



ARTÍCULO ORIGINAL

Percepción de la Inteligencia Artificial (IA). Abordaje inicial sobre los desafíos éticos y normativos para los profesionales del Laboratorio Clínico en México

Perception of Artificial Intelligence (AI). Initial approach to ethical and regulatory challenges for clinical laboratory professionals in Mexico

Sánchez-González Jorge Manuel¹, Rivera-Cisneros Antonio E², Ramírez-Barba Héctor Jaime³, Madrid-Martínez Alejandra⁴, Franco-Santillán Rafael⁵, Portillo-Gallo Jorge H⁶, Ortega-Sánchez Laura Adriana⁷, López-Hernández Andrea Karen⁷, Morán-Moguel María Cristina⁸

RESUMEN

La adopción de la Inteligencia Artificial (IA) en el ámbito de los laboratorios clínicos ha transformado la forma en que los profesionales analizan datos, diagnostican enfermedades y gestionan recursos. Este trabajo explora la percepción de los profesionales del laboratorio clínico sobre la IA, a través del análisis de los fundamentos en el marco teórico de la psicología conductivo-conductual para comprender la actitud humana hacia esta tecnología, centrándose en sus utilidades, desafíos y riesgos, con énfasis en el contexto mexicano. Además, compara estas percepciones con las observadas en otros países y se destaca que en México, como en países de medianos y bajos ingresos, es fundamental implementar y promover programas de formación y sensibilización que aborden las inquietudes existentes y destaque los beneficios potenciales de la IA. Es evidente la necesidad y formulación de políticas públicas que faciliten la integración ética y efectiva de la IA en el ámbito del laboratorio clínico, lo que permitirá un mejor conocimiento y la adopción efectiva de esta nueva tecnología y otras que aparecerán en el futuro.

Revista Mexicana
de **Patología Clínica**
y Medicina de Laboratorio

Rev Mex Patol Clin Med Lab. 2024;
Volumen 71, Número 2

1. Vicepresidente. Federación Mexicana de Patología Clínica, A.C. (FEMPAC). Tesorero. Asociación Latinoamericana de Patología Clínica y Medicina de Laboratorio (ALAPAC/ML). Director. Instituto Nacional de Aprendizaje, Habilidades e Investigación en Ciencias, S.C (INAHIC), Zapopan, Jalisco. México.
2. Decano de la Universidad de Ciencias del Fútbol y del Deporte. Pachuca, Hidalgo, México.
3. Profesor Honorario. Universidad de Guanajuato. Diputado Federal y Secretario de la Comisión de Salud del Congreso de la Unión de México.
4. Directora, Instituto Nacional para la Atención de la Salud Mental (INASAM). México, Distrito Federal.
5. Instituto NIDIAC, Durango, Durango. México.
6. Profesor. Asociación Latinoamericana de Patología Clínica y Medicina de Laboratorio (ALAPAC/ML). Chihuahua, Chihuahua. México.
7. Psicología. Universidad Nacional Rosario Castellanos, Becaria Instituto Nacional para la Atención de la Salud Mental (INASAM), México, Distrito Federal.
8. Departamento de Disciplinas Filosófico, Metodológicas e Instrumentales. Centro Universitario de Ciencias de la Salud. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, Jalisco, México.

CONTACTO

Maria Cristina Morán Moguel

cristina.moran@academicos.udg.mx

Sierra Mojada 950 Puerta 1 Edificio N. Colonia Independencia. Guadalajara, Jalisco. México. CP 44340.

Declaración: No existe conflicto de interés.

ABSTRACT

The adoption of Artificial Intelligence (AI) in the field of clinical laboratories has transformed how health professionals analyze data, diagnose diseases, and manage resources. This work explores the perception of clinical laboratory professionals related to AI, through the analysis of the foundations in the theoretical framework from cognitive behavioral psychology to understand the human attitude towards this technology, focusing on its uses, challenges, and risks, with emphasis on the Mexican context. In addition, it compares these perceptions with those observed in other countries and highlights that in Mexico, as in middle and low-income countries, it is essential to implement and promote training and awareness programs that address existing concerns and relevant potential benefits of AI. There is a clear need for the development and formulation of public policies that facilitate the ethical and effective integration of AI in the field of clinical laboratories, which will contribute to a better understanding and effective adoption of this new technology and others that will appear in the future.

