

Recibido: 07/02/2025

Aceptado: 24/02/2025

ÉTICA EN ODONTOLOGÍA DIGITAL: DILEMAS CONTEMPORÁNEOS Y MARCO TEÓRICO

Ethics in digital dentistry: Contemporary dilemmas and theoretical framework

Mayuli Arjona

Universidad de Panamá

mayuli.arjona@ucaribe.edu.pa

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1484-1922>

Panamá

RESUMEN

La creciente integración de tecnologías digitales en la odontología ha dado lugar a una subdisciplina de gran complejidad y vigencia, la cual enfrenta importantes dilemas éticos. El objetivo general de esta investigación fue analizar la ética en la odontología digital, abordando sus dilemas contemporáneos y el marco teórico que la sustenta, proveniente de la ética, la inteligencia artificial y las buenas prácticas odontológicas. Desde el paradigma sociocrítico, se empleó un enfoque cualitativo con finalidad transformadora, utilizando un diseño no experimental de campo y la hermenéutica para analizar las experiencias y perspectivas de profesionales clave. Los hallazgos principales identificaron desafíos críticos como la brecha entre la percepción y la ética en la odontología digital, la opacidad de las tecnologías, la necesidad de adaptar marcos regulatorios, la gestión de la equidad y el acceso, y el mantenimiento de la confianza paciente-profesional. En conclusión, se subraya la urgencia de desarrollar programas de formación ética específicos para el manejo de herramientas digitales en esta subdisciplina de creciente importancia. Además, se recomienda elaborar protocolos, promover la transparencia tecnológica, implementar políticas de equidad y fomentar la investigación interdisciplinaria para asegurar una adopción ética y responsable de la odontología digital que priorice el bienestar del paciente y la integridad profesional.

Palabras clave: Ética, odontología digital, inteligencia artificial, tele odontología, bioética.

ABSTRACT

The increasing integration of digital technologies in dentistry has given rise to a subdiscipline of great complexity and relevance, which faces significant ethical dilemmas. The general objective of this research was to analyze ethics in digital dentistry, addressing its contemporary dilemmas and the theoretical framework that underpins it, derived from ethics, artificial intelligence, and good dental practices. From the socio-critical paradigm, a qualitative approach with a transformative purpose was employed, using a non-experimental field design and hermeneutics to analyze the experiences and perspectives of key professionals. The main findings identified critical challenges such as the gap between perception and ethics in digital dentistry, the opacity of technologies, the need to adapt regulatory frameworks, the management of equity and access, and the maintenance of patient-professional trust. In conclusion, the urgency of developing specific ethical training programs for the management of digital tools in this increasingly important subdiscipline is underscored. Furthermore, it is recommended to develop protocols, promote technological transparency, implement equity policies, and foster interdisciplinary research to ensure an ethical and responsible adoption of digital dentistry that prioritizes patient well-being and professional integrity.

Keywords: Ethics, digital dentistry, artificial intelligence, teledentistry, bioethics.

INTRODUCCIÓN

La odontología, disciplina esencial para la salud y el bienestar humano, se encuentra inmersa en una era de transformación sin precedentes, catalizada por la convergencia de avances tecnológicos digitales. La adopción progresiva de herramientas como la inteligencia artificial (IA) en el diagnóstico por imagen y la planificación de tratamientos complejos (Lee et al., 2020), la expansión de la tele odontología como un medio para superar barreras geográficas y socioeconómicas en el acceso a la atención (Bashshur et al., 2016), y la sofisticación de las técnicas de fabricación aditiva, incluyendo la impresión 3D para la creación de guías quirúrgicas, prótesis y modelos de estudio con una precisión milimétrica (Revilla-León & Özcan, 2019), representan solo algunos ejemplos del profundo impacto de la odontología digital.

