible" que conforma su microbiota.

También entendí que la nutrición es una

herramienta poderosa para modular la microbiota, pero que para aplicarla correctamente, necesitamos conocimiento, actualización constante y una mente abierta a los avances científicos. Por eso, valoro tanto haber asistido al Summit: me abrió los ojos y encendió aún más mi vocación.

Esta experiencia fue, sin duda, una de las más significativas de mi formación hasta ahora. Me sentí parte de una comunidad académica interesada en transformar la salud desde la raíz, con argumentos científicos sólidos y pasión por el bienestar humano. Además, me permitió conectar con estudiantes de otras universidades, intercambiar ideas y visualizar nuevas rutas profesionales a futuro, como la investigación en microbiota, la nutrición personalizada o la creación de productos funcionales.

Por eso, quiero extender una invitación sincera a todos mis compañeros de Nutrición y, en general, a todos los estudiantes de Ciencias de la Salud: aprovechemos las oportunidades que la universidad nos ofrece. Muchas veces, por carga académica o falta de tiempo, dejamos pasar experiencias que pueden marcar nuestra formación y nuestro futuro

profesional. Sin embargo, este tipo de congresos no solo amplían nuestros conocimientos, sino que también nos inspiran y nos conectan con la realidad de nuestro campo.

Gracias a la Escuela de Nutrición de la Anáhuac Querétaro por promover este tipo de iniciativas. Estoy convencida de que lo

aprendido en el 3er Summit de Microbiota será una base que me acompañará durante toda mi carrera, y que me motivará a seguir explorando áreas nuevas, con la mente y el corazón abiertos a aprender más.



SOFTWARE ESTADÍSTICO PARA ANÁLISIS DE DATOS EN PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN

AUTOR: GUILLERMO RAMÓN FRANCO DEL RÍO

RESUMEN

En la era del big data y la ciencia abierta, el análisis estadístico es una competencia esencial para estudiantes, docentes e investigadores. Este artículo ofrece una revisión de los principales programas estadísticos utilizados en investigación científica, así como una guía práctica para elegir el software más adecuado según el tipo de proyecto, nivel de experiencia y recursos disponibles.

INTRODUCCIÓN

En todo proyecto de investigación, el análisis de datos es una etapa crítica que permite transformar observaciones en conocimiento. El software estadístico no solo facilita el cálculo de pruebas complejas, sino que también promueve la reproducibilidad, la calidad metodológica y la eficiencia en el manejo de grandes volúmenes de datos (1). Elegir el software adecuado puede marcar la diferencia entre un análisis sólido y uno lleno de errores o limitaciones técnicas.

Ejemplos de uso:

Análisis de ensayos clínicos:

SPSS es utilizado para analizar datos de ensayos clínicos, ya que permite realizar una amplia gama de pruebas estadísticas como t de Student, Chi Cuadrada, ANOVA, regresión logística y análisis de supervivencia entre muchos otros (2). Por ejemplo, en un ensayo clínico para evaluar la eficacia de un nuevo

medicamento contra la diabetes, SPSS puede ayudar a determinar si hay diferencias significativas en los niveles de glucosa en sangre entre los grupos de tratamiento y el grupo de control.

Estudios de cohortes:

SAS, este software es ideal para manejar grandes conjuntos de datos y realizar análisis complejos(3). En estudios de cohortes, como aquellos que investigan la relación entre la exposición a un factor de riesgo y la incidencia de enfermedades cardiovasculares, SAS puede manejar y analizar datos de miles de participantes a lo largo de varios años.

Investigación genómica:

Con su amplia gama de paquetes y funciones, R es muy utilizado en bioinformática y análisis genómico. Por ejemplo, análisis multivariado con modelación matemática y en estudios que buscan identificar variantes genéticas asociadas con el cáncer (4), R puede realizar análisis de asociación del genoma completo (GWAS) y visualizar los resultados en gráficos de Manhattan.

Epidemiología:

Stata es ampliamente utilizado en epidemiología para realizar análisis de datos de estudios observacionales (5). Por ejemplo, en un estudio que investiga la prevalencia de una enfermedad infecciosa en diferentes

regiones, Stata puede realizar análisis de regresión y ajustar por variables de confusión.

Estos ejemplos ilustran cómo el software estadístico puede ser una herramienta poderosa en la investigación médica, facilitando el análisis de datos complejos y mejorando la calidad y reproducibilidad de los resultados.

¿CÓMO ELEGIR EL SOFTWARE MÁS ADECUADO?

Seleccionar el software correcto depende de varios factores. Aquí se presentan algunos criterios clave:

- 1. Nivel de experiencia del usuario
 - Principiante: Excel, Jamovi, JASP, SPSS (con GUI)
 - Intermedio: SPSS (con sintaxis), Stata, SAS
 - Avanzado: R, Python, Google Colab
- 2. Tipo de análisis requerido
 - Descriptivo y básico: Excel, SPSS, Jamovi
 - Regresión, ANOVA, pruebas no paramétricas: SPSS, R, Stata, Jamovi
 - Modelos avanzados: R, Python, SAS, JASP
- 3. Acceso institucional o recursos económicos
 - Presupuesto limitado: R, Jamovi, JASP, Python, Google Colab
 - Licencias académicas: SPSS, Stata, SAS
- 4. Compatibilidad con estándares de publicación

Las revistas científicas favorecen entornos

OPCIONES DISPONIBLES

Software	Licencia	Dificultad	Fortalezas principales
R©	Libre	Alta	Flexible, potente, reproducible, ideal para investigación avanzada.
SPSS©	Comercial	Baja-media	Interfaz amigable, ampliamente usado en psicología, medicina y ciencias
Stata©	Comercial	Media	Muy utilizado en economía y salud pública; buen equilibrio entre código y GUI.
SAS©	Comercial	Alta	Robusto en análisis predictivo y grandes bases de datos.
Jamovi (6)	Libre	Baja	Intuitivo, interfaz amigable, basado en R.
JASP (7)	Libre	Baja	Ideal para estadística bayesiana, amigable para principiantes.
Python© (8)	Libre	Alta	Excelente para análisis integrados con machine learning. Basado en R.
Google Colab© (9)	Libre	Alta	Ejecución en la nube, ideal para colaboración y enseñanza.
Excel© (10)	Comercial	Muy baja	Accesible, útil para análisis descriptivos simples.

reproducibles como R, Python o Colab, que permiten compartir scripts completos.

5. Recomendaciones según el perfil del usuario

- Estudiante de licenciatura: Empieza con Jamovi o JASP. Usa Excel para análisis básicos. Luego avanza a R o Python.
- Tesista o investigador: SPSS y Stata si tu universidad tiene licencias. R si deseas habilidades reproducibles.
- Docente universitario: Jamovi o JASP para clases introductorias. R o Python para cursos avanzados.

CONCLUSIÓN

Elegir el software estadístico correcto puede influir en la calidad de los análisis y la aceptabilidad del trabajo académico. Hoy existen opciones potentes, gratuitas y accesibles para desarrollar competencias estadísticas sólidas. Lo importante es dar el primer paso.

RECURSOS Y ENLACES ÚTILES

R: <https://www.r-project.org>

RStudio: <https://posit.co/download/rstudio-desktop/>

Jamovi: <https://www.jamovi.org>

JASP: <https://jasp-stats.org>

SPSS: <https://www.ibm.com/products/spss-statistics/pricing>

Stata:

<https://www.stata.com/order/new/edu/gradplans/>

SAS OnDemand:

https://www.sas.com/en_us/software/on-demand-for-academics.html

Python: <https://www.python.org>

Google Colab:

<https://colab.research.google.com>

Excel / Office para estudiantes:

<https://www.microsoft.com/education>

CRÉDITOS

R® es una marca registrada de la R Foundation for Statistical Computing; 2016 R Foundation (CC-BY-SA 4.0).

SPSS® es una marca registrada de IBM Corporation, registrada en múltiples jurisdicciones.

Stata® es una marca registrada de StataCorp LLC, College Station, TX, EE. UU.

SAS® y todos los nombres de productos o servicios de SAS Institute Inc. son marcas registradas de SAS Institute Inc. en EE. UU. y otros países.

Jamovi es software libre desarrollado por *The jamovi project* (AGPL-3.0). No existen indicios de que Jamovi sea una marca registrada.

JASP es software libre (AGPL-3.0) desarrollado por *The JASP Team*. Actualmente no existe registro de marca para JASP relacionado con software estadístico.

Python® and the two-snake logo are registered trademarks of the Python Software Foundation, used by permission.

Google Colab® es un servicio de Google LLC. Google y el logotipo de Google son marcas registradas de Google LLC.

Microsoft Excel® es una marca registrada de Microsoft Corporation en EE. UU. y otros países.

REFERENCIAS

1. Batmanabane G, Maiti R, Krishna MBN. Research Methodology and Biostatistics in the Postgraduate Curriculum: The AIIMS-Bhubaneswar Experience. J Assoc Physicians India. 2024;72(11):98-100.
- 2.2. Corp IBM. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 29.0. Armonk, NY: IBM Corp.; 2024.
- 3.3. Inc SASI. SAS/STAT 15.3 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.; 2023.
- 4.4. Team RC. R: A language and environment for statistical computing. Version 4.4.0. Vienna: R Foundation for Statistical Computing; 2024.
- 5.5. StataCorp. Stata Statistical Software: Release 18. College Station, TX: StataCorp LLC; 2023.
- 6.6. The jamovi p. jamovi (Version 2.4) [computer software]. Sydney: The jamovi project; 2025.
- 7.7. Team J. JASP (Version 0.18.3) [computer software]. Amsterdam: University of Amsterdam; 2025.
- 8.8. Python Software F. Python 3.12 documentation. Wilmington, DE: Python Software Foundation; 2024.
- 9.9. Bisong E. Google Colaboratory. Building machine learning and deep learning models on Google Cloud Platform. Berkeley, CA: Apress; 2019. p. 59-64.
- 10.10. Microsoft C. Microsoft Excel for Windows (Version 2403) [computer software]. Redmond, WA: Microsoft Corporation; 2024.

DISOCIAR PARA SOBREVIVIR: EL CEREBRO FRENTE AL TRAUMA

AUTOR: MARÍA PAULA RUENES SIERRA

RESUMEN

La disociación es una estrategia neurobiológica que el cerebro activa frente a experiencias traumáticas que superan la capacidad de procesamiento emocional y físico. A diferencia del “soñar despierto”, la disociación implica una desconexión automática de la realidad con el fin de proteger la integridad mental y emocional. Este artículo explora los mecanismos cerebrales que intervienen en la disociación, los distintos trastornos clínicos asociados (como el TID, la amnesia disociativa y la despersonalización) y la forma en que estas condiciones pueden presentarse como consecuencias de traumas, particularmente en etapas tempranas de la vida. Se analiza también un caso clínico ilustrativo y se discute la importancia de una evaluación empática, informada y libre de estigmas. Comprender la disociación permite educar sobre el verdadero significado de esta experiencia, dejando atrás el mal uso del término en la vida cotidiana y permitiendo un diagnóstico más preciso, así como una intervención que ayude a integrar la experiencia traumática de forma segura.

INTRODUCCIÓN

En ocasiones, se experimenta la sensación de “desconectarse” de la realidad y de que la mente divaga en pensamientos, imágenes o escenarios imaginarios. A este fenómeno se le denomina “daydreaming” o “soñar

despierto” y suele confundirse erróneamente con disociar [1]. Disociarse constituye una estrategia de supervivencia neurobiológica ante experiencias que sobrepasan la capacidad de procesamiento emocional, mental y físico [1,2]. En realidad, se trata de dos mecanismos muy distintos de la mente, que se manifiestan en contextos diferentes.

El “daydreaming” es un estado mental en el que la atención se desvía del entorno inmediato y se enfoca en cualquier pensamiento, imagen o escenario que cruza por la mente. Es un proceso natural que ocurre cuando se está relajado o desocupado, y puede ser tanto espontáneo como intencional [1,3]. Soñar despierto se relaciona con la Red Neuronal por Defecto (DMN, Default Mode Network), una región del cerebro que se activa cuando no se está concentrado en una tarea específica; en otras palabras, es como el “piloto automático” del cerebro [2]. Aunque este mecanismo puede parecer una distracción, resulta inofensivo, ya que ayuda al cerebro a procesar información, hacer conexiones creativas, resolver problemas y consolidar recuerdos [1,3].