**Revista Mexicana
de Patología Clínica
y Medicina de Laboratorio**

**Rev Mex Patol Clin Med Lab. 2024;
Volumen 71, Número 2**

PALABRAS CLAVE

inteligencia artificial, laboratorio clínico, percepción, regulación y normativa, ética en medicina de laboratorio

KEY WORDS

artificial intelligence, clinical laboratory, perception, regulation and legislation, ethics in laboratory medicine

RECIBIDO: Mayo 30 2024

ACEPTADO: Julio 20 2024

INTRODUCCIÓN

La Inteligencia Artificial (IA) ha revolucionado numerosos campos, incluido el laboratorio clínico (LC). Sin embargo, su adopción no está exenta de controversias, particularmente en países de bajos y medianos ingresos como México. La percepción de la IA por parte de los profesionales de la salud influirá significativamente en su integración y uso efectivo. La percepción sobre la IA según la psicología cognitivo conductual varía ampliamente dependiendo de factores como el contexto cultural, la exposición al tema, el conocimiento sobre la tecnología y sus implicaciones, y las experiencias previas con sistemas de IA. Estas percepciones suelen reflejarse en emociones y actitudes que van desde la curiosidad y el optimismo hasta el escepticismo y el temor. Es así que, desde este enfoque psicológico, la percepción es el proceso cognitivo de la conciencia que consiste en el reconocimiento, interpretación y significación para la elaboración de juicios en torno a las sensaciones obtenidas del ambiente físico y social, en el que intervienen otros procesos psíquicos entre los que se encuentran el aprendizaje, la memoria y la simbolización (1-3).



En un estudio realizado hace más de dos décadas ya se señalaba la importancia de medir la percepción a la tecnología que precedió a la IA, en el señalaron que la utilidad del uso de computadoras tuvo una correlación significativamente mayor en la utilidad de su uso, que en la facilidad de uso. Los análisis de regresión sugieren que la facilidad de uso percibida puede ser en realidad un antecedente causal de la utilidad percibida, en lugar de un determinante paralelo y directo del uso del sistema (4). Existen ya múltiples reportes de estudios sobre el uso de la IA y sus beneficios, pero son escasos sobre la percepción en los profesionales del laboratorio clínico.

Muchas personas ven la IA como una herramienta poderosa para resolver problemas complejos, mejorar la eficiencia y revolucionar industrias. Esto está relacionado con la tendencia humana hacia la innovación y la búsqueda de soluciones tecnológicas a desafíos globales. Pero también en algunos sectores profesionales refieren que se genera miedo a la pérdida de empleo, no tener control ético, y que la posible dependencia de sistemas autónomos les funda desconfianza. Además, algunos temen la posibilidad de que la IA mediante el Aprendizaje Automático (AA), desarrolle capacidades que excedan el control humano (también referida como inteligencia artificial generativa o superinteligencia) y que en un exceso de confianza se supla la realización de estudios clínicos y de gabinete y se deje de supervisar a estos modelos de IA en las diferentes áreas del diagnóstico médico. Existe preocupación sobre cómo la IA podría exacerbar desigualdades sociales, dependiendo de quién tiene acceso a la tecnología y quién se beneficia de sus aplicaciones. Algunas personas suelen atribuir características humanas a sistemas de IA, especialmente cuando interactúan con asistentes virtuales, robots sociales o Chatbots. Por otra parte, investigadores indican que esta tecnología puede ayudar a disminuir el proceso de deshumanización y deterioro de la relación médico-paciente actual y ayudar a la prevención de errores (5-7).