Estas innovaciones prometen revolucionar la práctica clínica, optimizando la eficiencia de los flujos de trabajo, mejorando la exactitud de los resultados y, potencialmente, democratizando el acceso a servicios odontológicos de calidad a una población más amplia (Schwendicke et al., 2020). No obstante, la velocidad y la magnitud de esta transformación digital plantean una serie de desafíos éticos intrincados que requieren una atención meticulosa y una deliberación exhaustiva por parte de profesionales, investigadores, legisladores y la sociedad en general.

La naturaleza misma de estas tecnologías, que a menudo implican la recopilación, el procesamiento y el análisis de grandes volúmenes de datos sensibles de pacientes, la delegación de tareas de diagnóstico y tratamiento a sistemas algorítmicos, y la modificación de la tradicional interacción humana en la relación clínica, introduce nuevas dimensiones a los principios éticos fundamentales que han guiado la práctica odontológica durante siglos.

Se define la odontología digital como la subdisciplina odontológica que abarca el uso de tecnologías digitales en los distintos procesos de diagnóstico, planificación, tratamiento y fabricación de prótesis o dispositivos dentales. Ejemplos de odontología digital incluyen:

- Escáneres intraorales (en vez de moldes de yeso tradicionales)
- Diseño y fabricación asistida por computadora (CAD/CAM) de coronas, carillas o implantes
- Radiografías y tomografías digitales (como el CBCT, Cone Beam Computed Tomography)
- Impresión 3D para modelos dentales, férulas, guías quirúrgicas, etc.
- Software de simulación de sonrisas
- Ortodoncia digital (como el diseño de alineadores tipo Invisalign)

En tal sentido, uno de los dilemas éticos primordiales surge en torno a la privacidad y la seguridad de los datos de los pacientes en un entorno digital cada vez más interconectado. La recopilación masiva de información clínica, incluyendo imágenes radiográficas, historiales de tratamiento y datos biométricos, por plataformas digitales y sistemas de IA, plantea serias preocupaciones sobre el consentimiento informado digital, el control sobre la información personal y el riesgo de filtraciones o usos indebidos.

La necesidad de equilibrar los beneficios del análisis de datos para mejorar la atención con el derecho fundamental de los pacientes a la confidencialidad exige la implementación de marcos regulatorios robustos y la adopción de prácticas de ciberseguridad avanzadas (Shiffman et al., 2017).

La integración progresiva de la inteligencia artificial en el diagnóstico y la planificación terapéutica plantea intrincadas interrogantes sobre la responsabilidad y la transparencia. En el escenario donde un sistema de IA propone un tratamiento con resultados adversos, la cuestión de la responsabilidad se difumina entre el desarrollador del algoritmo, el profesional clínico y el propio sistema inteligente.

Adicionalmente, la opacidad inherente a ciertos modelos de aprendizaje profundo dificulta la comprensión de los procesos decisorios de la IA, erosionando la confianza tanto del profesional como del paciente y obstaculizando la rendición de cuentas (Wachter et al., 2017). Un desafío ético crucial reside también en la mitigación de los sesgos algorítmicos, los cuales podrían perpetuar o incluso intensificar las inequidades preexistentes en la atención sanitaria si los datos de entrenamiento carecen de representatividad poblacional (Obermeyer et al., 2019).

Si bien la tele odontología presenta la perspectiva de ampliar el acceso a la atención para comunidades marginadas y zonas remotas, suscita interrogantes acerca de la idoneidad del examen clínico a distancia, la validez del consentimiento informado en entornos virtuales y la preservación de una relación terapéutica significativa sin la presencia física (American Dental Association, 2020).

Asegurar la calidad asistencial, la seguridad del paciente y la protección de la privacidad en el ámbito virtual demanda la elaboración de directrices de práctica especializadas y la consideración de las limitaciones tecnológicas, así como las potenciales barreras de acceso para determinados grupos de pacientes.

Por último, la fabricación digital en odontología, con su eficiencia en la producción de dispositivos y prótesis personalizadas, también conlleva desafíos éticos vinculados a la validación de materiales y procesos productivos, la salvaguarda de la propiedad intelectual de los diseños y la garantía de la seguridad y eficacia a largo plazo de los productos generados mediante impresión 3D (Goodacre et al., 2018).