DESARROLLO

La disociación, en cambio, es una respuesta del cerebro ante sentimientos intensos, confusos o dolorosos. Aparece como una

estrategia automática que permite a la mente separarse de la realidad para evitar sentirse desbordada. Por este motivo, la disociación y el trauma están íntimamente conectados [4].

Ante un peligro extremo, el cuerpo activa sus respuestas de supervivencia: lucha, huida o congelación. Cuando luchar o escapar no resulta posible, la congelación se convierte en la única opción viable, y la disociación es una parte fundamental de ese estado [4]. Durante una experiencia traumática, el cerebro puede entrar en un estado alterado de conciencia y, en fracciones de segundo, elige una forma de "desconectarse" del dolor para protegerse del impacto emocional. En este proceso, la conciencia puede fragmentarse, como si se dividiera en partes para evitar colapsar. Esa experiencia no desaparece, sino que se guarda "fuera del tiempo", de forma no integrada. Después del evento traumático, la mente intenta volver a la normalidad, aunque permanezca un vacío emocional o sensorial difícil de identificar [4,5].

"El cuerpo no tolera la sensación de la ausencia, así que elige la ausencia de una sensación".

El trauma no siempre proviene de eventos extremos como abuso sexual o violencia. También puede originarse en experiencias emocionales más sutiles, como padres que no responden a las necesidades afectivas del niño, rechazo emocional constante o privación afectiva. Estas vivencias, especialmente en la infancia, pueden aumentar la vulnerabilidad para presentar síntomas disociativos en la adultez [3,5].

Muchos describen la disociación como una experiencia fragmentada (recuerdos que aparecen como piezas sueltas), congelada en el tiempo (no parecen parte del pasado) o aislante (la persona se siente sola, incluso rodeada de gente). Percepciones sensoriales como un olor, una luz o una sensación corporal pueden reactivar el recuerdo traumático, como si estuviera ocurriendo nuevamente. Esos flashbacks no siguen una narrativa, sino que irrumpen con fuerza, dejando a la persona atrapada en su experiencia [3,5].

La disociación permite a muchas personas continuar con su vida, pero lo hace al precio de ocultar una parte de su experiencia. Comprender este mecanismo no solo es clave para la psicología, sino también para fomentar una mirada más humana y compasiva hacia quienes han pasado por el trauma. Los síntomas disociativos no son simples "problemas psicológicos", sino intentos sofisticados del cerebro para protegerse cuando las emociones o el dolor resultan insoportables. Es como si la mente, al enfrentarse a algo que no puede procesar, eligiera fragmentarse antes que colapsar por completo [4-6]. Esta respuesta no surge para causar sufrimiento, sino para permitir que, de alguna forma, se pueda seguir adelante, aunque sea a costa de desconectarse de partes de sí misma o de la realidad [4,5].

La disociación se manifiesta de diversas formas, cada una con matices propios, pero todas comparten un origen común: el intento del sistema nervioso de reducir el impacto emocional de experiencias que sobrepasan la capacidad de integración de la persona. En ese proceso, la conciencia puede

fragmentarse, dejando fuera del tiempo y de la narrativa personal aquello que no pudo ser procesado [3,4].

Desde la perspectiva clínica, los trastornos disociativos constituyen un grupo de condiciones psiquiátricas caracterizadas por alteración significativa de funciones psicológicas normalmente integradas, como la memoria, la conciencia, la identidad o la percepción del entorno. Según el Kaplan & Sadock's Synopsis of Psychiatry (12ª edición), estos trastornos representan respuestas complejas a situaciones traumáticas, en especial cuando ocurren durante la infancia, y su expresión clínica depende en gran medida del tipo de trastorno y de la historia personal del paciente [6].

Uno de los principales y más estudiados es el trastorno de identidad disociativo (TID), antes conocido como "trastorno de personalidad múltiple". Se caracteriza por la presencia de dos o más identidades o estados de personalidad distintos, cada uno con su propio patrón de percepción, memoria y comportamiento. Estas identidades suelen alternarse en el control de la conducta, acompañadas con frecuencia de amnesia disociativa. También pueden coexistir síntomas como despersonalización, desrealización y episodios de fuga disociativa. Este trastorno representa la forma más compleja de disociación, en la que la fragmentación del yo se hace evidente de forma clínica. Estudios epidemiológicos han señalado que, mientras en la infancia la distribución por género es equitativa, durante la adolescencia se observa un predominio significativo en mujeres, con una proporción estimada de 8:1, lo que sugiere

factores biopsicosociales implicados en su aparición [7,8].

Otra forma común de disociación es la amnesia disociativa, que se presenta como una incapacidad para recordar información autobiográfica relevante, generalmente vinculada con eventos traumáticos. Esta pérdida de memoria no puede explicarse por olvido ordinario ni por causas neurológicas, y puede presentarse en forma localizada, selectiva o generalizada. En algunos casos, se acompaña de fuga disociativa, en la que la persona realiza un viaje inesperado y no recuerda su identidad ni los acontecimientos recientes. Se ha estimado que este tipo de amnesia afecta aproximadamente del 2% al 6% de la población general en países occidentales [5].

También se encuentra el trastorno de despersonalización/desrealización, caracterizado por episodios persistentes o recurrentes de sensación de desapego del propio cuerpo o de irrealidad del entorno. A diferencia de los trastornos psicóticos, en este caso la persona conserva intacta su prueba de realidad. La prevalencia de experiencias transitorias de despersonalización o desrealización oscila entre el 26% y el 74% en la población general, especialmente durante eventos traumáticos, y alcanza un 2.5% cuando los síntomas son persistentes y clínicamente significativos [5,9].

Más allá de estas categorías, existen otros cuadros clínicos disociativos que no encajan del todo en las definiciones anteriores. Se agrupan bajo el nombre de otros trastornos disociativos especificados, e incluyen

fenómenos como el trance disociativo, episodios de posesión que no pertenecen a prácticas culturales aceptadas, reacciones disociativas agudas y alteraciones de identidad derivadas de persuasión coercitiva prolongada, como el lavado de cerebro. Por otro lado, se contempla también la categoría de trastorno disociativo no especificado, que permite diagnosticar casos clínicamente relevantes en los que los síntomas disociativos no cumplen todos los criterios para los trastornos clásicos, pero afectan de forma significativa la funcionalidad del individuo [6].

Las manifestaciones clínicas de la disociación pueden ser muy variadas. Algunas personas experimentan amnesia, como si ciertos fragmentos de su vida hubieran desaparecido; otras se enfrentan a la despersonalización, una sensación extraña de verse desde fuera del cuerpo, sin poder intervenir; mientras que otras experimentan desrealización, en la que el mundo parece distante, borroso o artificial. La confusión de identidad también puede aparecer, con dudas persistentes sobre quién se es, qué se siente o qué se quiere. En los casos más graves, se desarrolla una alteración de identidad, en la que distintas partes del yo toman el control de forma discontinua, generando episodios de desorientación, amnesia y conductas que la persona no puede explicar.

En definitiva, los trastornos disociativos muestran cómo la psique humana puede fragmentarse como un intento de supervivencia ante el trauma. Reconocer esta diversidad de manifestaciones es esencial para realizar un diagnóstico preciso

y ofrecer una atención clínica empática, profunda y culturalmente informada.

Cuando una persona se disocia, no solo se aleja emocionalmente de lo que ocurre. En realidad, detrás de esa desconexión aparente, el cerebro despliega una serie de mecanismos automáticos, diseñados para proteger a quien está al borde de ser arrasado por una avalancha emocional o traumática. No es solo una reacción psicológica; es una reorganización biológica que busca evitar el colapso [7].

Todo comienza cuando el cuerpo detecta que no puede ni luchar ni huir. Entonces, activa su sistema nervioso simpático y entra en modo defensa. En este estado, la sangre se redistribuye y los vasos sanguíneos se contraen, provocando zonas del cuerpo con menor flujo sanguíneo, es decir, isquémicas. Estas áreas pueden volverse menos sensibles, adormecidas o incluso dejar de sentirse momentáneamente. Es como si partes del cuerpo quedaran “desconectadas” de la percepción habitual, replicando físicamente lo que la mente intenta hacer emocionalmente: reducir la exposición al sufrimiento [7].

Pero no basta con tensar los músculos o frenar las emociones. El cerebro va un paso más allá y libera su propio analgésico. Como si supiera que la situación es demasiado dolorosa, se segregan endorfinas y encefalinas, opioides endógenos naturales capaces de adormecer no solo el dolor físico, sino también bloquear las emociones. En plena disociación, muchas personas refieren “no sentir nada”, aunque estén viviendo lo insoportable. No es que no importe; es que el

cerebro está anestesiando desde dentro [7].

Mientras tanto, la corteza prefrontal, encargada de coordinar emociones, recuerdos y decisiones, puede entrar en una especie de cortocircuito. Saturada de información del mundo exterior y superada por la magnitud del peligro, deja de integrar adecuadamente las señales internas y externas, como los recuerdos corporales y emocionales. Por ello, en estos estados, la persona puede actuar en piloto automático, sin registrar del todo lo que está sucediendo, lo que afecta el funcionamiento de estructuras reguladoras como el tallo cerebral, prosencéfalo, amígdala, hipocampo y el cíngulo anterior [7].

Esto es el cerebro, en su modo más primitivo, asegurando la supervivencia sin detenerse a pensar, interpretar y categorizar lo que vivimos, enviando respuestas al sistema nervioso autónomo para modular nuestras emociones y reacciones fisiológicas.

Con el tiempo, si el evento traumático no se integra emocionalmente, este patrón puede mantenerse de forma crónica. De hecho, estudios de neuroimagen han evidenciado que, en personas que han atravesado traumas importantes, los lóbulos prefrontales modifican su actividad. Sin intervención, esta desregulación persiste, afectando la capacidad de sentir, recordar y vivir en conexión consigo mismas y con los demás [7].

Por eso resulta fundamental trabajar las experiencias traumáticas o disociativas en psicoterapia, para que el cerebro reorganice su actividad, fortaleciendo la integración

emocional y la percepción consciente [7].

Disociar no es solo "irse mentalmente". Es todo un cuerpo y un cerebro entrando en un estado de suspensión, una especie de limbo entre el sentir y el no sentir, entre estar y no estar. Lo que fue diseñado como una defensa momentánea, a veces se convierte en una forma habitual de estar en el mundo [4,5].

DISCUSIÓN

Se describe el caso de una adolescente que sufrió abusos sexuales continuos por parte de su padre, quien tenía adicción al alcohol, y de otro amigo de la familia. Fue amenazada con la perpetración de abusos sexuales sobre sus hermanos menores si llegaba a revelar lo sucedido. La adolescente comenzó a experimentar pensamientos suicidas, pero sentía que debía mantenerse con vida para proteger a sus hermanos. Tras sufrir violaciones por parte de su padre y de varios de sus amigos, huyó de casa precipitadamente. Se trasladó hasta una zona de la ciudad donde había vivido anteriormente, creyendo que allí encontraría a su abuela, con quien había vivido antes de que comenzaran los abusos. Viajó sola utilizando transporte público y caminó por las calles sin llamar la atención. Después de aproximadamente ocho horas, fue detenida por un policía. Al interrogarla, no logró recordar acontecimientos recientes ni indicar su dirección actual, insistiendo en que vivía con su abuela. Durante la evaluación psiquiátrica inicial, era consciente de su identidad, pero creía que la fecha era dos años anterior, decía tener dos años menos de su edad real e insistía en que

ninguno de los acontecimientos recientes había tenido lugar.

La historia clínica de esta adolescente revela un cuadro de trauma severo y sostenido, lo cual representa un factor crítico en el desarrollo de trastornos disociativos. Según se describe en el Kaplan & Sadock's Synopsis of Psychiatry (12ª edición), la disociación surge frecuentemente como respuesta protectora frente a experiencias abrumadoras, sobre todo durante la infancia o la adolescencia [6]. Este caso ilustra cómo la disociación puede surgir como estrategia defensiva para evitar el colapso emocional. La paciente comenzó a presentar pensamientos suicidas, pero al mismo tiempo sentía la necesidad de seguir viva para proteger a sus hermanos, lo que refleja una contradicción que podría interpretarse como parte de un proceso disociativo destinado a contener el conflicto emocional insostenible [6].

La conducta de huida y la búsqueda de la casa de la abuela representan un episodio de fuga disociativa, una forma clínica de amnesia disociativa que implica desplazamientos inesperados y la incapacidad de recordar información autobiográfica reciente. La paciente se comportó de manera aparentemente funcional, pese a encontrarse profundamente alterada en su estado mental [6].