Esto puede llevar a expectativas poco realistas sobre sus capacidades o limitaciones. La percepción de la IA también está influenciada por los medios de comunicación y la cultura popular. Películas, noticias y narrativas públicas moldean el imaginario colectivo, a menudo presentando escenarios extremos, ya sean positivos o negativos. Desde la psicología, la percepción hacia la IA se explica a través de teorías como la "Amenaza de la sustitución tecnológica" y

la "Teoría de la aceptación tecnológica". Mientras que la primera postula que los humanos temen ser reemplazados por máquinas, la segunda sugiere que la facilidad de uso y la utilidad percibida determinan la aceptación de una tecnología. Además, estudios psicológicos indican que factores como el acceso ya mencionado, la edad, el nivel educativo y la experiencia previa con tecnología influyen en la actitud hacia la IA (8-10).

Se reconoce que la IA tiene un papel crucial en el diagnóstico, los fabricantes de equipos y reactivos todos los días están incorporando novedades. Si bien la IA permite el análisis automatizado de imágenes y la detección de patrones complejos en datos clínicos, como análisis de laboratorio, histopatología y pruebas moleculares. Es muy útil en gestionar recursos: Algoritmos avanzados optimizan el uso de insumos, reducen el desperdicio y mejoran la gestión del tiempo del personal técnico y médico (11,12). La IA se utiliza ya para identificar tendencias epidemiológicas y predecir brotes, mejorando la respuesta en salud pública, en el control de calidad los sistemas basados en IA pueden monitorear errores en procesos, garantizando el cumplimiento de estándares internacionales de calidad (7,13).

La implementación de IA en laboratorios clínicos también plantea retos éticos y regulatorios. Entre los principales destacan la transparencia y la explicabilidad (interpretar y entender cómo la IA ha obtenido sus predicciones o resultados). Los algoritmos deben ser comprensibles para los usuarios, garantizando que las decisiones clínicas sean justificables. Además la gestión de datos sensibles requiere el cumplimiento de leyes como el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) en Europa o las normas locales de protección de datos en México. Es crucial evitar sesgos en los algoritmos que puedan generar desigualdades en el acceso o la calidad del servicio, así como la definición de responsabilidades en caso de errores asociados al uso de IA es un tema crítico a nivel global y que solo hasta recientemente se están dando iniciativas normativas en este sentido (14-16).

La dependencia de sistemas basados en IA puede llevar a la desactualización de habilidades fundamentales para los profesionales del laboratorio clínico, como la interpretación manual de resultados. Esta situación es especialmente preocupante cuando los sistemas fallan o no están disponibles, lo que puede comprometer la calidad del diagnóstico. Es fundamental equilibrar el uso de IA

con la formación continua de habilidades humanas (17,18).

Los algoritmos de IA pueden ser susceptibles a sesgos introducidos por los datos de entrenamiento, que reflejan inequidades preexistentes. Además, la falta de datos representativos puede llevar a errores en la interpretación de resultados clínicos, especialmente en poblaciones diversas. La validación rigurosa y la supervisión humana son esenciales para mitigar estos riesgos (19).

La recopilación y el almacenamiento de grandes volúmenes de datos clínicos por sistemas de IA aumentan el riesgo de violaciones de seguridad y accesos no autorizados. Los protocolos de encriptación robustos y el cumplimiento estricto de normativas de protección de datos son fundamentales para proteger la información del paciente (20,21). Debemos considerar la brecha tecnológica entre instituciones bien equipadas y aquellas con recursos limitados, la implementación de IA requiere infraestructura avanzada y personal capacitado, lo que puede exacerbar las desigualdades entre instituciones de diferentes niveles socioeconómicos. En países en desarrollo como México, esta brecha puede traducirse en un acceso desigual a los beneficios de la tecnología, afectando negativamente la equidad en salud (21,22).