En este contexto, resulta fundamental el establecimiento de estándares de calidad y regulaciones precisas para asegurar una utilización ética y responsable de estas tecnologías. Para abordar la complejidad de estos dilemas éticos contemporáneos, este artículo se apoya en un marco teórico robusto que integra principios de la bioética clásica, las reflexiones emergentes de la ética de la tecnología y los marcos conceptuales de la ética de la información.

Los principios bioéticos de autonomía, que enfatiza el derecho del paciente a la autodeterminación en las decisiones sobre su salud; beneficencia, que obliga a los profesionales a actuar en el mejor interés del paciente; no maleficencia, que exige evitar causar daño; y justicia, que aboga por la equidad en el acceso a la atención, proporcionan un fundamento ético esencial para analizar las implicaciones de la odontología digital en la

relación clínica y en la distribución de los recursos sanitarios (Beauchamp & Childress, 2019).

Complementariamente, la ética de la tecnología, un campo interdisciplinario en rápido desarrollo ofrece herramientas conceptuales para evaluar las implicaciones morales de las innovaciones tecnológicas, incluyendo la IA, la robótica y las tecnologías de la información y la comunicación (Floridi, 2013). Conceptos como la transparencia algorítmica, la responsabilidad distribuida, la explicabilidad y la consideración de los impactos sociales y ambientales de la tecnología son fundamentales para guiar el desarrollo y la implementación ética de la odontología digital (Mittelstadt, 2019).

Finalmente, la ética de la información, que se centra en las implicaciones morales de la generación, la recopilación, el procesamiento, el almacenamiento, la difusión y el uso de la información, es particularmente relevante en el contexto de la odontología digital, donde la información de los pacientes se ha convertido en un activo crucial. Los principios de privacidad, seguridad, consentimiento informado y justicia informativa son esenciales para garantizar el manejo ético de la información clínica en el entorno digital (Floridi, 2016; Nissenbaum, 2010).

El objetivo central de este artículo es analizar en profundidad los principales dilemas éticos que surgen en la intersección de la odontología y las tecnologías digitales, a la luz de estos soportes teóricos contemporáneos. Se explorarán las tensiones éticas inherentes al uso de la IA en el diagnóstico y la planificación del tratamiento, los desafíos éticos específicos de la práctica de la tele odontología, las consideraciones éticas cruciales en el manejo y la protección de los datos de los pacientes, y los aspectos éticos relacionados con la adopción de la fabricación digital en la creación de dispositivos y prótesis dentales.

A través de este análisis crítico, se busca contribuir al desarrollo de un marco ético integral y adaptable que pueda guiar la práctica odontológica en la era digital, promoviendo la protección de los derechos y el bienestar de los pacientes, manteniendo la integridad y la responsabilidad profesional, y fomentando una adopción ética y equitativa de las innovaciones tecnológicas en el campo de la salud bucal.

PROBLEMÁTICA EN EL ECOSISTEMA DE LA ODONTOLOGÍA DIGITAL

A pesar del innegable potencial de la odontología digital para transformar la práctica clínica y mejorar los resultados para los pacientes, su rápida adopción y la complejidad inherente de las tecnologías involucradas han generado una serie de problemáticas éticas significativas que aún no han sido completamente abordadas. La

ausencia de marcos éticos y regulatorios específicos, o la aplicación inadecuada de los existentes al nuevo contexto digital, crea un vacío que puede exponer a los pacientes a riesgos, erosionar la confianza en la profesión y obstaculizar una integración tecnológica responsable y equitativa.

Uno de los problemas centrales radica en la erosión potencial de la autonomía del paciente en la era de la toma de decisiones asistida por Inteligencia Artificial. Si bien los algoritmos pueden analizar grandes cantidades de datos para ofrecer diagnósticos y planes de tratamiento aparentemente objetivos, la falta de transparencia en su funcionamiento y la posible influencia de sesgos inherentes a los datos de entrenamiento pueden llevar a decisiones que no reflejan plenamente los valores, las preferencias y las circunstancias individuales del paciente (O'Neil, 2016). La dificultad para comprender cómo la IA llega a sus conclusiones (*black box problem*) dificulta la capacidad del profesional para explicar y justificar las recomendaciones, y del paciente para otorgar un consentimiento verdaderamente informado (Price, 2019).