Al ser detenida, se hallaba desorientada: no recordaba hechos recientes ni su dirección actual, afirmando vivir con su abuela como si los dos últimos años no hubiesen existido. Además, aseguraba tener dos años menos de

su edad real y negaba por completo los eventos traumáticos vividos en ese lapso. Este fenómeno se conoce como alteración de la identidad autobiográfica, en la cual la persona regresa mentalmente a una versión anterior de sí misma como mecanismo de protección.

Durante la evaluación psiquiátrica, la paciente conservó la conciencia de su identidad, lo que permitió descartar un episodio psicótico. En los trastornos disociativos, la prueba de realidad suele permanecer preservada, salvo en crisis agudas. No se observaron delirios ni alucinaciones, aunque sí existía una marcada alteración de la orientación temporal y una negación estructurada de los hechos traumáticos.

El diagnóstico más probable es el de amnesia disociativa con fuga disociativa. No obstante, el caso podría evolucionar hacia un trastorno de identidad disociativo si, con el tiempo, se identifican estados alternos de conciencia, fragmentación de la identidad o recuerdos escindidos [6].

Desde el punto de vista clínico, se recomienda realizar una evaluación psiquiátrica completa, con énfasis en la entrevista clínica. Para apoyar el diagnóstico, pueden emplearse herramientas estructuradas como la SCID-D o la Dissociative Experiences Scale (DES), útiles para valorar la gravedad y características de los síntomas disociativos. Es fundamental descartar causas neurológicas mediante estudios complementarios, dado que cuadros como la epilepsia del lóbulo temporal pueden simular síntomas disociativos. El

tratamiento más eficaz consiste en psicoterapia centrada en el trauma, en un entorno seguro que facilite la reconstrucción de la narrativa personal y el procesamiento emocional de las experiencias traumáticas [9].

Este caso refleja cómo el diagnóstico de la disociación se basa en reconstruir cuidadosamente la historia del paciente, prestando atención a lagunas de memoria y a la relación entre identidad, conciencia y entorno. Requiere una mirada empática y libre de prejuicios, ya que muchas personas acuden a consulta por síntomas como ansiedad, insomnio o depresión, sin saber que, detrás de ellos, subyacen experiencias traumáticas profundamente disociadas como mecanismo de supervivencia [6].

CONCLUSIONES

Comprender la disociación implica ir más allá del lugar común que la confunde con distracción o "soñar despierto". Lejos de ser un fenómeno superficial, la disociación es una estrategia neurobiológica profunda que el cerebro activa cuando la realidad se vuelve insoportable. Frente a experiencias que sobrepasan los límites del procesamiento emocional, físico y mental, como el abuso, el abandono o el trauma crónico, la mente elige protegerse fragmentándose antes que colapsar [4,5].

Aunque durante años se subestimó o malinterpretó, hoy se reconoce que la disociación no es un fenómeno raro ni marginal. De hecho, se estima que entre el 1% y el 5% de la población mundial presenta algún tipo de trastorno disociativo, lo cual

equivale a entre 81 y 405 millones de personas en el mundo a lo largo de su vida, lo que refleja no solo su frecuencia, sino también la urgencia de abordarlo desde una perspectiva clínica y social más informada y compasiva [8].

A lo largo de este artículo se ha expuesto cómo esta desconexión abarca desde formas sutiles como la despersonalización o la desrealización, hasta manifestaciones más complejas como la amnesia disociativa o la alteración de la identidad. Todas ellas comparten un origen común: la necesidad urgente del organismo de asegurar la supervivencia ante un entorno percibido como amenazante. Esta respuesta, aunque adaptativa en su inicio, puede volverse disfuncional si se cronifica, aislando a la persona de aspectos fundamentales de sí misma y de su historia [4,5].

Los hallazgos científicos actuales evidencian que disociar no es únicamente una vivencia emocional, sino también un fenómeno con repercusiones corporales y cerebrales. Desde la liberación de endorfinas hasta la desactivación funcional de áreas como la corteza prefrontal o el hipocampo, el cerebro se reorganiza para sobrevivir, aunque este proceso tiene el costo de la pérdida de sentido, continuidad y conexión con la realidad presente [7].

Por ello, resulta indispensable que los profesionales de la salud mental adopten una mirada informada, empática y no patologizante hacia la disociación. Más que una alteración que deba eliminarse, constituye una señal de que existió dolor, y

de que la mente utilizó sus recursos para no quebrarse. Reconocer esto no solo transforma la forma de diagnosticar y tratar, sino que permite ofrecer al paciente algo aún más valioso: un espacio seguro para recordar, sentir e integrar aquello que en algún momento resultó demasiado para soportar [4,5].

Disociar, en definitiva, no es rendirse ante el dolor, sino representa una forma desesperada y profundamente humana de seguir adelante en circunstancias que sobrepasan las capacidades individuales.

REFERENCIAS

1. Suttie J. What daydreaming does to your mind. Greater Good Science Center, University of California, Berkeley; 2021 Jul 5. Disponible en: https://greatergood.berkeley.edu/article/item/what_daydreaming_does_to_your_mind
2. Lucas Sosa L. La red neuronal por defecto: ¿El cerebro se apaga? NeuroClass. 2023 Dic 13. Disponible en: <https://neuro-class.com/la-red-neuronal-por-defecto-el-cerebro-se-apaga/>
3. Psicología y Trauma. Disociación y trastornos disociativos. Disponible en: <https://psicologiaytrauma.es/disociacion/>
4. Mayo Clinic. Trastornos disociativos: Síntomas y causas. Disponible en: <https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/dissociative-disorders/symptoms-causes/syc-20355215>
5. MSD Manuals. Amnesia disociativa. Disponible en: <https://www.msmanuals.com/es/hogar/trastornos-de-la-salud-mental/trastornos-disociativos/amnesia-disociativa>
6. Kaplan HI, Sadock BJ. Synopsis of Psychiatry. 12th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2018.
7. Cano M, Iruarrizaga I. Amígdala, corteza prefrontal y especialización hemisférica en la experiencia y expresión emocional. Anales de Psicología. 2004;20(2):221-243. Disponible en: https://www.um.es/analesps/v20/v20_2/05-20_2.pdf
8. Anderson K. How common is dissociative identity disorder (DID)? Healthline. 2022 Jun 28. Disponible en: <https://www.healthline.com/health/how-common-is-did#medical-attention>
9. Elsevier. Avances genéticos en el trastorno por estrés postraumático. Disponible en: <https://www.elsevier.es/pt-revista-revista-colombiana-psiquiatria-379-articulo-avances-geneticos-el-trastorno-por-S0034745016301251>

EFICIENCIA EN ATENCIÓN PRIMARIA: REFLEXIONES ESTUDIANTILES DESDE CENTROS DE SALUD EN QUERÉTARO

AUTOR: LUIS PABLO CABAGNE GONZÁLEZ, SEBASTIÁN LÓPEZ BURGOS, XIMENA BEATRIZ MIRANDA VILORIA, BERNARDO GARRIDO TORRES, ÓSCAR SAN ROMÁN OROZCO

CARTA A LA COMUNIDAD

Como estudiantes de Medicina de la Universidad Anáhuac Querétaro, tuvimos la oportunidad de realizar visitas incógnitas a tres centros de salud públicos en el estado. Estas experiencias, parte de nuestra línea de investigación sobre eficiencia en atención primaria, nos permitieron observar de primera mano diversos retos que impactan la calidad de la atención. A través de esta carta, queremos compartir algunas reflexiones que surgen de lo vivido, con el objetivo de abrir un diálogo constructivo entre estudiantes, docentes y profesionales de la salud.

RETOS IDENTIFICADOS EN LOS CENTROS DEL SALUD

En los centros visitados (Pedro Escobedo, Santa Bárbara y Emiliano Zapata), identificamos patrones comunes que afectan negativamente la experiencia del paciente y la eficiencia del sistema.

En Pedro Escobedo, la carga administrativa fue excesiva. La solicitud repetitiva de datos personales hasta en cuatro ocasiones (recepción, enfermería y consulta) consumía cerca del 15% del tiempo total. Como resultado, la consulta médica duró sólo 8 minutos, precedida por 32 minutos de trámites, priorizando el papeleo sobre el tiempo clínico efectivo.

En Santa Bárbara, la falta de digitalización impidió una atención continua. Al manejar

únicamente expedientes físicos, los pacientes debían reiniciar trámites en otra unidad para poder ser referidos, cargando ellos mismos con la fragmentación del sistema. Aunque la consulta médica fue completa, se evidenció la necesidad de herramientas tecnológicas que respalden la coordinación entre niveles de atención. En adición a una ineficiente distribución de horarios disponibles para la atención médica, propiciando la generación de cuellos de botella operativos.

En Emiliano Zapata, los tiempos de espera llegaron a ser de hasta tres horas, con solo dos de seis consultorios activos. Mientras tanto, observamos a cuatro profesionales de salud sin funciones asignadas visibles. Esta situación va más allá de una posible escasez de recursos, señala una deficiente organización del trabajo y una gestión inadecuada de la capacidad instalada.

UN REFLEJO DE DESAFÍOS CULTURALES

Estas situaciones no son casos aislados; reflejan problemáticas sistémicas ampliamente reconocidas en la atención primaria, tanto a nivel nacional como internacional.

La burocracia, en suma, la carga administrativa, como vimos en Pedro Escobedo, es una preocupación constante. En México, diversos estudios han demostrado

que el exceso de trámites afecta la motivación del personal médico y reduce el tiempo dedicado al paciente, con efectos negativos en la calidad de atención (1).

La ausencia de expedientes electrónicos interoperables, como en Santa Bárbara, limita la continuidad de atención (2). Aunque las Historias Clínicas Electrónicas (HCE) han demostrado beneficios como un mejor seguimiento diagnóstico y vigilancia epidemiológica, su implementación en América Latina enfrenta obstáculos técnicos, legislativos y financieros (3).

Los tiempos de espera prolongados, como los de Emiliano Zapata, representan una falla crítica en un nivel de atención que, por diseño, debería resolver más del 80% de los problemas de salud (4, 5). Cuando esto no ocurre, se genera una sobrecarga en servicios de segundo nivel y en urgencias, lo que profundiza la fragmentación del sistema (6).

Desde el marco de calidad propuesto por Avedis Donabedian, la evaluación de los sistemas sanitarios se basa en tres componentes interrelacionados; estructura (recursos físicos, humanos y financieros), proceso (actividades clínicas y administrativas) y resultado (impacto en la salud y experiencia del paciente). Una estructura deficiente, como pocos consultorios activos o el uso de expedientes físicos genera procesos ineficientes, tal cual es la duplicación de datos o consultas breves, lo que culmina en una experiencia insatisfactoria. Esto refuerza la necesidad de intervenir integralmente en cada componente del sistema (7).

UNA INVITACIÓN AL DIÁLOGO Y LA MEJORA

Creemos que avanzar hacia una atención primaria más eficiente en Querétaro, y en México, requiere de dos acciones clave: la modernización tecnológica, mediante HCEs interoperables, además de una reorganización operativa que aproveche mejor los recursos humanos y materiales ya existentes.

Nuestras observaciones, desde la mirada estudiantil, aportan evidencia local valiosa que puede orientar esfuerzos de mejora. Invitamos a la comunidad académica y profesional a unirse a esta conversación, compartir sus experiencias con el objetivo de sumar propuestas. Juntos podemos transformar estas reflexiones en acciones concretas que fortalezcan nuestro sistema de salud, garanticen el acceso universal y mejoren la calidad de vida de la población. Agradecemos su atención, esperamos que este ejercicio de observación y análisis contribuya al progreso colectivo en salud pública.