Comparación de percepciones: México y otros países

La percepción de la Inteligencia Artificial (IA) entre los profesionales del laboratorio clínico varía significativamente entre México y otros países, influenciada por factores culturales, económicos y educativos. En México, los profesionales del laboratorio clínico muestran hasta ahora, una actitud ambivalente hacia la IA. Por un lado, reconocen los beneficios potenciales de la IA en términos de eficiencia y precisión diagnóstica. Por otro lado, expresan preocupaciones relacionadas con la posible pérdida de empleos y los costos asociados con la implementación de estas tecnologías. Además, existe inquietud sobre la dependencia excesiva de la tecnología y la posible deshumanización de la atención médica. Estas percepciones reflejan una necesidad de mayor formación y sensibilización sobre el uso de la IA en el ámbito clínico. En el reporte de una encuesta sobre laboratorios de México se refiere que la IA la utilizan el 50% de los grandes laboratorios, y que el 65% de los laboratorios encuestados utiliza la IA en diferentes actividades y niveles de complejidad en las etapas:

analítica, preanalítica y postanalítica, tanto en laboratorios pequeños como en los medianos y grandes laboratorios (23).

En países desarrollados como Estados Unidos y Alemania, la aceptación de la IA en el laboratorio clínico es más pronunciada. Los profesionales en estos países tienden a confiar en la IA debido a la disponibilidad de recursos tecnológicos avanzados y a una educación específica en el uso de estas herramientas.

La integración de la IA se percibe como una oportunidad para mejorar la precisión diagnóstica y optimizar los procesos clínicos. Sin embargo, también se reconocen desafíos éticos y la necesidad de garantizar la calidad y seguridad en su aplicación.

En países asiáticos, se observa un enfoque pragmático y colaborativo hacia la IA. La combinación de tecnología avanzada con programas de formación continua ha facilitado una integración más fluida de la IA en el laboratorio clínico. Los profesionales valoran la capacidad de la IA para manejar grandes volúmenes de datos y mejorar la eficiencia diagnóstica. No obstante, también se mantienen alertas ante posibles riesgos, como la dependencia tecnológica y la necesidad de mantener la competencia profesional en habilidades clínicas tradicionales (24-31).

Las diferencias en la percepción de la IA entre México y otros países pueden atribuirse a varios factores, entre los que destacan:

- Recursos Tecnológicos: La disponibilidad de infraestructura tecnológica avanzada en países desarrollados facilita una mayor aceptación de la IA.
- Educación y Formación: La inclusión de programas educativos específicos sobre IA en la formación de profesionales de laboratorio clínico, que en países como Estados Unidos y Alemania promueve una actitud más receptiva.
- Cultura y Valores: Las diferencias culturales influyen en la percepción de la tecnología y en la disposición para adoptarla en entornos clínicos.
- Políticas y Regulaciones: La existencia de marcos regulatorios claros y políticas de apoyo a la innovación tecnológica en países desarrollados contribuye a una mayor confianza en la IA.

CONCLUSIONES

La percepción hacia la IA está influenciada por factores culturales, educativos y económicos. Para fomentar una adopción efectiva en México, es necesario entre otros; Implementar programas de educación y capacitación sobre IA por centros certificados que garanticen el uso ético, garantizar la transparencia y seguridad en el uso de algoritmos y diseñar regulaciones que promuevan una integración ética y efectiva. Los laboratorios clínicos generan grandes volúmenes de datos que, al combinarse con IA, ofrecen nuevas posibilidades diagnósticas.

Para abordar la falta de una definición clara en este campo, se propone la "ómica de laboratorio clínico" (Clinlabomics), que integra IA y medicina de laboratorio para analizar datos biológicos y descubrir información oculta (32). Aunque prometedora, su aplicación requiere validación en entornos multicéntricos y por instancias académicas y gremiales reconocidas.