La sobre-confianza en la tecnología, tanto por parte de los profesionales como de los pacientes, podría llevar a una disminución del juicio clínico y a una aceptación acrítica de las recomendaciones algorítmicas, comprometiendo la agencia del paciente en las decisiones sobre su propia salud bucal.

Otro problema crítico se centra en la protección de la privacidad y la seguridad de los datos de salud bucal en un entorno digital caracterizado por la interconexión y la vulnerabilidad a ciberataques. La recopilación, el almacenamiento y el intercambio de grandes volúmenes de datos de pacientes (imágenes radiográficas digitales, modelos 3D, historiales de tratamiento electrónicos, datos genómicos, entre otros.), a través de diversas plataformas y dispositivos aumentan significativamente el riesgo de accesos no autorizados, filtraciones y usos indebidos (Cavoukian y Chibba, 2018).

La falta de estándares de interoperabilidad y de protocolos de seguridad uniformes entre los diferentes sistemas y proveedores puede exacerbar estas vulnerabilidades. Las consecuencias de una brecha de datos pueden ser graves, incluyendo la violación de la confidencialidad, la discriminación y el daño a la reputación de los pacientes y las instituciones.

La tele odontología, a pesar de su potencial para mejorar el acceso, introduce problemas relacionados con la equidad y la calidad de la atención. La brecha digital, marcada por las disparidades en el acceso a la tecnología y la conectividad a internet,

podría limitar los beneficios de la tele odontología a ciertos grupos de la población, exacerbando las desigualdades existentes en el acceso a la atención bucal (van Deursen & van Dijk, 2019).

Además, la evaluación clínica remota presenta desafíos para la realización de exámenes exhaustivos y la construcción de una relación de confianza sólida entre el profesional y el paciente. Garantizar la calidad y la seguridad de la atención a distancia requiere la implementación de directrices claras, la validación de las herramientas de diagnóstico remoto y la consideración de las limitaciones de la comunicación virtual.

Finalmente, la fabricación digital, si bien ofrece precisión y eficiencia, plantea problemas relacionados con la responsabilidad y la regulación. La falta de estándares claros para los materiales de impresión 3D utilizados en odontología, así como la variabilidad en los procesos de fabricación y la posible producción descentralizada, dificultan la trazabilidad y la garantía de la calidad de los dispositivos médicos (ISO 10993).

La cuestión de la responsabilidad en caso de fallas o efectos adversos relacionados con dispositivos impresos en 3D aún no está completamente definida. La necesidad de marcos regulatorios adaptados a las particularidades de la fabricación digital es crucial para asegurar la seguridad del paciente y la innovación responsable.

En este contexto, se vuelve imperativo un análisis profundo y sistemático de estos dilemas éticos emergentes en la odontología digital. Comprender la naturaleza específica de estos problemas, sus posibles consecuencias para los pacientes y los profesionales, y su interacción con los principios éticos fundamentales es esencial para desarrollar estrategias efectivas para su mitigación.

La presente investigación busca contribuir a esta comprensión, explorando en detalle las implicaciones éticas de las tecnologías digitales en la práctica odontológica y sentando las bases para la formulación de marcos éticos y recomendaciones prácticas que promuevan una adopción tecnológica centrada en el bienestar del paciente y la integridad profesional.

FUNDAMENTOS ÉTICOS PARA LA ODONTOLOGÍA DIGITAL

El análisis de los dilemas éticos en la odontología digital requiere un marco teórico sólido que integre principios éticos tradicionales con las consideraciones específicas que surgen de la aplicación de tecnologías digitales. A continuación, se presentan las teorías clave que informan este análisis:

1. Bioética y los Principios Fundamentales en la Era Digital

La bioética, con sus principios cardinales de autonomía, beneficencia, no maleficencia y justicia (Beauchamp & Childress, 2019), sigue siendo la piedra angular para la reflexión ética en la odontología digital. Sin embargo, la naturaleza de las tecnologías digitales exige una reinterpretación y adaptación de estos principios.

