

Uso de la tecnología en la Odontología y Bioética: Implicaciones éticas y avances tecnológicos

Use of technology in Dentistry and Bioethics: Ethical implications and technological advances

Uso de tecnologia em Odontologia e Bioética: Implicações éticas e avanços tecnológicos

Recibido: 14/02/2025 | Revisado: 19/02/2025 | Aceptado: 19/02/2025 | Publicado: 23/02/2025

Josselyn Fernanda Riofrio Idrobo

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-5858-9550>

Universidad de Cuenca, Ecuador

E-mail: jossyrio97@gmail.com

Erika Cristina Castro Espinoza

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-2569-953X>

Universidad de Cuenca, Ecuador

E-mail: cristina.castroe@hotmail.com

Dennis Stalin Ramón Villa

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-5606-1810>

Universidad de Cuenca, Ecuador

E-mail: dennis.ramon94@gmail.com

Valeria del Rosio Siguencia Cruz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9213-8407>

Universidad de Cuenca, Ecuador

E-mail: valeria.siguencia@ucuenca.edu.ec

Resumen

La tecnología ha transformado en gran medida la práctica odontológica, aportando innovaciones que mejoran el diagnóstico, tratamiento y manejo de pacientes. El objetivo del artículo es analizar los avances tecnológicos en la odontología moderna y sus implicaciones éticas, utilizando los principios fundamentales de la bioética: autonomía, beneficencia, no maleficencia y justicia. Se busca ofrecer un marco que permita una práctica clínica responsable y equitativa, promoviendo una integración ética de las tecnologías en la odontología. El estudio es de tipo narrativo, basado en la recopilación, análisis y crítica de datos bibliográficos obtenidos de diversas plataformas académicas como MEDLINE, Google Scholar, PubMed, Wiley, Lilacs y Scielo, además de revistas, tesis y libros. La búsqueda también incluyó la revisión de bibliografía referenciada en los documentos seleccionados. La conclusión del artículo destaca que el uso de tecnologías avanzadas en la odontología representa una oportunidad para transformar la atención dental. No obstante, también requiere un compromiso ético por parte de los profesionales para garantizar que estas innovaciones beneficien a todos los pacientes. Integrar los principios bioéticos en la práctica diaria es fundamental para asegurar que las nuevas tecnologías respeten los derechos de los pacientes, promoviendo una atención dental más accesible y equitativa.

Palabras claves: Revisión; Odontología; Bioética; Inteligencia Artificial.

Abstract

Technology has greatly transformed the practice of dentistry, bringing innovations that improve diagnosis, treatment and patient management. The aim of this article is to analyze technological advances in modern dentistry and their ethical implications, using the fundamental principles of bioethics: autonomy, beneficence, nonmaleficence and justice. The aim is to provide a framework for responsible and equitable clinical practice, promoting an ethical integration of technologies in dentistry. The study is of a narrative type, based on the collection, analysis and critique of bibliographic data obtained from various academic platforms such as MEDLINE, Google Scholar, PubMed, Wiley, Lilacs and Scielo, in addition to journals, theses and books. The search also included the review of the bibliography referenced in the selected documents. The conclusion of the article highlights that the use of advanced technologies in dentistry represents an opportunity to transform dental care. However, it also requires an ethical commitment on the part of practitioners to ensure that these innovations benefit all patients. Integrating bioethical principles into daily practice is essential to ensure that new technologies respect patients' rights, promoting more accessible and equitable dental care.

Keywords: Review; Dentistry; Bioethics; Artificial Intelligence.

Resumo

A tecnologia transformou muito a prática da odontologia, trazendo inovações que melhoram o diagnóstico, o tratamento e o gerenciamento do paciente. O objetivo deste artigo é analisar os avanços tecnológicos na odontologia moderna e suas implicações éticas, usando os princípios fundamentais da bioética: autonomia, beneficência, não maleficência e justiça. O objetivo é fornecer uma estrutura para a prática clínica responsável e equitativa, promovendo uma integração ética das tecnologias na odontologia. O estudo é de natureza narrativa, baseado na coleta, análise e crítica de dados bibliográficos obtidos em diversas plataformas acadêmicas, como MEDLINE, Google Scholar, PubMed, Wiley, Lilacs e Scielo, além de periódicos, teses e livros. A pesquisa também incluiu a revisão da literatura referenciada nos documentos selecionados. A conclusão do artigo destaca que o uso de tecnologias avançadas em odontologia representa uma oportunidade para transformar o atendimento odontológico. Entretanto, também exige um compromisso ético dos profissionais para garantir que essas inovações beneficiem todos os pacientes. A integração dos princípios bioéticos na prática diária é fundamental para garantir que as novas tecnologias respeitem os direitos dos pacientes, promovendo um atendimento odontológico mais acessível e equitativo.