REFERENCIAS

1. Ballart X, Ferraioli F, Iruela A. Carga administrativa, motivación y bienestar entre médicos de atención primaria. Comparación entre modelos de gestión. Gaceta Sanitaria [Internet]. 2023 May 30;37:102306. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0213911123000201>
2. Monteagudo JL, Salvador CH, Kun L. Envisioning patient safety in Telehealth: a research perspective. Health and Technology [Internet]. 2014 Apr 10;4(2):79–93. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4133015/>
3. Fernández A, Oviedo E. Salud Electrónica en América Latina y el Caribe: Avances y Desafíos [Internet]. Santiago de Chile: Naciones Unidas CEPAL; 2010. Available from: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/a9a1cffe-e344-45b3-83d2-f7773c30d4ff/content>
4. Centro de Investigación en Sistemas de Salud, Instituto Nacional de Salud Pública. Tiempos de Espera y Productividad en Rastreadores Clínicos Seleccionados en Hospitales del Sector Público [Internet]. Dirección General de Evaluación del Desempeño. Cuernavaca, Morelos; 2011 Nov. Available from: http://www.dged.salud.gob.mx/contenidos/dged/descargas/estudios/IF_TE_11.pdf
5. Secretaría de Salud, Instituto de Salud para el Bienestar. Guía de Estudio: Introducción a la Atención Primaria de Salud (APS) [Internet]. Gobierno de México. 2023. Available from: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment_data/file/828977/Gu_a_de_Estudio_APS.pdf
6. Universidad Abierta y a Distancia de México. Organización del Sistema de Salud [Internet]. Universidad Abierta y a Distancia de México. División de Ciencias de la Salud, Biológicas y Ambientales; Available from: https://dmd.unadmexico.mx/contenidos/DCSBA/BLOQUE1/GSS/03/HOSS/unidad_02/de-scargables/HOSS_U2_Contenido.pdf
7. Editverse. Donabedian Model: How to Evaluate Healthcare Quality Through Structure, Process, and Outcomes [Internet]. Editverse. 2024. Available from: <https://editverse.com/healthcare-quality-assessment-donabedian-framework-structure-process-outcome/>

EJE INTESTINO-CEREBRO Y ANSIEDAD: REVISIÓN DE LITERATURA SOBRE EL PAPEL DE LA MICROBIOTA EN LA SALUD MENTAL

AUTOR: RUBI AGUILAR ORTIZ

RESUMEN

El eje intestino-cerebro (EIC) representa una compleja red de comunicación bidireccional entre el sistema digestivo y el sistema nervioso central, en la que participan la microbiota intestinal, el sistema inmunológico, y diversos mediadores neuroendocrinos. Diversos estudios han documentado el papel de la microbiota intestinal en la regulación del estado de ánimo y los síntomas de ansiedad. Alteraciones en esta microbiota (conocidas como disbiosis) pueden inducir respuestas proinflamatorias, disfunciones del eje hipotálamo-hipófisis-adrenal (HHA), y desequilibrios en neurotransmisores clave como lo es el GABA y la serotonina. En esta revisión se sintetiza la evidencia actual que está disponible en modelos animales y humanos, destacando el potencial terapéutico del uso de psicobióticos y estrategias dietéticas para el abordaje de la ansiedad. Por otro lado, se discuten las limitaciones metodológicas de los estudios actuales y se subraya la importancia de una investigación contextualizada en poblaciones vulnerables, como los estudiantes universitarios.

INTRODUCCIÓN

El eje intestino-cerebro (EIC) constituye un sistema de comunicación bidireccional entre el sistema nervioso central (SNC) y el tracto

gastrointestinal, mediado por mecanismos neuronales, inmunológicos y endocrinos. La microbiota intestinal participa activamente en esta interacción, influyendo en procesos como la regulación emocional y la respuesta al estrés [1,2].

La ansiedad es uno de los trastornos psiquiátricos más frecuentes a nivel mundial, con una prevalencia estimada de más de 260 millones de personas afectadas. La creciente carga psicosocial que se dio después de la pandemia por COVID-19 ha intensificado el interés en mecanismos alternativos para comprender su fisiopatología y tratamiento. En este contexto, el EIC y su modulación a través de la dieta, probióticos y prebióticos, emerge como un campo prometedor para el abordaje integral de la salud mental [3,4].

El propósito de esta revisión es analizar la literatura científica reciente sobre la relación que existe entre la microbiota intestinal y la ansiedad, haciendo énfasis en los mecanismos fisiopatológicos subyacentes y las intervenciones terapéuticas basadas en el eje intestino-cerebro.

MECANISMOS FISIOLÓGICOS DEL EJE INTESTINO-CEREBRO EN LA ANSIEDAD

El eje intestino-cerebro (EIC) es una red de comunicación bidireccional que conecta el sistema nervioso central (SNC) con el tracto

gastrointestinal, a través de vías neuronales, inmunológicas, endocrinas y metabólicas. La microbiota intestinal (el conjunto de microorganismos que habitan el intestino) tienen un papel esencial en este eje, ya que no solo regulan funciones digestivas, sino que también los procesos emocionales y conductuales que están relacionados con la ansiedad [1,3].

Vía neural: el nervio vago

El nervio vago constituye una de las rutas principales de comunicación rápida entre el intestino y el cerebro. Estudios en animales libres de gérmenes (germ-free) han demostrado que la ausencia de microbiota altera la conducta emocional, aumentando las respuestas de ansiedad. Estos cambios pueden revertirse mediante la recolonización con microbiota normal, pero se bloquean si se interrumpe la vía vagal, lo que resalta su papel crucial en la modulación emocional [5,6].

Eje hipotálamo-hipófisis-adrenal y hormonas del estrés

El EIC influye directamente sobre el eje hipotálamo-hipófisis-adrenal (HHA), que se encarga de regular la respuesta al estrés mediante la liberación de cortisol. La disbiosis intestinal puede generar una activación crónica del eje HHA, elevando así los niveles de cortisol y generando efectos dañinos sobre regiones cerebrales como la amígdala y el hipocampo, los cuales son claves en la regulación del miedo y la ansiedad [5,6]. Además, se ha identificado que hormonas como la grelina y la leptina, producidas en el intestino, tienen efectos directos sobre el sistema nervioso central y

están relacionadas con el control emocional y la percepción del estrés [9].

Sistema inmunológico e inflamación sistémica

El sistema inmunológico es otro componente esencial del EIC. Una microbiota sana promueve la producción de ácidos grasos de cadena corta (AGCC), como el butirato, que fortalecen la barrera intestinal y limitan la inflamación. En contraste, la disbiosis puede aumentar la permeabilidad intestinal, permitiendo el paso de lipopolisacáridos bacterianos (LPS) al torrente sanguíneo, lo que provoca una inflamación sistémica de bajo grado que ha sido asociada con trastornos de ansiedad [2,10].

El tejido linfóide asociado al intestino (GALT), una parte clave del sistema inmune, también participa activamente en esta interacción. Alteraciones en su regulación pueden influir en la liberación de citoquinas proinflamatorias que afectan la función cerebral y el estado de ánimo [6].

PRODUCCIÓN DE NEUROTRANSMISORES Y METABOLITOS MICROBIANOS

La microbiota intestinal participa en la síntesis y regulación de diversos neurotransmisores, entre ellos GABA, la dopamina y la serotonina. De hecho, se estima que más del 90% de la serotonina del organismo se produce en el intestino. Variaciones en la composición de la microbiota pueden alterar la producción de estos neurotransmisores, afectando directamente el equilibrio emocional [3,7].

Además, la microbiota transforma

componentes de la dieta en metabolitos que modulan la actividad neuronal, como los AGCC y ciertos ácidos biliares que activan receptores endocrinos relacionados con la regulación del estrés y el ánimo [5].

EVIDENCIA CLÍNICA Y EXPERIMENTAL DE LA RELACIÓN ENTRE LA MICROBIOTA INTESTINAL Y LA ANSIEDAD

En los últimos años, la evidencia que conecta la microbiota intestinal con los trastornos de ansiedad ha aumentado de forma significativa. Tanto estudios preclínicos como clínicos han aportado datos que respaldan el papel regulador del eje intestino-cerebro (EIC) en la salud mental, especialmente en la ansiedad.

Estudios en modelos animales

Gran parte del conocimiento actual sobre la relación entre la microbiota intestinal y los trastornos de ansiedad proviene de estudios en modelos animales. Los ratones germ-free muestran conductas más ansiosas, con mayores niveles de corticosterona y con alteraciones en los receptores GABAérgicos. Estos efectos pueden revertirse al restablecer una microbiota saludable, especialmente si se emplean cepas como *Bifidobacterium infantis* o *Lactobacillus rhamnosus*, que han demostrado dar efectos ansiolíticos y normalizadores del eje HHA [4,8].

Asimismo, se ha observado que la activación del nervio vago y la presencia de ciertos psicobióticos modulan regiones cerebrales como la amígdala y el hipocampo, disminuyendo la ansiedad inducida por estrés crónico [9].

Estudios en humanos

Aunque más recientes y con ciertas limitaciones metodológicas, los estudios clínicos en humanos han comenzado a confirmar estos hallazgos. Una revisión sistemática recopiló 21 estudios clínicos en los que se evaluó el uso de probióticos y prebióticos sobre los síntomas de ansiedad, encontrando mejoras significativas en más de la mitad de ellos, especialmente con combinaciones de *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* [10].

Un estudio aleatorizado y controlado demostró que una mezcla de *Lactobacillus helveticus* y *Bifidobacterium longum* redujo significativamente los niveles de ansiedad en adultos sanos tras 30 días de intervención, según la escala HADS [4].

En poblaciones específicas como estudiantes universitarios, la modificación de la dieta (mediante el aumento del consumo de fibra, probióticos naturales como yogur y kéfir, y reducción de alimentos ultraprocesados) se ha asociado con mejoras en el estado de ánimo, menor reactividad al estrés y mayor sensación de bienestar [6,7,9].

DISCUSIÓN

El conocimiento actual sobre la interacción entre la microbiota intestinal y el sistema nervioso central ha permitido replantear el abordaje tradicional de los trastornos de ansiedad. La evidencia acumulada nos da la pauta de que la microbiota actúa como un regulador clave del eje intestino-cerebro (EIC), participando en la síntesis de neurotransmisores, en la respuesta al estrés y en el control de procesos inflamatorios,

todo lo cual puede impactar significativamente en la salud mental [1,3,5].

Si bien los modelos animales han proporcionado información sólida sobre la influencia de la microbiota en la conducta ansiosa, los ensayos clínicos en humanos han mostrado resultados más variables, en parte por las diferencias metodológicas de las intervenciones, diferencias en cepas utilizadas, dosis, duraciones y tipos de población estudiada limitan la generalización de los hallazgos [4,9]. A esto se suma que las características individuales como la genética, la dieta, el nivel de estrés y el entorno social modulan la respuesta a los psicobióticos, lo que sugiere la necesidad de un enfoque más personalizado [4,7].

Aunque los modelos animales han sido fundamentales para establecer mecanismos causales entre la microbiota intestinal y la conducta ansiosa (al permitir manipulaciones controladas y la observación directa de cambios neurobiológicos), su capacidad de predicción en humanos sigue siendo limitada. En contraste, los estudios clínicos, aunque más representativos del contexto humano, enfrentan desafíos como la heterogeneidad de la microbiota entre individuos, dificultades para controlar variables externas y tamaños muestrales reducidos. Esto genera discrepancias entre los efectos robustos observados en animales y los resultados más modestos o inconsistentes en humanos. Por ejemplo, ciertas cepas probióticas con eficacia demostrada en roedores no han replicado estos efectos en ensayos clínicos. Estas limitaciones subrayan la necesidad de mejorar los diseños experimentales en

humanos y de utilizar modelos animales más representativos, pero también invitan a interpretar los hallazgos con cautela antes de su aplicación clínica masiva.

Sin embargo, esta complejidad no disminuye el potencial terapéutico del EIC, sino que por lo contrario, lo posiciona como una vía integradora que permite considerar factores como el estilo de vida, la alimentación y la microbiota intestinal como parte del tratamiento de la ansiedad. La introducción de alimentos funcionales, fermentados y ricos en fibra en la dieta cotidiana, así como el uso de probióticos con respaldo clínico, representa una estrategia accesible, no invasiva y potencialmente eficaz [5,6,9].

Este enfoque resulta especialmente relevante en contextos como el universitario, donde los niveles elevados de estrés, la alimentación deficiente y la falta de conciencia sobre la salud digestiva son comunes. Implementar intervenciones educativas que promuevan el cuidado del eje intestino-cerebro podría mejorar no solo la salud mental de los estudiantes, sino también su rendimiento académico y calidad de vida [6,10].

CONCLUSIÓN

La literatura reciente sugiere una relación sólida entre la microbiota intestinal y los síntomas de ansiedad, mediada por mecanismos neuroendocrinos, inmunológicos y metabólicos dentro del eje intestino-cerebro. Aunque los estudios en humanos todavía requieren mayor estandarización y profundidad, el uso de psicobióticos y otras intervenciones

dietéticas emerge como una opción prometedora para el abordaje de la ansiedad desde una perspectiva más completa.