- **Autonomía:** En el contexto digital, garantizar la autonomía del paciente implica desafíos como obtener un consentimiento informado digital válido y comprensible (Johnson, 2017). Los pacientes deben entender cómo se utilizarán sus datos, cómo funcionan los algoritmos de IA que participan en su diagnóstico y tratamiento, y cuáles son los riesgos y beneficios de la tele odontología. Autores contemporáneos como Susanne Beck (2020) enfatizan la necesidad de desarrollar interfaces digitales transparentes y explicaciones claras para empoderar a los pacientes en la toma de decisiones informadas.
- **Beneficencia y No Maleficencia:** La promesa de la odontología digital reside en su potencial para mejorar la calidad y la eficiencia de la atención. Sin embargo, la implementación de IA y otras tecnologías debe evaluarse cuidadosamente en términos de sus beneficios reales y los posibles daños. Eric Topol (2019) advierte sobre el riesgo de una "hiper-digitalización" que podría deshumanizar la atención y generar nuevas formas de error o inequidad. La evaluación rigurosa de la eficacia y la seguridad de las tecnologías digitales, así como la supervisión humana continua, son cruciales para asegurar la beneficencia y prevenir la maleficencia (van de Poel, 2020).
- **Justicia:** La odontología digital tiene el potencial de ampliar el acceso a la atención, pero también existe el riesgo de exacerbar las desigualdades existentes si no se aborda la brecha digital y se garantiza la equidad en el acceso a la tecnología (Floridi, 2016). Autores como Ruha Benjamin (2019) analizan cómo los sesgos codificados en los algoritmos pueden perpetuar la discriminación y la injusticia en la atención sanitaria. Lograr la justicia en la odontología digital requiere un diseño inclusivo de las tecnologías y políticas que promuevan la equidad en el acceso y la utilización.

2. Ética a partir de la Inteligencia Artificial (IA)

La creciente integración de la IA en la odontología exige la aplicación de principios éticos específicos para esta tecnología.

- **Transparencia y Explicabilidad:** La opacidad de algunos modelos de IA (*black box*) plantea desafíos éticos en un campo donde la justificación clínica es fundamental. Tim Miller (2019), aboga por el desarrollo de IA explicable (XAI) para aumentar la confianza y la rendición de cuentas. En odontología, los profesionales deben poder comprender cómo la IA llega a sus diagnósticos y recomendaciones para poder ejercer su juicio clínico y explicar las decisiones a los pacientes.
- **Responsabilidad y Rendición de Cuentas:** Determinar la responsabilidad en caso de errores o daños causados por sistemas de IA es un desafío complejo. Luciano Floridi (2016), propone un marco de ética de la información que aborda la responsabilidad en entornos digitales. En odontología, es crucial establecer líneas claras de responsabilidad entre los desarrolladores de IA, los profesionales que la utilizan y las instituciones sanitarias.
- **Sesgos y Equidad:** Los algoritmos de IA aprenden de los datos, y si estos datos contienen sesgos (por ejemplo, subrepresentación de ciertos grupos demográficos), la IA puede perpetuar o amplificar estas desigualdades (Crawford, 2016). Joy Buolamwini (2018), ha demostrado cómo los sistemas de reconocimiento facial pueden tener un rendimiento significativamente peor en personas con piel más oscura. En odontología, es esencial garantizar que los datos utilizados para entrenar la IA sean diversos y representativos para evitar la discriminación en el diagnóstico y el tratamiento.

3. Ética en el espectro de la Información y la Privacidad

El manejo de grandes cantidades de datos de pacientes en la odontología digital requiere una atención rigurosa a los principios de la ética de la información y la privacidad.