Palavras-chave: Revisão; Odontologia; Bioética; Inteligência Artificial.

1. Introducción

La incorporación de tecnología en odontología ha revolucionado la manera en que se diagnostican y tratan las patologías bucales. Desde sistemas de diseño asistido por computadora (CAD/CAM) hasta herramientas de Inteligencia Artificial (IA) para diagnósticos, estos avances han elevado los estándares de atención dental. No obstante, junto con estos beneficios, surgen preocupaciones éticas que exigen un análisis detallado.

La bioética, como disciplina, examina los dilemas morales en las ciencias de la vida y la atención sanitaria, ofreciendo un marco valioso para abordar estas preocupaciones. El objetivo de este artículo es examinar cómo los principios bioéticos pueden guiar la adopción responsable de tecnologías en odontología, asegurando que su implementación sea equitativa, segura y centrada en el paciente.

2. Materiales y Métodos

El estudio realizado es de carácter cualitativo (Pereira et al., 2018) y del tipo revisión narrativa (Rother, 2007; Casarin et al., 2020), basado en la recolección, análisis, crítica e interpretación de datos bibliográficos, búsqueda mediante de literatura, en idioma inglés y español, en las plataformas de MEDLINE, Google Scholar, a través de PubMed, Wiley, Lilacs, Scielo, además de revistas, tesis y libros, la búsqueda se recopila con la lectura y seguimiento de bibliografía referenciada en los documentos seleccionados. Se utilizarán las siguientes palabras clave: revisión, odontología, bioética, inteligencia artificial.

3. Revisión de la Literatura

Avances tecnológicos en odontología

Impresiones digitales y modelado 3D

Los escáneres intraorales y el modelado 3D han redefinido el proceso de impresión dental. Estas herramientas no solo aumentan la precisión, sino que también mejoran la experiencia del paciente al suprimir el uso de materiales de impresión convencionales. Además, el modelado 3D posibilita la planificación de tratamientos con mayor exactitud, reduciendo errores y optimizando resultados (Mangano et al., 2018).

Inteligencia artificial en diagnóstico y tratamiento

La aparición de la inteligencia artificial (IA) en la atención médica ha sido un elemento innovador, ya que ha mejorado considerablemente la investigación y los resultados a través de diagnósticos más precisos y tratamientos personalizados. La odontología también está experimentando un apogeo en soluciones basadas en IA (Duggal & Tripathi, 2024).

La IA se considera como una gran herramienta para el diagnóstico de enfermedades bucales como caries, patologías periodontales y lesiones malignas. Al disponer de sistemas de aprendizaje automático, permiten el análisis de grandes volúmenes de datos para identificar patrones, garantizando diagnósticos más rápidos y precisos (“Convolutional Neural Networks for Dental Image Diagnostics: A Scoping Review,” 2019).

Ortodoncia digital

Los alineadores transparentes diseñados digitalmente representan una de las innovaciones más relevantes en el área ortodóntica. Este enfoque posibilita personalizar los tratamientos con base en simulaciones virtuales, mejorando tanto la eficacia como la comodidad del paciente (Kravitz et al., 2009).

Radiología digital y tomografía computarizada

La radiología digital ha disminuído la exposición a la radiación mientras aumenta la calidad de las imágenes diagnósticas. Por otro lado, la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) ofrece imágenes tridimensionales que son esenciales para la planificación de implantes y cirugías complejas (Wenzel, 1998).

Sistemas CAD/CAM

Los sistemas CAD/CAM han revolucionado la fabricación de restauraciones dentales. Estas herramientas ayudan a la creación de coronas, puentes y prótesis con alta exactitud y en el menor tiempo posible, optimizando tanto la práctica clínica como la satisfacción del paciente (Mörmann, 2006).

Retos éticos en la odontología: la revolución tecnológica actual

Consentimiento informado

Previo a incorporar cualquier tecnología en la consulta odontológica, es imprescindible disponer de un consentimiento informado. Los pacientes tienen derecho a estar totalmente informados sobre el uso de la tecnología de IA, que debe efectuarse únicamente si existe una evaluación propicia de los beneficios y los riesgos, es decir, si sus beneficios superan los riesgos que implica. De forma simultánea, los riesgos deben ser justificables cuando se considera el valor social y científico de la tecnología de IA. Si un usuario experimenta un evento adverso como resultado del uso de la tecnología, debe tener derecho a una indemnización (Duggal & Tripathi, 2024).