La IA representa una herramienta invaluable para los laboratorios clínicos. Sin embargo, su éxito depende de la percepción y aceptación de los profesionales del sector. Un enfoque equilibrado que combine tecnología, educación y regulación puede maximizar sus beneficios y minimizar los riesgos asociados. La percepción de la IA entre los profesionales del laboratorio clínico varía según el contexto geográfico y cultural. En México, es fundamental promover programas de formación y sensibilización en los que se discutan las inquietudes existentes y se destaque los beneficios potenciales de la IA. Asimismo, es necesario el desarrollo de políticas públicas que faciliten la integración ética y efectiva de la IA en el ámbito clínico puede contribuir a una adopción más favorable de estas tecnologías. En México ya se promueven iniciativas y políticas públicas para su regulación y mejor utilización de la IA en el sistema de salud, desde la LXVI Legislatura de la Cámara de Diputados del Congreso de la Unión (33).

REFERENCIAS

1. Vargas-Melgarejo LM. Sobre el concepto de percepción. Alte [Internet]. 2014; (8):47-53. Disponible en: <https://alteridades.itz.uam.mx/index.php/Alte/article/view/588>. [Acceso 15 de mayo de 2024].
2. Cinalioglu K., Elbaz S., Sekhon K., Su CL., Rej S., Sekhon H. Exploring Differential Perceptions of Artificial Intelligence in Health Care Among Younger Versus Older Canadians: Results From the 2021 Canadian Digital Health Survey. J Med Internet Res. 2023;25:e38169.
3. Obermeyer Z., Emanuel EJ. Predicting the future—Big data, machine learning, and clinical medicine. N Engl J Med. 2016 Sep 29;375(13):1216-9.
4. Davis FD., Davids F. Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. MIS Quarterly, 1989;13(3), 319-340.
5. Chen JH., Asch SM. Machine Learning and Prediction in Medicine - Beyond the Peak of Inflated Expectations. N Engl J Med. 2017;376(26):2507-2509
6. Topol E. Deep Medicine: How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again. Ed. Basic Books; 2019. ISBN 1541644611, 9781541644618.
7. Hamet P., Tremblay J. Artificial intelligence in medicine. Metabolism 2017; 69: S36-S40.
8. Xianhong Hu, Neupane, Bhanu, Echaiz, Lucia Flores, Sibal, Prateek, Rivera Lam, Macarena. Steering AI and advanced ICTs for knowledge societies: a Rights, Openness, Access, and Multi-stakeholder Perspective. 2019. UNESCO series on internet freedom. ISBN: 978-92-3-100363-9.
9. Russell S. Human Compatible: Artificial Intelligence and the Problem of Control. 2019. E.p. Div.of Penguin Dutton. ISBN:9780525558613.
10. Coeckelbergh M. AI Ethics. 2020. The MIT Press. ISBN: 9780262538190.
11. Liu N., Chen B., Principe JC. Special issue on smart healthcare: artificial

intelligence in biomedicine. J Ambient Intell Human Comput 2023; 14:15427.

12. Zheng Y., Chen Z., Huang S., Zhang N., Wang Y., Hong, S. et al. Machine Learning in Cardio-Oncology: New Insights from an Emerging Discipline. Rev Cardiovasc Med. 2023 Oct 19;24(10):296.
13. Palaniappan S., R V., David B., PN S. Prediction of Epidemic Disease Dynamics on the Infection Risk Using Machine Learning Algorithms. SN Comput Sci. 2022;3(1):47. doi: 10.1007/s42979-021-00902-3.
14. European Commission. Ethics guidelines for trustworthy AI. 2019. Available at: <https://ec.europa.eu>. [Acceso 8 de mayo de 2024].
15. Morley J., Machado CCV., Burr C., Cowls J., Joshi I., Taddeo M., Floridi L. The ethics of AI in health care: A mapping review. Soc Sci Med. 2020 Sep;260:113172.
16. Gobierno de México. Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de los Sujetos Obligados. DOF; 2017. Disponible en <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LGPDPPSO.pdf>.
17. Mehrabi N, Morstatter F, Saxena N, Lerman K, Galstyan A. A survey on bias and fairness in machine learning. ACM Comput Surv. 2021;54(6):1-35. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1908.09635>
18. Price WN., Cohen IG. Privacy in the age of medical big data. Nat Med. 2019;25(1):37-43.
19. Ernst G. Young P. Herramientas de inteligencia artificial en la investigación académica y científica: normativas, desafíos y principios éticos. MEDICINA (Buenos Aires), 2024; 84(5), 1036-1038.
20. OMS advierte de riesgos de la inteligencia artificial en dispositivos médicos. https://www.procomer.com/alertas_comerciales/exportador-alerta/oms-advierte-de-riesgos-de-la-inteligencia-artificial-en-dispositivos-medicos/ (Acceso 2 mayo 2024).
21. La OMS propugna un uso seguro y ético de la inteligencia artificial para la salud. <https://www.who.int/es/news/item/16-05-2023-who-calls-for-safe-and-ethical-ai-for-health>. (Acceso 3 mayo 2024).