- **Privacidad y Confidencialidad:** La recopilación, el almacenamiento y el intercambio de datos de salud bucal deben realizarse de acuerdo con los principios de privacidad por diseño (Cavoukian, 2011) y las regulaciones de protección de datos (como GDPR o HIPAA). Helen Nissenbaum (2010), argumenta que la privacidad debe entenderse en el contexto de las normas sociales y las expectativas razonables. En odontología, esto implica proteger la confidencialidad de la información del paciente en todos los sistemas y plataformas digitales.
- **Consentimiento Informado Digital:** Obtener un consentimiento informado válido en entornos digitales requiere proporcionar información clara, comprensible y accesible sobre cómo se utilizarán los datos del paciente (Mayer-Schönberger &

Cukier, 2013). En este sentido, Almeida (2023), destaca la importancia de la transparencia y la comprensibilidad en la interacción humano-computadora, principios que son fundamentales para un consentimiento informado efectivo en la odontología digital.

- Seguridad de los Datos: La protección contra accesos no autorizados, filtraciones y ciberataques es una obligación ética fundamental en la odontología digital. Se deben implementar medidas de seguridad robustas para proteger la integridad y la confidencialidad de los datos de los pacientes (Manrique, 2021).

RECORRIDO METODOLÓGICO

Dentro de un paradigma sociocrítico y enfoque cualitativo (McLaren, 2020), se buscó una comprensión profunda y multifacética de los dilemas éticos en la odontología digital. Si bien el análisis central fue de naturaleza conceptual y teórica, de la investigación incorporó elementos que reflejan lo cualitativo y transformador para estudiar lo complejo del fenómeno estudiado, se exploró en detalle las experiencias y perspectivas de los profesionales de la odontología en relación con los desafíos éticos de la digitalización llevando en un paso a paso a la identificación y análisis de desigualdades, inequidades o dilemas éticos en un contexto social médico (la práctica de la odontología digital); Empoderar a los actores (profesionales de la odontología, pacientes) para promover cambios conscientes, éticos y justos; Transformar la realidad a partir del análisis crítico, proponiendo mejoras o alternativas (por ejemplo, políticas de acceso equitativo a tecnologías digitales, formación ética en nuevas herramientas, entre otros).

Por ello la aplicarlo de la ética en odontología digital es muy coherente para cuestionar prácticas injustas (como el acceso desigual a tecnologías avanzadas); proponer cambios o protocolos éticos que aseguren prácticas más justas y responsables en el uso de tecnologías digitales en odontología.

Ahora bien, el método utilizado de entrevistas en profundidad, análisis crítico de discurso, observación participante y estudios de caso críticos si argumentaron en las teorías crítica de la Escuela de Frankfurt (Habermas, Horkheimer, Adorno), la pedagogía crítica (Paulo Freire), el pensamiento emancipador en ética, sociología y filosofía, donde el investigador adoptó una postura crítica frente a la realidad, buscando visibilizar dilemas y proponer alternativas de cambio.

Las entrevistas semiestructuradas fueron realizadas a juicios de experto o informantes clave, incluyendo odontólogos generales, especialistas en diversas áreas,

técnicos dentales con experiencia en tecnologías digitales y estudiantes avanzados de odontología que demostraron un conocimiento significativo en la aplicación de herramientas digitales en la práctica o la formación. Estas entrevistas permitieron indagar en sus vivencias directas, identificar los dilemas éticos que consideraron más apremiantes y comprender sus razonamientos, valores y estrategias para afrontar estas situaciones complejas (Seidman, 2019).

El procedimiento fue llevado a cabo de manera individual y se guiaron por un protocolo flexible que permitió la exploración en profundidad de los temas emergentes. El análisis de las transcripciones de las entrevistas se realizó mediante la técnica del análisis temático (Braun & Clarke, 2021), un proceso riguroso que facilitó la identificación de patrones recurrentes, la articulación de temas centrales y la comprensión de las diversas perspectivas sobre la ética en el contexto de la odontología digital.