En el futuro, será necesario realizar estudios que sigan a las personas durante un tiempo, con grupos variados y métodos similares, para confirmar que estos resultados puedan aplicarse en la práctica clínica. Mientras tanto, fomentar la conciencia sobre la conexión entre salud intestinal y emocional podría ser una herramienta valiosa en la prevención de trastornos mentales, especialmente en poblaciones vulnerables como estudiantes universitarios.

REFERENCIAS

1. Clapp, M., Aurora, N., Herrera, L., Bhatia, M., Wilen, E., & Wakefield, S. (2017). Gut Microbiota's Effect on Mental Health: The Gut-Brain Axis. *Clinics And Practice*, 7(4), 987. <https://doi.org/10.4081/cp.2017.987>
2. Jiang, M., Kang, L., Wang, Y., Zhou, B., Li, H., Yan, Q., & Liu, Z. (2024). Mechanisms of microbiota-gut-brain axis communication in anxiety disorders. *Frontiers In Neuroscience*, 18. <https://doi.org/10.3389/fnins.2024.1501134>
3. Appleton J. (2018). The Gut-Brain Axis: Influence of Microbiota on Mood and Mental Health. *Integrative medicine (Encinitas, Calif.)*, 17(4), 28–32. The Gut-Brain Axis: Influence of Microbiota on Mood and Mental Health. (2018, 1 agosto). PubMed. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31043907/>
4. Ferrari, S., Mulè, S., Parini, F., Galla, R., Ruga, S., Rosso, G., Brovero, A., Molinari, C., & Uberti, F. (2024). The influence of the gut-brain axis on anxiety and depression: A review of the literature on the use of probiotics. *Journal Of Traditional And Complementary Medicine*, 14(3), 237-255. <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2024.03.011>
5. Doeniyas, C., Clarke, G., & Cserjési, R. (2025). Gut–brain axis and neuropsychiatric health: recent advances. *Scientific Reports*, 15(1). <https://doi.org/10.1038/s41598-025-86858-3>
6. Bibbò, S., Fusco, S., Ianiro, G., Settanni, C. R., Ferrarese, D., Grassi, C., Cammarota, G., & Gasbarrini, A. (2022). Gut microbiota in anxiety and depression: Pathogenesis and therapeutics. *Frontiers In Gastroenterology*, 1. <https://doi.org/10.3389/fgstr.2022.1019578>
7. Petrut, S., Bragaru, A. M., Munteanu, A. E., Moldovan, A., Moldovan, C., & Rusu, E. (2025). Gut over Mind: Exploring the Powerful Gut–Brain Axis. *Nutrients*, 17(5), 842. <https://doi.org/10.3390/nu17050842>
8. Ramadan, Y. N., Alqifari, S. F., Alshehri, K., Alhowiti, A., Mirghani, H., Alrasheed, T., Aljohani, F., Alghamdi, A., & Hetta, H. F. (2025). Microbiome Gut-Brain-Axis: Impact on Brain Development and Mental Health. *Molecular Neurobiology*. <https://doi.org/10.1007/s12035-025-04846-0>
9. Guo, L., Ding, Q., Li, Q., Zheng, D., Guo, L., Cao, X., & Mou, Q. (2025). Anxiety disorders and the gut microbiota: a bibliometric and visual analysis. *Frontiers In Psychiatry*, 15. <https://doi.org/10.3389/fpsyt.2024.1517508>
10. Butler, M. I., Bastiaanssen, T. F. S., Long-Smith, C., Morkl, S., Berding, K., Ritz, N. L., Strain, C., Patangia, D., Patel, S., Stanton, C., O'Mahony, S. M., Cryan, J. F., Clarke, G., & Dinan, T. G. (2023). The gut microbiome in social anxiety disorder: evidence of altered composition and function. *Translational Psychiatry*, 13(1). <https://doi.org/10.1038/s41398-023-02325-5>

INSOMNIO FAMILIAR FATAL: LA ENFERMEDAD NEURODEGENERATIVA QUE IMPIDE DORMIR HASTA LA MUERTE

AUTOR: FÁTIMA KARIM BERMÚDEZ SANTIAGO

RESUMEN

Antonio Lamelas ha sido testigo de la muerte de "aproximadamente 35 personas" de su entorno familiar, entre ellos su hijo ya que todos padecen la enfermedad Insomnio Familiar Fatal. ¿Conoces acerca del IFF?

IFF o Insomnio Familiar Fatal es una enfermedad hereditaria autosómica dominante progresiva neurodegenerativa producida por priones. Es una afección poco común dividida en etapas por las que va incursionando el paciente. Es necesario el conocer la fisiopatología de este padecimiento para entender porque causa los síntomas que se presentan en las personas que viven con IFF. Actualmente existen diversos marcadores que permiten a psiquiatras y neurólogos identificar los signos y síntomas para abordarlos con los fármacos y tratamientos necesarios para darle una mejor calidad de vida al paciente.

DEFINICIÓN

Se caracteriza por producir lesiones anatomopatológicas en el núcleo dorsomedial y anterior del tálamo afectando principalmente el ciclo vigilia-sueño y una hiperactividad autonómica. Asimismo, puede afectar estructuras límbicas corticales, núcleos olivares, ganglios de la base y al córtex cerebral.

HISTORIA

Se le considera una enfermedad relativamente nueva descubierta por el neurólogo italiano Elio Lugaresi en 1986. El Dr. Elio Lugaresi fue considerado como una figura central en la neurología y la medicina del sueño. Además de su trabajo sobre el IFF contribuyó a otros trastornos del sueño y epilepsias.

MANIFESTACIONES CLÍNICAS

Es una enfermedad que consta de cuatro etapas. La primera etapa se caracteriza por la aparición de insomnio, que empeora conforme la enfermedad va progresando. En los meses posteriores aparecen síntomas psiquiátricos como fobias, paranoia y ataques de pánico, asimismo algunos pacientes experimentan sueños lúcidos en esta etapa.

La segunda fase comienza a los cinco meses, donde incrementan los síntomas psiquiátricos junto con el insomnio y los pacientes experimentan alucinaciones. A nivel fisiológico hay disfunción autonómica con alta hiperactividad simpática.

El tercer periodo dura tres meses, donde se experimenta un insomnio total y un desequilibrio total del ciclo sueño-vigilia.

Por último, la etapa final de la enfermedad puede durar seis meses o más, y se define por un rápido deterioro cognitivo y demencia. Los pacientes pierden la capacidad de moverse o hablar, lo que después es seguido por coma y finalmente la muerte.

EPIDEMIOLOGÍA

Según Rare Diseases IFF es una enfermedad extremadamente rara. Se desconoce la incidencia y prevalencia exactas del trastorno. La edad promedio de aparición es de 47.5 años, con un rango que va de 17 a 76 años.

La duración promedio de vida de las personas que padecen esta patología va de un rango de 2 a 48 meses de vida. En conjunto, los trastornos priónicos afectan de 1 a 2 personas por millón en la población general por año.

Se cree que las enfermedades genéticas priónicas representan el 15% de todas las enfermedades priónicas. Se considera una patología rara, que a menudo no se diagnostica o se diagnostica erróneamente, por lo tanto, es difícil determinar su verdadera frecuencia en la población general.

Forma parte de una familia de enfermedades priónicas genéticas humanas, que incluye la enfermedad de Creutzfeldt-Jakob familiar, la amiloidosis por proteína priónica, el síndrome de Gerstmann-Sträussler-Scheinker y la enfermedad similar a Huntington tipo 1.

FISIOPATOLOGÍA

Es una patología causada por una mutación en el codón 178 en conjunto con el polimorfismo met129 en el mismo alelo del gen de la proteína priónica (PRNP). Existen dos formas de insomnio fatal: el Insomnio Familiar Fatal (IFF) y el Insomnio Fatal Esporádico (IFE).

El gen clave es el PRNP (Prion Protein Gene). Este fabrica la proteína priónica normal, que es importante para el funcionamiento de las neuronas. En este caso hay una mutación en el codón 178 (D178N) y este prión se pliega de manera anormal y se convierte en prión patológico que es capaz de transformar otras proteínas normales en proteínas anormales formando agregados tóxicos en el cerebro.

La diferencia entre IFF y la enfermedad Creutzfeldt-Jakob (ECJ) es muy puntual, siendo así que en este caso la mutación D178N está combinada con valina (V) en la posición 129. Para poder llegar a esta diferencia según (Medori, R, Leblanc A 1992) se utilizaron anticuerpos contra la proteína priónica (PrP) y se realizaron análisis dot blot y Western blot, con y sin proteinasa K, en tejido cerebral.

En este estudio se obtuvo una autopsia de dos pacientes con IFF, tres pacientes con enfermedad de Creutzfeldt-Jakob esporádica y seis sujetos control. Se hicieron estudios moleculares, se amplificó y secuenció la región codificante del gen PRNP en muestras de los dos pacientes con IFF.

Los resultados arrojaron proteínas priónicas resistentes a proteasas en ambos pacientes con IFF, pero el tamaño y número de fragmentos resistentes difería de los observados en la enfermedad de Creutzfeldt-Jakob.

Asimismo se examinó a una familia afectada por IFF, se detectó en los 4 miembros enfermos y 11 de los 29 miembros no afectados que tenían una mutación puntual en el codón 178 del gen PRNP, que sustituye asparagina por ácido aspártico y elimina el sitio de restricción, por lo tanto se concluyó que el IFF es una enfermedad priónica con una mutación en el codón 178 del gen PRNP, pero su fenotipo clínico refiriéndose a las manifestaciones clínicas, parece diferir del de otras familias previamente descritas con la misma mutación.

Desde 1986 se han estudiado más miembros de esta familia italiana, totalizando 29 afectados en cinco generaciones. Los pacientes de esta familia presentan insomnio progresivo, disautonomía (hiperhidrosis, taquicardia, hipertensión), alteraciones endocrinas (ritmos hormonales alterados) y signos neurológicos como ataxia, disartria, mioclonías y signos piramidales. La atrofia talámica sigue siendo el hallazgo principal, aunque se detectan también astrogliosis reactiva y espongiosis en otras regiones cerebrales.

Este estudio respalda firmemente que el IFF es una enfermedad priónica hereditaria, relacionada con una mutación específica en el gen PRNP, pero con características clínico-patológicas propias.

Sin embargo, se han clasificado las manifestaciones clínicas más comunes de esta enfermedad. Las manifestaciones clínicas principales suelen presentarse por una duración máxima de dos años que incluyen: trastornos orgánicos del sueño, incluyendo insomnio, apnea del sueño o movimientos involuntarios.

ESTUDIOS

El deterioro neurológico y de salud mental es característico en esta patología. Incluyendo demencia de rápida progresión, ataxia, mioclonías, alucinaciones, delirios o cambios de personalidad (como depresión, ansiedad, apatía y confusión). También se incluyen alteraciones autonómicas y sistémicas progresivas como hipertensión, taquicardia, respiración irregular, hipertermia, sudoración o pérdida de peso.

Actualmente no se conoce el inicio de la enfermedad hasta que los síntomas empiezan a aparecer, se sugiere que depende de la cantidad crítica de conversión de proteína priónica normal en proteína priónica defectuosa. A menudo que la enfermedad progresa la tendencia de los síntomas se va agravando en el organismo del paciente con esta patología.

IFF se diagnostica clínicamente con base en los síntomas e historia clínica del paciente, sin embargo se pueden realizar estudios para poder confirmar el diagnóstico y descartar otras patologías.

En la evaluación inicial que es en el momento cuando el paciente llega a consulta por primera vez, se le encargan diferentes

exámenes como biometría hemática completa (BHC), velocidad de sedimentación globular (VSG), química sérica, pruebas de función hepática (PFH), niveles de amonio y hemocultivos en caso de sospecha de infecciones bacterianas.

Una prueba característica para confirmar la presencia de IFF es la Polisomnografía (PSG) donde se puede mostrar una reducción del tiempo total y una transición disfuncional entre las fases del sueño. Su resultado revela disminución del sueño REM, baja eficiencia del sueño y sueño de ondas lentas.

Si se quiere evaluar las causas reversibles de deterioro cognitivo como consecuencia del padecimiento, se solicitan pruebas de función tiroidea (PFT), niveles de vitamina B12 y ácido fólico, pruebas para neurosífilis y VIH.

El Electroencefalograma (EEG) muestra los complejos periódicos de ondas agudas (PSWC) que pueden sugerir enfermedad priónica, pero solo se observan en un pequeño porcentaje de pacientes con formas genéticas.