Privacidad y seguridad de los datos

Las tecnologías de inteligencia artificial deben desarrollarse de manera que se reduzcan los efectos y los resultados no deseados. Los datos se deben anonimizar por completo y desconectarse de la tecnología mundial antes de su uso definitivo. Deben tomarse todas las medidas posibles para proteger a los pacientes de la estigmatización o la discriminación por su condición médica (Duggal & Tripathi, 2024).

Transparencia y rendición de cuentas

Reddy et al. propusieron el “Modelo de gobernanza para la inteligencia artificial (IA) en la atención de la salud”, en el que se sugiere establecer un panel de gobernanza de datos (constituido por los desarrolladores de IA) que incluya representantes de pacientes y grupos objetivo, expertos clínicos y personas con gran experiencia en IA, ética y legal. Este panel tendrá el deber de revisar los datos de entrenamiento y asegurar de que haya datos suficientes, adecuados y representativos para sustentar los resultados necesarios del modelo.(Reddy et al., 2020).

Implicaciones éticas del uso de la tecnología

Autonomía del paciente

La autonomía del paciente constituye uno de los pilares fundamentales de la bioética. En el marco de la utilización de tecnologías avanzadas, resulta esencial asegurar que los pacientes comprendan de manera completa los beneficios, riesgos y alternativas asociados a los tratamientos. Esto implica proporcionar información clara, objetiva y sustentada en evidencia durante el proceso de consentimiento informado. Asimismo, es crucial identificar y abordar posibles barreras culturales, idiomáticas y educativas que puedan dificultar la comprensión, ajustando la comunicación para responder a las necesidades específicas de cada individuo (Beauchamp & Childress, 2013; Mörmann, 2006; Kemparaj et al., 2018; Sudhakar & Chandrashekar, 2008).

Beneficencia y no maleficencia

Los principios de beneficencia y no maleficencia obligan a los odontólogos a optimizar los beneficios que las tecnologías pueden ofrecer a sus pacientes, al tiempo que minimizan los riesgos asociados. Esto requiere una evaluación meticulosa de la evidencia científica disponible antes de integrar nuevas herramientas en la práctica clínica. Además, resulta fundamental asegurar que los profesionales cuenten con la formación adecuada para el manejo de estas tecnologías, ya que su uso inapropiado podría ocasionar daños involuntarios. Por ejemplo, una interpretación errónea de imágenes obtenidas mediante tomografía computarizada podría derivar en diagnósticos incorrectos o en la aplicación de tratamientos inadecuados. (Beauchamp & Childress, 2013; ADA, 2018).

Justicia

La justicia en la aplicación de tecnologías odontológicas se fundamenta en la distribución equitativa y justa de recursos. Sin embargo, en numerosas regiones, los costos asociados con estas tecnologías restringen su disponibilidad para las poblaciones más vulnerables, lo que agrava las desigualdades en la atención dental. Por ello, es imprescindible que los odontólogos y las instituciones aboguen por la implementación de políticas que fomenten la inclusión y aseguren que los beneficios de estas innovaciones sean accesibles para todos, independientemente de su situación socioeconómica (Sudhakar & Chandrashekar, 2008).

Privacidad y manejo de datos

La gestión de datos digitales en odontología genera importantes preocupaciones éticas, particularmente en relación con la privacidad y la seguridad de la información del paciente. Tecnologías como los sistemas de gestión de historias clínicas electrónicas y las plataformas basadas en la nube exigen el cumplimiento riguroso de normativas de protección de datos, como el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) en Europa. Asimismo, es fundamental que los profesionales actúen con transparencia respecto a la recolección, almacenamiento y uso de los datos del paciente, asegurando que se obtenga su consentimiento informado previo para cualquier aplicación de esta información (*General Data Protection Regulation (GDPR) – Legal Text*, n.d.).

Impacto en la relación odontólogo-paciente

El empleo de tecnologías avanzadas en odontología tiene un impacto directo en la relación entre el odontólogo y el paciente. Por un lado, estas herramientas pueden fortalecer la confianza del paciente al permitir diagnósticos más precisos y tratamientos adaptados a sus necesidades individuales. Por otro lado, existe el riesgo de que una dependencia excesiva de la tecnología limite la interacción humana, lo que podría afectar negativamente la percepción de la calidad de la atención. Por

ello, es crucial que los odontólogos logren un equilibrio adecuado, integrando la tecnología como un apoyo, sin reemplazar la atención personalizada (Beauchamp & Childress, 2013; Gracia, 2007).

4. Discusión

La integración de tecnologías avanzadas en la odontología plantea preguntas indispensables sobre cómo equilibrar la innovación con la responsabilidad ética. Si bien las herramientas actuales brindan oportunidades únicas para mejorar la calidad de la atención, también pueden acentuar las desigualdades existentes en la accesibilidad a los servicios de salud. Asimismo, el uso de tecnologías como la IA requiere una supervisión estricta para evitar sesgos en los algoritmos que puedan comprometer la equidad en la atención (Beauchamp & Childress, 2013; “Convolutional Neural Networks for Dental Image Diagnostics: A Scoping Review,” 2019).