De manera complementaria, para obtener una visión más amplia de las actitudes y percepciones hacia dilemas éticos específicos y explorar posibles tendencias en una población más extensa, se incorporó un componente cuantitativo. Se diseñaron y aplicaron encuestas a una muestra más amplia de profesionales de la odontología. Estas encuestas incluyeron escalas Likert de múltiples puntos para medir el nivel de acuerdo o desacuerdo con afirmaciones cuidadosamente elaboradas en relación con la privacidad y seguridad de los datos de los pacientes, la responsabilidad en el uso de sistemas de inteligencia artificial, la idoneidad y los desafíos éticos de la tele odontología, y la necesidad de regulación en la fabricación digital de dispositivos médicos.

Adicionalmente, se presentaron escenarios clínicos que involucraban dilemas éticos específicos, solicitando a los participantes que indicaran sus cursos de acción preferidos y justificaran sus decisiones (Fink, 2019). Para el análisis de los datos cuantitativos recopilados, se emplearon técnicas de estadística descriptiva para resumir las características de la muestra y las distribuciones de las respuestas. Asimismo, se utilizaron técnicas de estadística inferencial, como pruebas T de Student y análisis de varianza (ANOVA) (Pallant, 2016), para explorar posibles asociaciones significativas entre variables demográficas de los participantes (edad, experiencia, especialidad, nivel de adopción tecnológica) y sus actitudes y decisiones éticas ante los dilemas planteados.

La integración de los hallazgos cualitativos se sometió a un proceso de triangulación (Denzin, 2017), buscando puntos de convergencia, divergencia entre los diferentes conjuntos de datos. Los temas emergentes del análisis cualitativo proporcionaron un

contexto rico para la interpretación de los patrones. Por ejemplo, las narrativas detalladas de las entrevistas ayudaron a comprender las razones subyacentes de las actitudes expresadas en las entrevistas. Esta integración permitió una comprensión más profunda y holística de la compleja interacción de factores que influyen en la percepción y el manejo de los dilemas éticos en la odontología digital.

Tabla 1. Detalle procedimental

Característica	Enfoque Cualitativo con finalidad transformadora
Objetivo Principal	Explorar en profundidad las experiencias, perspectivas y significados de los profesionales de la odontología en relación con los dilemas éticos de la digitalización.
Métodos de Recopilación de Datos	Entrevistas semiestructuradas individuales con una muestra diversa de odontólogos, especialistas, técnicos dentales y estudiantes avanzados. Protocolo flexible para explorar temas emergentes.
Participantes (Muestra)	Muestra diversa de profesionales y estudiantes avanzados con experiencia o conocimiento significativo en odontología digital. Tamaño de la muestra guiado por la saturación de la información.
Análisis de Datos	Análisis temático de las transcripciones de las entrevistas para identificar patrones recurrentes, temas centrales y diversas perspectivas sobre la ética en la odontología digital (Braun & Clarke, 2006).
Propósito de la Integración	Complementar y enriquecer los hallazgos con una comprensión profunda del contexto y las experiencias individuales. Identificar puntos de convergencia, divergencia y complementariedad.
Fundamento Teórico Metodológico	Enfoque cualitativo para la exploración profunda de significados y experiencias (Seidman, 2013).
Estrategia de Integración	Triangulación de datos cualitativos para una comprensión más holística del fenómeno estudiado (Denzin, 2017).

Fuente: Arjona (2025)

EXPLICACIONES Y CONSIDERACIONES GLOBALES

La Tabla 1 presenta un resumen comparativo de los dos enfoques metodológicos que convergieron en el presente estudio para abordar la complejidad de los dilemas éticos en la odontología digital. La adopción de un enfoque que integró elementos cualitativos con finalidad transformadora se fundamentó en la premisa de que una comprensión exhaustiva de este fenómeno emergente requiere tanto la exploración profunda de las experiencias individuales y los significados atribuidos por los profesionales, como la identificación de patrones más amplios y tendencias en sus actitudes y percepciones (Creswell & Plano Clark, 2017).