EEG es más utilizado para variantes como la enfermedad de Creutzfeldt-Jakob (ECJ) que tienden a mostrar EEG anormales. Aunque en algunos casos, en el IFF se observa un enlentecimiento generalizado sin complejos periódicos de ondas agudas.

En algunas ocasiones los estudios de líquido cefalorraquídeo (LCR) son utilizados para analizar los biomarcadores como la proteína 14-3-3 que son inespecíficos y pueden aparecer en diversas enfermedades que

causan muerte neuronal, por lo tanto no son tan utilizados.

Las pruebas genéticas moleculares en este caso son muy requeridas ya que pueden ser inespecíficas para detectar una mutación D178N del gen PRNP o realizar la secuenciación completa del gen.

DIAGNÓSTICO

Al detectar a un paciente con manifestaciones clínicas se determina la probabilidad de que un individuo tenga IFF combinando las características clínicas que presenta, hallazgos en estudios diagnósticos (como exámenes de sangre), polisomnografía y factores de exclusión.

La probabilidad del diagnóstico de IFF se divide en (Posible IFF, Probable IFF, Definitivo IFF):

- Posible IFF: 2 de 3 características clínicas centrales sin factores de exclusión.
- Probable IFF: 2 de 3 características clínicas centrales + ≥ 1 característica de apoyo sin factores de exclusión.
- Definitivo IFF: 2 de 3 características clínicas centrales + estudios diagnósticos positivos

TRATAMIENTO

Si un paciente tiene un diagnóstico definitivo de IFF se le administra un tratamiento que se centra principalmente en el alivio de los síntomas y cuidados paliativos. A causa de que no existe cura para esta patología, es fundamental que sea un tratamiento integral. Donde se incluye apoyo psicológico,

consultas a una gran variedad de especialistas como neurólogo, psiquiatras y especialistas en dolor. Un punto que siempre es recomendable es hacerse exámenes genéticos y un asesoramiento llevado a cabo para las familias que padecen esta enfermedad.

En el ámbito de los síntomas físicos de la enfermedad se recetan medicamentos anticonvulsivos para las convulsiones y clonazepam para movimientos espasmódicos.

ACTUALIDAD

En descubrimientos recientes se mostró una mala respuesta a sedantes como barbitúricos o benzodiacepinas. Un estudio de caso investigó el uso de gamma-hidroxibutirato (GHB) y encontró que su administración induce sueño de ondas lentas (SWS) en un paciente con IFF.

Actualmente se han probado varios tratamientos con compuestos como polisulfato de pentosano, quinacrina y anfotericina B, con resultados inconclusos.

La inmunoterapia ha mostrado resultados en estudios en animales y ensayos clínicos. Se investigan tres tipos principales: vacunas de anticuerpos, vacunas con células dendríticas y transferencia adoptiva de linfocitos T CD4(+) específicos para la proteína priónica fisiológica.

Al día de hoy en Italia se lleva a cabo un ensayo clínico que busca la prevención en la aparición de enfermedades priónicas.

El estudio consiste en administrar doxiciclina 100 mg vía oral diariamente durante 10 años a 10 portadores de la mutación D178N/M129 del gen PRNP. Busca comparar los resultados con un grupo control de 15 no portadores de la misma familia. El ensayo está en curso y los resultados aún no han sido determinados.

Actualmente se siguen haciendo estudios para determinar las características genéticas que poseen las personas que padecen esta enfermedad, fármacos que ayuden a disminuir los síntomas y tratamientos que puedan ralentizar la mortalidad de esta patología.

CONCLUSIONES

Es importante el hacer énfasis en la investigación y conocimiento de esta enfermedad. En el pasado hubo un caso de un paciente masculino de 58 años que llegó a urgencias por insomnio repentino, siendo diagnosticado con alzheimer temprano. Después de ciertos meses los síntomas no mejoraron y se decidió meterlo a una clínica neurológica donde se realizaron exámenes incluyendo niveles plasmáticos de amoníaco, velocidad de sedimentación globular, índices bioquímicos plasmáticos y análisis de vitaminas, homocisteína, ceruloplasmina y pruebas de anticuerpos para síndromes neurológicos paraneoplásicos y encefalitis autoinmune, sin hallazgos anormales significativos.

El video EEG de larga duración mostró anomalías focales leves. La resonancia magnética craneal reveló atrofia cerebral leve y lesiones isquémicas focales en el lóbulo parietal izquierdo.

Los resultados de la prueba genética para enfermedad de Alzheimer indicaron la presencia de alelos APOE. El análisis de secuencia del gen PRNP mostró la mutación D178N, y el polimorfismo del aminoácido en la posición 129 fue del tipo M/M, lo que confirmó el diagnóstico de Insomnio Familiar Fatal (IFF). Se analizó el mismo sitio en familiares y se encontraron mutaciones similares en sus dos hijas, su hijo y su nieto.

Se le administró tratamiento sintomático con orizanol, pramipexol y clonazepam, estos medicamentos lograron que los movimientos involuntarios y la sudoración se redujeran, sin embargo, los demás síntomas no mostraron mejoría significativa.

Esto es una prueba que el desconocimiento de los síntomas y pruebas que confirman IFF es un aspecto importante de abordar para que como médicos empaticemos y creemos conciencia. Busquemos impulsar la investigación médica y la responsabilidad que tenemos como profesionales de la salud de brindarle el mejor de los cuidados a los pacientes y siempre estar en constante crecimiento e investigación. Promover el cuidado e importancia de las enfermedades neurológicas y darle la visibilidad que se necesita a este tipo de patologías es extremadamente relevante para cada vez tener mejores descubrimientos y poder brindarles un tratamiento integral de calidad a cada uno de los pacientes.

REFERENCIAS

1. National Center for Advancing Translational Sciences. (n.d.). Insomnio familiar fatal. Genetic and Rare Diseases Information Center.
<https://rarediseases.info.nih.gov/espanol/13176/insomnio-familiar-fatal>
2. Hu, L., Su, Z., Xu, Z., Wang, Y., Yu, J., & He, H. (2023). Fatal familial insomnia: From clinical features to mechanisms. *Translational Neuroscience*, 14(1), 20220315.
<https://doi.org/10.1515/tnsci-2022-0315>
3. González-Aguado, R., Castillo-Montoya, C., & Campos-Herrera, A. (2005). Estudio videopolisomnográfico de un paciente con sospecha de insomnio familiar fatal. *Vigilia-Sueño*, 17(2), 56–58.
<https://www.elsevier.es/es-revista-vigilia-sueno-270-articulo-estudio-videopolis-omnografico-un-paciente-sospecha-insomnio-familiar-13099481>
4. International League Against Epilepsy. (2015). In memoriam: Elio Lugaresi (1926–2015). <https://www.ilae.org/about-ilae/in-memoriam/in-memoriam-recent-and-archive-deaths/elio-lugaresi-1926-2015>
5. El Periódico. (2024). Insomnio familiar fatal: La enfermedad que no deja dormir, detectada en una familia de Jaén. <https://www.elperiodico.com/es/salud/20250314/insomnio-familiar-fatal-enfermedad-no-deja-dormir-jaen-115277477>
6. MacKay, A., & Pawlowski, J. (2023). Fatal Familial Insomnia. En StatPearls. StatPearls Publishing.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK482208/>
7. Medori, R., Tritschler, H. J., LeBlanc, A., Villare, F., Manetto, V., Chen, H. Y., Xue, R. Y., Leal, S., Montagna, P., Cortelli, P., Tinuper, P., Maletta, R., Romeo, G., & Lugaresi, E. (1992). Fatal familial insomnia: A prion disease with a mutation at codon 178 of the prion protein gene. *The New England Journal of Medicine*, 326(7), 444–449.
<https://doi.org/10.1056/NEJM199202133260704>

LA SIMULACIÓN CLÍNICA COMO HERRAMIENTA EDUCATIVA EN LA FORMACIÓN MÉDICA: REVISIÓN NARRATIVA

AUTOR: EDUARDO HERNÁNDEZ TREVIÑO

RESUMEN

La simulación médica ha emergido como una estrategia educativa efectiva para el desarrollo de competencias clínicas en contextos de formación en salud. Esta revisión narrativa analiza evidencia sobre su impacto en habilidades técnicas, no técnicas, razonamiento clínico y toma de decisiones. Se destacan mejoras significativas en la competencia procedimental, la integración teoría-práctica y la confianza profesional.

La efectividad aumenta con el uso de escenarios de alta fidelidad, la repetición estructurada y la alineación curricular. No obstante, persisten limitaciones metodológicas y retos en su implementación generalizada. La simulación debe considerarse un complemento, no un sustituto, de la educación clínica tradicional.

INTRODUCCIÓN

La formación médica contemporánea exige metodologías pedagógicas innovadoras que promuevan un aprendizaje significativo, seguro y centrado en el paciente. En este contexto, la simulación clínica se ha consolidado como una herramienta poderosa para fortalecer la preparación de los futuros profesionales de la salud, permitiendo la adquisición progresiva de competencias

técnicas y no técnicas en entornos controlados y libres de riesgo para el paciente real.

METODOLOGÍA

Esta revisión narrativa se centró en estudios empíricos que evaluaran la eficacia de la simulación médica en contextos clínico-educativos. Se incluyeron investigaciones que utilizaran simulaciones de alta, media o baja fidelidad, en poblaciones como estudiantes de medicina, internos, residentes, y estudiantes de enfermería. Los criterios de inclusión contemplaron estudios cuantitativos, cualitativos y revisiones sistemáticas que analizaran resultados clínicos, cognitivos, conductuales y afectivos derivados de la implementación de simulación estructurada.

RESULTADOS

Los estudios incluidos mostraron mejoras notables en la adquisición de habilidades clínicas, razonamiento crítico, trabajo en equipo, comunicación y toma de decisiones. La simulación se asoció con una curva de aprendizaje más rápida, una mejor transferencia a la práctica clínica y mayor autoconfianza. Los entornos simulados de alta fidelidad fueron los más efectivos cuando se utilizaron de forma repetida y alineados con el plan curricular.

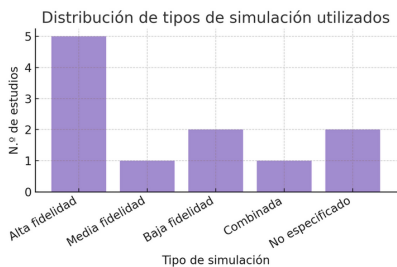


Figura 1. Distribución de los tipos de simulación utilizados en los estudios incluidos.

DISCUSIÓN

La evidencia respalda que la simulación médica mejora el rendimiento clínico y el aprendizaje significativo, especialmente en fases tempranas de la formación. Su éxito depende de factores como la fidelidad de los escenarios, la frecuencia de la exposición, el acompañamiento docente y el respaldo institucional. No obstante, su implementación enfrenta desafíos logísticos, técnicos y curriculares que deben ser abordados para maximizar su impacto formativo.

Área de competencia	Resultados primarios
Habilidades técnicas	Mejora procedimental, curva de aprendizaje, reducción de errores
Habilidades no técnicas	Comunicación, empatía, resolución de conflictos, trabajo en equipo
Confianza y toma de decisiones	Autoconfianza, menor ansiedad, decisiones clínicas acertadas
Integración teoría-práctica	Transferencia efectiva del conocimiento a la práctica

Tabla 1. Resultados primarios agrupados por área de competencia.

LIMITACIONES DE LA EVIDENCIA REVISADA

A pesar del respaldo general a la eficacia de la simulación clínica, los estudios analizados presentan limitaciones metodológicas importantes. En primer lugar, varios trabajos cuentan con muestras pequeñas o no reportan el tamaño muestral, lo que compromete la generalización de los hallazgos.

En segundo lugar, muchos estudios se basan en resultados autoinformados por los participantes, lo que introduce un posible sesgo de percepción. Asimismo, se observa una fuerte heterogeneidad en los diseños metodológicos y en las herramientas utilizadas para medir los resultados, lo que dificulta la comparación entre estudios.

También se identificaron inconsistencias en la presentación de datos demográficos y en los detalles de implementación. Además, en varios casos, los estudios no describen adecuadamente los procesos de debriefing, ni especifican los criterios de evaluación de competencias adquiridas. Esta falta de uniformidad metodológica limita la posibilidad de establecer conclusiones sólidas o replicables. Otra limitación recurrente es la ausencia de seguimiento longitudinal, lo cual impide conocer si los beneficios observados en la simulación se mantienen en la práctica clínica real.