Un aspecto crítico es la capacitación ética y técnica de los profesionales. La falta de preparación adecuada puede llevar al uso incorrecto de tecnologías, poniendo en riesgo la seguridad y el bienestar del paciente. Al mismo tiempo, los costos elevados relacionados con muchas de estas innovaciones plantean interrogantes sobre la sostenibilidad y la igualdad en su implementación (Gracia, 2007).

La bioética debe desempeñar un papel central en la regulación y guía del uso de tecnologías en odontología. Esto integra el desarrollo de políticas que promuevan la equidad, la transparencia y la seguridad en el manejo de herramientas avanzadas. Adicionalmente, la colaboración interdisciplinaria entre bioeticistas, tecnólogos y clínicos es de gran relevancia para abordar los dilemas éticos que surgen de manera integral (ADA, 2018; Beauchamp & Childress, 2013; Gracia, 2007).

5. Conclusión

El uso de tecnologías avanzadas en la odontología representa una oportunidad para transformar la atención dental, pero también exige un compromiso ético por parte de los profesionales. Integrar principios bioéticos en la práctica diaria es esencial para garantizar que estas innovaciones beneficien a todos los pacientes y respeten sus derechos. Solo a través de un enfoque ético y responsable se podrá maximizar el potencial de la tecnología en la odontología.

Referencias

- ADA. (2018). *Principles of Ethics and Code of Professional Conduct*. American Dental Association.
- Beauchamp, T. L., & Childress, J. F. (2013). *Principles of Biomedical Ethics*. (7th ed.); Oxford University Press.
- Cavalcante, L. T. C & Oliveira, A. A. S (2020). Métodos de revisão bibliográfica nos estudos científicos. *Psicol. rev.* (Belo Horizonte) [online]. 2020, 26(1), 83-102. ISSN 1677-1168. https://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?pid=S1677-11682020000100006&script=sci_abstract
- Convolutional neural networks for dental image diagnostics: A scoping review. (2019). *Journal of Dentistry*, 91, 103226.
- Duggal, I., & Tripathi, T. (2024). Ethical principles in dental healthcare: Relevance in the current technological era of artificial intelligence. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, 14(3), 317–321.
- General Data Protection Regulation (GDPR) – Legal Text. (n.d.). General Data Protection Regulation (GDPR). Retrieved January 2, 2025, from <https://gdpr-info.eu/>
- Gracia, D. (2007). *Fundamentos de bioética* (2a ed). Madrid: Triacastela (Ed.).
- Kemparaj, V. M., Panchmal, G. S., & Kadalur, U. G. (2018). The Top 10 Ethical Challenges in Dental Practice in Indian Scenario: Dentist Perspective. *Contemporary Clinical Dentistry*, 9(1), 97–104.
- Kravitz, N. D., Kusnoto, B., BeGole, E., Obrez, A., & Agran, B. (2009). How well does Invisalign work? A prospective clinical study evaluating the efficacy of tooth movement with Invisalign. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* : Official Publication of the American Association of Orthodontists, Its Constituent Societies, and the American Board of Orthodontics, 135(1), 27–35.
- Mangano, F. G., Hauschild, U., & Admakin, O. (2018). Full in-Office Guided Surgery with Open Selective Tooth-Supported Templates: A Prospective Clinical Study on 20 Patients. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(11). <https://doi.org/10.3390/ijerph15112361>

Mörmann, W. H. (2006). The evolution of the CEREC system. *Journal of the American Dental Association* (1939), 137 Suppl, 7S – 13S.

Pereira AS et al. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [libro electrónico gratuito]. Editora UAB/NTE/UFSM

Reddy, S., Allan, S., Coghlan, S., & Cooper, P. (2020). A governance model for the application of AI in health care. *Journal of the American Medical Informatics Association : JAMIA*, 27(3), 491–497.

Rother, ET (2007). Revisão sistemática x revisão narrativa. *Acta Paul. Enferm.* 20 (2). <https://doi.org/10.1590/S0103-21002007000200001> .

Sudhakar V, Chandrashekar J. (2008). Dental health care waste disposal among private dental practices in Bangalore City, India. *Int Dent J.* 2008; 58, 51–4. doi: 10.1111/j.1875-595x.2008.tb00176.x.

Wenzel, A. (1998). Digital radiography and caries diagnosis. *Dento Maxillo Facial Radiology*, 27(1), 3–11.