22. Román-Collazo CA., Brenner J. Andrade-Campoverde D. Reflexiones éticas del impacto y desafíos de la inteligencia artificial en la medicina de laboratorio. *Medicina y ética* 2024; 35(4), 1137-1193.
<https://doi.org/10.36105/mye.2024v35n4.05>.
23. Zamora Palma A. El impacto de la inteligencia artificial en la medicina de laboratorio en México. *Rev Mex Patol Clin Med Lab* 2024; 1, (1):1-7.
https://fempac.org.mx/2024/vol71_1_impacto.pdf.
24. Gruson D. Big Data, artificial intelligence and laboratory medicine: time for integration. *Adv Lab Med.* 2021 Feb 10;2(1):1-7. doi: 10.1515/almed-2021-0003. PMID: 37359204; PMCID: PMC10197366.
25. Zhang D., Mishra S., Brynjolfsson E., Etchemendy J., Ganguli D., Grosz B. et al. “The AI Index 2021 Annual Report”. Junta Directiva del AI Index, Human-Centered AI Institute, Universidad de Stanford, Stanford, California, Marzo 2021. https://aiindex.stanford.edu/wp-content/uploads/2021/05/2021-AI-Index-Report_Spanish-Edition.pdf?
26. Alami H., Rivard L., Lehoux P., Hoffman SJ., Cadeddu SBM., Savoldelli M. Artificial intelligence in health care: Laying the foundation for responsible, sustainable, and inclusive innovation in low- and middle-income countries. *Global Health.* 2020;16(1):52.
27. Cecchini M., Mehl A., Slawomirski L., Sassi F. Artificial intelligence and health workforce: What are the implications for policy-makers? *Health Soc Care Community.* 2022;30(1):259-68.
28. He J., Baxter SL., Xu J., Xu J., Zhou X., Zhang K. The practical implementation of artificial intelligence technologies in medicine. *Nat Med.* 2019;25(1):30-6.
29. Lee SI., Celik S., Logsdon BA., Lundberg SM., Martins TJ., Oehler VG. et al. A machine learning approach to integrate big data for precision medicine in acute myeloid leukemia. *Nat Commun.* 2018;9(1):42.
30. Rieke N., Hancox J., Li W., Milletari F., Roth HR., Albarqouni S., et al. The future of digital health with federated learning. *NPJ Digit Med.* 2020;3(1):119.
31. Wahl B., Cossy-Gantner A., Germann S., Schwalbe NR. Artificial

- intelligence (AI) and global health: How can AI contribute to health in resource-poor settings? *BMJ Glob Health.* 2018;3(4):e000798.
32. Wen X., Leng P., Wang J., Yang G., Zu R., Jia X. et al. Clinlabomics: leveraging clinical laboratory data by data mining strategies. *BMC Bioinformatics.* 2022 Sep 24;23(1):387. doi: 10.1186/s12859-022-04926-1.
33. Ramírez-Barba EJ. Planean incorporar uso y aprovechamiento de la inteligencia artificial en servicios del Sistema Nacional de Salud. 2024. Cámara de Diputados.
<https://comunicacionssocial.diputados.gob.mx/index.php/boletines/-planean-incorporar-uso-y-aprovechamiento-de-la-inteligencia-artificial-en-servicios-del-sistema-nacional-de-salud>.