Finalmente, algunos estudios no describen con claridad el nivel de fidelidad utilizado ni la experiencia del profesorado facilitador, lo cual influye en los resultados obtenidos.

IMPlicACIONES PRÁCTICAS Y LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN

Para consolidar el papel de la simulación clínica en la educación en salud, es indispensable integrarla como eje transversal en los planes de estudio, desde etapas tempranas y con un diseño curricular progresivo. La simulación debería incorporarse en todos los niveles de formación, desde el pregrado hasta la educación continua, adaptándose a los objetivos y competencias esperadas en cada etapa.

También se requiere fortalecer la capacitación del profesorado en metodologías de simulación, no solo en el uso de tecnologías, sino también en habilidades de facilitación, retroalimentación estructurada y diseño de escenarios clínicos.

Además, se debe garantizar el acceso equitativo a centros de simulación bien equipados, promoviendo su implementación no solo en universidades grandes, sino también en instituciones regionales o con recursos limitados. La colaboración interinstitucional puede ser una estrategia clave para compartir infraestructura, capacitación y experiencias exitosas.

En cuanto a la investigación futura, se requieren estudios longitudinales con diseños robustos que evalúen el impacto de la simulación en el desempeño clínico real, la seguridad del paciente y la toma de decisiones en escenarios reales. También es necesario explorar el uso de tecnologías emergentes como la simulación virtual inmersiva, la realidad aumentada, la

gamificación educativa y la inteligencia artificial, evaluando su rol en el desarrollo de competencias clínicas complejas. Finalmente, se debe fomentar la integración de la simulación con otros métodos de enseñanza como el aprendizaje basado en casos, la reflexión guiada y la evaluación por portafolio, generando programas de formación más completos, seguros y adaptados a los desafíos actuales del entorno clínico.

En cuanto a la investigación futura, se necesitan estudios longitudinales con diseños robustos que evalúen el impacto de la simulación en el desempeño clínico real y en la seguridad del paciente. Además, es importante explorar el uso de tecnologías emergentes como la simulación virtual inmersiva, la realidad aumentada y la inteligencia artificial en contextos educativos, para valorar su eficacia en el desarrollo de competencias clínicas complejas.

CONCLUSIONES

La simulación clínica debe considerarse una estrategia complementaria clave en la educación médica. Su aplicación estructurada y contextualizada mejora tanto el aprendizaje como la preparación práctica de los futuros profesionales de salud. Es indispensable fomentar su integración longitudinal en los programas educativos, fortaleciendo los recursos, la capacitación docente y la alineación con los objetivos curriculares.

REFERENCIAS

1. JavieraMella B, Soldati OA, Escuelero ZE, Tapia SA, Arraztoa J. Aplicabilidad de simuladores de mediana complejidad en el proceso de formación de residentes de ginecología y obstetricia. *Rev Chil Obstet Ginecol.* 2010;75(6):432–8. (Nota: nombre de la revista es estimado, debes confirmar)
2. Aravena Galaz BA, Muñoz Alvear AR, Gálvez Ortega PF. La simulación clínica en la formación de profesionales que asisten a la mujer embarazada en trabajo de parto: A scoping review. *Medwave.* 2025;25(3):e10123.
3. Bortolato-Major C, Arthur JP, Mattei ÂT, Mantovani M, Félix JVC, Boostel R. Contribuições da simulação para estudantes de graduação em enfermagem. *Rev Enferm UFSM.* 2018;8(1):33–44.
4. Ávila D, Mahana TP, Rivera P, McColl C. Simulación clínica como método de formación de competencias en estudiantes de medicina. *Educ Med.* 2016;17(1):15–21.
5. Gómez LM, Calderón M, Sáenz X, Reyes G, Moreno MA, Jaramillo J. Impacto y beneficio de la simulación clínica en el desarrollo de las competencias psicomotoras en anestesia: Un ensayo clínico aleatorio doble ciego. *Rev Educ Salud.* 2008;12(2):123–9.
6. Fernández-Quiroga MR, Yévenes V, Gómez D, Villarroel E. Uso de la simulación clínica como estrategia de aprendizaje para el desarrollo de habilidades comunicacionales en estudiantes de medicina. *Rev Chil Educ Med.* 2017;25(2):102–9.
7. Cifuentes-Gaitán MJ, González-Rojas D, Ricardo-Zapata A, Díaz-Guio DA. Transferencia del aprendizaje de emergencias y cuidado crítico desde la simulación de alta fidelidad a la práctica clínica. *Rev Colomb Anestesiol.* 2020;48(4):289–96.
8. Alves NP, Gomes TG, Lopes MMC, Gubert FA, Lima MA, Beserra EP, et al. Simulação realística e seus atributos para a formação do enfermeiro. *Rev Enferm UFPE On Line.* 2019;13(3):927–34.
9. Villca Roso S. La simulación médica en internos de la carrera de medicina de la Universidad de San Francisco Xavier de Chuquisaca. *Cienc Lat Rev Cient Multidiscip.* 2023;7(2):221–30.
10. Heller T. Trabajar por la salud. Montevideo: OPS; 2001.

TÉCNICAS DE DEBRIEFING EN SIMULACIÓN MÉDICA: UNA REVISIÓN NARRATIVA

AUTOR: MARIA PAULA CARRILLO GIRALDEZ

RESUMEN

El debriefing constituye una herramienta esencial en la simulación médica, ya que permite transformar la experiencia práctica en conocimiento significativo. Esta revisión narrativa analiza las principales técnicas de debriefing utilizadas en entornos clínicos simulados, clasificándolas según su temporalidad (antes, durante o después de la simulación) y según su estructura conversacional (modelos de tres fases, multifase, y enfoques adaptativos). Se describen modelos ampliamente reconocidos como GAS, Diamond, RAS, PEARLS, TeamGAINS y Plus Delta, así como herramientas de evaluación como DASH. También se discuten brevemente principios clave para el facilitador, incluyendo recomendaciones para enfrentar situaciones complejas. Este trabajo busca aportar una guía práctica y teórica para seleccionar e implementar de manera efectiva técnicas de debriefing en la formación de profesionales de la salud.

INTRODUCCIÓN

El entrenamiento mediante simulación se ha consolidado como una herramienta fundamental en la educación médica contemporánea, permitiendo a los estudiantes y profesionales de la salud desarrollar competencias clínicas en un entorno seguro, estructurado y controlado. Dentro de los componentes esenciales del

ciclo de simulación, el "debriefing" ocupa un lugar central, al ser la instancia reflexiva en la que los participantes procesan lo vivido, identifican aciertos y áreas de mejora, y consolidan aprendizajes significativos.

El debriefing no es simplemente una conversación posterior a la simulación; se trata de una técnica pedagógica estructurada que facilita el análisis crítico de la experiencia, fomenta la metacognición, y promueve el aprendizaje colaborativo. Diversas investigaciones han demostrado que su adecuada implementación puede mejorar tanto las habilidades técnicas como las competencias no técnicas —como el trabajo en equipo, la comunicación y la toma de decisiones clínicas.

Existen múltiples enfoques y técnicas de debriefing, y aunque todas comparten una estructura básica similar, cada una tiene sus particularidades metodológicas, objetivos y contextos de aplicación. La elección de una u otra técnica dependerá de muchos factores, como la complejidad del escenario, el tiempo asignado, el nivel de facilitación, el grado en el que el facilitador se involucra, y de los estudiantes (principiantes vs. experimentados) o sus rasgos de personalidad. Clasificarlas adecuadamente permite no solo una mejor comprensión teórica, sino también una implementación más estratégica y efectiva

en entornos educativos y clínicos. En esta revisión se plantea una clasificación sistemática de las técnicas de debriefing a partir de dos dimensiones fundamentales:

- La temporalidad en que se lleva a cabo el debriefing, ya sea posterior a la práctica simulada o integrada durante su desarrollo. Esta distinción permite comprender que el debriefing no es un proceso limitado exclusivamente al final de la simulación, sino que puede implementarse estratégicamente en distintos momentos, de acuerdo con los objetivos pedagógicos y las necesidades del grupo.

- La estructura conversacional que guía la dinámica del debriefing, la cual puede adoptar modelos de tres fases, enfoques multifase o configuraciones adaptativas. Aunque tradicionalmente el proceso se estructura en tres etapas básicas (recopilación, análisis y síntesis), diversas adaptaciones han surgido con el fin de adecuarse a entornos clínicos variados y escenarios de simulación con distintos niveles de complejidad. Estas técnicas estructuradas suelen ser aplicadas predominantemente en debriefings guiados por facilitadores una vez concluida la simulación, y no suelen emplearse en debriefings intercalados durante la práctica.

Esta revisión narrativa tiene como objetivo describir y analizar críticamente las principales técnicas de debriefing utilizadas en simulación médica, sus aplicaciones prácticas, ventajas y limitaciones.

METODOLOGÍA

Esta revisión narrativa se elaboró con el objetivo de sintetizar la evidencia y el conocimiento actual sobre las técnicas de debriefing utilizadas en simulación médica. Para ello, se llevó a cabo una búsqueda estructurada en bases de datos académicas como PubMed, Scopus, ScienceDirect y Google Scholar, utilizando términos clave como: "debriefing", "simulation in medical education", "PEARLS", "GAS model", "DASH tool", "clinical debriefing", "psychological safety", "simulation training".

Criterios de inclusión:

- Artículos en inglés y español.
- Estudios, revisiones o guías que abordaran explícitamente el proceso de debriefing dentro del contexto de la simulación médica.
- Fuentes que ofrecieran modelos estructurados, enfoques pedagógicos o análisis de implementación.

Criterios de exclusión:

- Artículos que abordaran debriefing exclusivamente en contextos militares, deportivos o no clínicos.
- Informes anecdóticos o editoriales sin respaldo empírico o marco teórico claro.

Se seleccionaron 14 artículos clave, priorizando aquellos con acceso a texto completo (PDF) y aplicabilidad práctica para programas de formación médica.

DEBREFING SEGÚN TEMPORALIDAD

- *Pre-briefing (antes de la práctica).*

Aunque el pre-briefing no se considera debriefing en sentido estricto, cumple una función pedagógica fundamental como fase previa a la simulación. Su objetivo es preparar a los participantes cognitivamente y emocionalmente para la experiencia, estableciendo el contexto clínico, los objetivos de aprendizaje, las expectativas del facilitador y las reglas del entorno simulado.

Durante el pre-briefing se promueve la creación de un ambiente de seguridad psicológica, lo cual es esencial para que los participantes se sientan cómodos al tomar decisiones, equivocarse y aprender durante la simulación. Además, se discuten aspectos logísticos del escenario, el rol de cada participante, y la posibilidad de pausas o intervenciones del facilitador.

- *In-simulation debriefing (durante la práctica)*

En ciertos escenarios, especialmente aquellos enfocados en el desarrollo de habilidades técnicas específicas o en situaciones críticas, puede ser útil aplicar un debriefing intercalado, también conocido como "pause and discuss". Esta técnica consiste en detener temporalmente la simulación para realizar un análisis puntual del desempeño, resolver dudas o reforzar aprendizajes clave.

Este tipo de debriefing es común en simulaciones de reanimación cardiopulmonar, procedimientos quirúrgicos o entrenamientos de crisis. Si bien interrumpe la continuidad del escenario,

permite una retroalimentación inmediata que puede ser particularmente valiosa en fases tempranas del entrenamiento.

- *Post-simulation debriefing (después de la práctica)*

Es la forma más común y recomendada de debriefing. Se realiza inmediatamente después de finalizada la simulación, y constituye un espacio de diálogo estructurado en el que los participantes reflexionan sobre lo vivido, analizan sus decisiones clínicas, identifican aciertos y errores, y extraen lecciones aplicables a la práctica real.

Este debriefing puede llevarse a cabo en formato grupal o individual, con apoyo de grabaciones en video o de forma exclusivamente verbal. Puede ser con uno o más facilitadores o guiado por los mismos participantes incluso. La calidad del debriefing depende en gran medida de las habilidades del facilitador, quien debe promover la participación activa, evitar juicios punitivos, y fomentar la reflexión crítica a través de preguntas abiertas y feedback constructivo.

TÉCNICAS DE DEBRIEFING SEGÚN LA ESTRUCTURA DEL DIÁLOGO

Estas estructuras conversacionales delinean el flujo y el contexto de la conversación del debriefing y la dividen en varias fases, cada una con un enfoque y propósito específicos. Algunas estructuras conversacionales dividen la conversación de debriefing en tres fases, mientras que otras emplean cuatro, seis o siete fases.

Modelos de tres fases

GAS: El modelo GAS (Gather–Analyze–Summarize) es uno de los más simples y ampliamente utilizados, especialmente entre facilitadores con poca experiencia. Divide la conversación en tres momentos:

- **Gather (Recolección):** se hace una recapitulación de los eventos sucedidos durante la simulación para lograr estar todos en sintonía antes de comenzar con el análisis.
- **Analyze (Análisis):** se exploran en profundidad los eventos clave, decisiones clínicas, habilidades técnicas y no técnicas. El facilitador guía la conversación para fomentar la reflexión crítica y el aprendizaje.
- **Summarize (Resumen):** se sintetizan los aprendizajes obtenidos y se plantean conclusiones que pueden trasladarse a la práctica clínica real.

Este modelo es particularmente útil para instructores novatos y para escenarios breves o de baja complejidad. Sin embargo, puede quedarse corto en escenarios complejos que requieren una exploración más profunda de aspectos éticos, comunicativos o interprofesionales.

Modelo Diamond. Sus 3 fases son: descripción, reacción y aplicación. Las primeras dos son similares a las del modelo GAS, sin embargo lo que lo diferencia de otros modelos es su fase de “aplicación”. Esta se centra específicamente en preguntar a los participantes cómo aplicarían lo aprendido durante la simulación en su práctica clínica.

Además, esta técnica no incluye una fase inicial de reacción o descompresión emocional antes de pasar al análisis.

Modelo RAS (Reaction–Analysis–Summary). Similar al modelo GAS, RAS propone tres fases estructuradas pero con énfasis en la gestión emocional al inicio:

- **Reacción:** se reconoce el impacto emocional de la simulación, promoviendo un ambiente seguro para expresar sentimientos.
- **Análisis:** se analiza detalladamente el desempeño, el razonamiento clínico y la dinámica del equipo.
- **Resumen:** se consolidan los conceptos clave y se establece un puente con la práctica clínica.

Este modelo es apropiado para escenarios con alta carga emocional o situaciones potencialmente estresantes para los participantes.

Modelos multifase

PEARLS. El modelo PEARLS (Promoting Excellence and Reflective Learning in Simulation) propone una estructura que combina elementos de distintos modelos de 3 fases. Su estructura base es igual a la del modelo RAS, añadiendo una cuarta fase de “descripción” para permitir a los alumnos identificar eventos clave o los principales problemas clínicos a los que se enfrentaron durante la simulación. De esta manera se asegura de que el facilitador y los participantes tengan un modelo mental compartido de lo que ocurrió durante la

simulación. Es particularmente útil en simulaciones complejas o con participantes de distintos niveles formativos.

TeamGAINS. El proceso de debriefing con TeamGAINS se estructura en seis fases: (1) reacción inicial, permitiendo la expresión emocional; (2) discusión del componente clínico, para revisar aspectos técnicos del caso; (3) transferencia del aprendizaje simulado a la práctica clínica real; (4) análisis de habilidades conductuales, como comunicación o liderazgo; (5) resumen de los aprendizajes clave; y (6) práctica supervisada de habilidades clínicas cuando sea necesario. Esta metodología favorece una reflexión integral que promueve tanto el desarrollo clínico como el trabajo en equipo efectivo.

Modelo Plus Delta

El modelo Plus Delta es una técnica sencilla y participativa que se centra en identificar aspectos positivos (Plus) y oportunidades de mejora (Delta) desde la perspectiva del participante. Durante el debriefing, los estudiantes proponen:

- **Plus:** comportamientos o decisiones que funcionaron bien y deben mantenerse.
- **Delta:** elementos que podrían modificarse o mejorarse en el futuro.

Este modelo fomenta la autorreflexión, la participación activa y el aprendizaje colaborativo. Puede utilizarse como estrategia introductoria o complementaria dentro de otros modelos más complejos, y resulta especialmente útil en grupos grandes o con tiempo limitado.

Otras variantes

Autodebriefing. El auto-debriefing consiste en la reflexión individual del participante guiada por una plantilla o cuestionario estructurado. Es útil en simulaciones asincrónicas, aprendizaje autodirigido o cuando no hay facilitadores disponibles.

DISCUSIÓN

La diversidad de modelos de debriefing refleja el dinamismo y la evolución pedagógica de la simulación médica. Lejos de existir una única fórmula universal, la elección del modelo más adecuado debe considerar factores como la complejidad del escenario, el nivel de los participantes, el tiempo disponible, el estilo del facilitador y los objetivos educativos específicos.

Los modelos de tres fases, como GAS, Diamond y RAS, ofrecen una estructura clara y secuencial, ideal para facilitar la reflexión en contextos de entrenamiento básico o cuando se busca una guía firme para el facilitador. En contraste, los modelos multifase como PEARLS, TeamGAINS o AAR, aportan una mayor flexibilidad y profundidad analítica, siendo más apropiados en contextos avanzados, escenarios de alta fidelidad o sesiones con múltiples objetivos simultáneos. El modelo Plus Delta, aunque más sencillo, representa una herramienta útil para fomentar la participación activa, sobre todo cuando se dispone de poco tiempo o se desea involucrar rápidamente a todos los integrantes del grupo. Su inclusión como técnica complementaria en otros modelos también ha demostrado ser efectiva para reforzar aprendizajes.

La herramienta DASH (Debriefing Assessment for Simulation in Healthcare) ha emergido como un instrumento clave para evaluar la calidad del debriefing. Desarrollada por el Center for Medical Simulation, permite valorar la competencia del facilitador en seis dominios que abarcan desde la creación de un entorno seguro hasta la ayuda en la elaboración de significados durante el análisis del desempeño.

Principios clave para facilitadores incluyen: establecer un contrato psicológico con los participantes, garantizar un espacio libre de juicio, utilizar preguntas abiertas y técnicas como advocacy-inquiry, así como adaptar el ritmo de la conversación según la respuesta del grupo. En escenarios complejos —por ejemplo, cuando hay errores graves, tensión emocional o conflicto entre miembros del equipo— el facilitador debe ser especialmente cuidadoso. Es crucial priorizar la validación emocional, mantener la neutralidad y enfocarse en los procesos y no en los individuos.

En resumen, la calidad del debriefing no solo depende del modelo empleado, sino fundamentalmente de las competencias del facilitador. La creación de un ambiente de seguridad psicológica, la capacidad para formular preguntas reflexivas y la habilidad para adaptar el enfoque según las necesidades emergentes del grupo son elementos esenciales para un debriefing exitoso.

CONCLUSIÓN

El debriefing es un componente pedagógico clave en la simulación médica, ya que promueve la reflexión crítica, el aprendizaje significativo y la mejora del desempeño clínico. La selección de la técnica adecuada depende del contexto, del perfil del grupo y de los objetivos de aprendizaje. La estructuración del debriefing, junto con habilidades del facilitador como la escucha activa, la indagación reflexiva y el manejo de situaciones emocionalmente complejas, son factores determinantes para su efectividad. A través del uso de modelos validados y de una práctica reflexiva constante, es posible optimizar los beneficios del debriefing en la educación médica.

REFERENCIAS

1. Brett-Fleegler M, Rudolph J, Eppich W, Monuteaux M, Fleegler E, Cheng A. Debriefing Assessment for Simulation in Healthcare: Development and psychometric properties. *Simulation in Healthcare*. 2012;7(5):288–294.
2. Cheng A, Eppich W, Kolbe M, Meguerdichian M, Bajaj K, Ahmed M. Twelve tips for clinical debriefing. *Med Teach*. 2020;42(7):741–6.
3. Eppich W, Cheng A. Promoting Excellence and Reflective Learning in Simulation (PEARLS): Development and rationale for a blended approach to health care simulation debriefing. *Simulation in Healthcare*. 2015;10(2):106–115.
4. Fanning RM, Gaba DM. The role of debriefing in simulation-based learning. *Simulation in Healthcare*. 2007;2(2):115–125.
5. Rudolph JW, Simon R, Dufresne RL, Raemer DB. There's no such thing as "nonjudgmental" debriefing: A theory and method for debriefing with good judgment. *Simulation in Healthcare*. 2006;1(1):49–55.
6. Cheng A, Eppich W, Grant V, Sherbino J, Zendejas B, Cook DA. Debriefing for technology-enhanced simulation: a systematic review and meta-analysis. *Medical Education*. 2014;48(7):657–666.
7. Kolbe M, Grande B, Spahn DR. TeamGAINS: A tool for structured debriefings for simulation-based team trainings. *BMJ Simul Technol Enhanc Learn*. 2015;1(3):103–105.
8. Grant VJ, Robinson T, Eppich WJ, Cheng A. Difficult debriefing situations: A synthesis of best practices. *Adv Simul (Lond)*. 2018;3(1):12.
9. Cheng A, Grant V, Huffman J, Burgess G, Szyld D, Robinson T, et al. Coaching the debriefer: Peer coaching to improve debriefing quality in simulation programs. *Simul Healthc*. 2017;12(5):319–25.
10. Cheng A, Eppich W, Kolbe M, Meguerdichian M, Bajaj K, Ahmed M. Twelve tips for clinical debriefing. *Med Teach*. 2020;42(7):741–6.
11. Rudolph JW, Simon R, Dufresne RL, Raemer DB. Debriefing as formative assessment: Closing performance gaps in medical education. *Acad Emerg Med*. 2008;15(11):1010–6.
12. Salas E, Klein C, King H, Salisbury M, Augenstein JS, Birnbach DJ, et al. Debriefing medical teams: 12 evidence-based best practices and tips. *Jt Comm J Qual Patient Saf*. 2008;34(9):518–27.
13. Sawyer T, Eppich W, Brett-Fleegler M, Grant V, Cheng A. More than one way to debrief: a critical review of healthcare simulation debriefing methods. *Simulation in Healthcare*. 2016;11(3):209–217.
14. Tannenbaum SI, Cerasoli CP. Do team and individual debriefs enhance performance? A meta-analysis. *Hum Factors*. 2013;55(1):231–245.

A

MEDICINA

ANÁHUAC QUERÉTARO



ESCUELA DE CIENCIAS DE LA SALUD

 **EL MEJOR LÍDER ES QUIEN SE CONOCE A SÍ MISMO Y PONE SU VIDA AL SERVICIO DE LOS DEMÁS.**

VIVIR CON SENTIDO, LIDERAR CON PROPOSITO

¿QUÉ SIGNIFICA ESTA COMPETENCIA?

- SERVIR A LOS DEMÁS DA PROFUNDIDAD A TU VOCACIÓN.
- EL LIDERAZGO AUTÉNTICO NACE DEL COMPROMISO CON ALGO MÁS GRANDE QUE UNO MISMO.
- CUESTIONARTE SOBRE TU PROPOSITO FORTALECE TU IMPACTO PROFESIONAL Y PERSONAL.

¿CÓMO CULTIVAR ESTE LIDERAZGO CON SENTIDO?

- REFLEXIONA SOBRE EL PROPOSITO DE TU VIDA.
- CONECTA TU VOCACIÓN CON EL SERVICIO A OTROS.
- LIDERA DESDE LA HUMILDAD, EL COMPROMISO Y LA AUTENTICIDAD.

SEÑALES DE UNA VIDA CON SENTIDO

- INTROSPECCIÓN CONSTANTE.
- COHERENCIA ENTRE LO QUE PIENSAS, DICES Y HACES.
- SERVICIO COMO FORMA DE VIDA.

ENCONTRAR SENTIDO ES EL PRIMER PASO PARA TRANSFORMAR TU ENTORNO.



Les compartimos la competencia y subcompetencia correspondiente al plan de estudios, como parte del fortalecimiento de la formación profesional:

Competencia:

“Busca el sentido trascendente de la vida y el desarrollo del liderazgo para el servicio de los demás”

Subcompetencia:

Se plantea seriamente la pregunta por el sentido de su existencia.

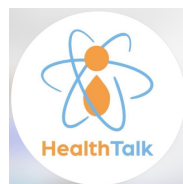
PODCAST: HEALTHTALK

!Los invitamos a escuchar el podcast!

Te invitamos a explorar temas médicos de actualidad en el podcast de la escuela de medicina con el Dr San Román. Disponible en Youtube y otras plataformas a través de Anáhuac Media

Últimos episodios:

- Wearables con propósito
- Duelo: Cuando el amor no sabe dónde ir
- Una nueva mirada a la salud menstrual





División de
Ciencias de
la Salud