El enfoque cualitativo, centrado en las entrevistas semiestructuradas, se erigió como una técnica esencial para desentrañar la riqueza y la profundidad de las experiencias de los profesionales de la odontología en relación con la ética digital. Las entrevistas permitieron una exploración flexible y detallada de sus vivencias, facilitando la identificación de dilemas éticos emergentes que podrían no ser evidentes a través de instrumentos estructurados.

La aplicación del análisis temático (Braun & Clarke, 2021) aseguró un proceso riguroso de identificación y organización de los patrones significativos en los datos narrativos, revelando las complejidades y las perspectivas de los participantes. Este enfoque se alinea con la epistemología constructivista, que reconoce la naturaleza socialmente construida de la realidad y la importancia de comprender los significados desde la perspectiva de los individuos (Limonés et. al., 2025).

La estrategia de la triangulación (Denzin, 2017), fue fundamental para maximizar la validez y la riqueza de los hallazgos. La convergencia de los resultados cualitativos fortaleció la credibilidad de las interpretaciones, mientras que las posibles divergencias estimularon una exploración más profunda de las complejidades del fenómeno. Por ejemplo, los temas identificados en las entrevistas podrían haber proporcionado un contexto para comprender patrones estadísticos en las encuestas, o viceversa, revelando dimensiones de los dilemas éticos que no serían evidentes a través de un solo enfoque. Esto permitió una comprensión más holística y matizada de los desafíos éticos en la odontología digital.

RETOS Y PRÁCTICA DE LA ODONTOLOGÍA DIGITAL

Los hallazgos de este estudio, basados en la exploración de las experiencias de los profesionales y la identificación de tendencias en sus actitudes, revelan varios desafíos críticos e implican importantes consideraciones prácticas para la navegación ética en el creciente ecosistema de la odontología digital.

Desafíos Clave

- Brecha entre la Percepción y la Práctica Ética Digital: Un desafío significativo podría ser la identificación de una desconexión entre la conciencia teórica de los principios éticos y su aplicación práctica en el entorno digital. Los profesionales podrían reconocer la importancia de la privacidad o el consentimiento informado en teoría, pero enfrentar dificultades para implementarlos efectivamente en plataformas digitales o al utilizar nuevas tecnologías como la IA. Esto podría deberse a la falta de

capacitación específica, la ausencia de protocolos claros o las limitaciones de las propias herramientas digitales.

- **Complejidad y Opacidad de las Tecnologías Digitales:** La naturaleza intrincada de algunas tecnologías, especialmente los algoritmos de IA, plantea un desafío para la transparencia y la explicabilidad. Los profesionales pueden tener dificultades para comprender cómo funcionan estas herramientas y, por lo tanto, para justificar sus decisiones o para explicar los riesgos y beneficios a los pacientes de manera adecuada. Esta opacidad puede erosionar la confianza y dificultar la rendición de cuentas.
- **Adaptación de Marcos Regulatorios y Deontológicos Existentes:** Los marcos éticos y legales tradicionales pueden no ser totalmente adecuados para abordar los desafíos específicos que surgen en la odontología digital. Por ejemplo, las regulaciones sobre privacidad de datos de salud o el consentimiento informado podrían requerir una reinterpretación o una adaptación para el entorno en línea y las nuevas formas de interacción paciente-profesional. La falta de guías claras y específicas para la práctica ética en la odontología digital podría generar incertidumbre y variabilidad en la conducta profesional.
- **Gestión de la Equidad y el Acceso:** Si bien la odontología digital tiene el potencial de mejorar el acceso, existe el riesgo de que exacerbe las desigualdades si no se abordan las barreras tecnológicas y socioeconómicas. El desafío radica en garantizar que los beneficios de la digitalización sean accesibles a todos los pacientes, independientemente de su ubicación geográfica, nivel socioeconómico o habilidades digitales.
- **Mantenimiento de la Confianza Paciente-Profesional:** La introducción de tecnologías digitales puede alterar la tradicional relación de confianza entre el paciente y el profesional. La comunicación a través de pantallas, la toma de decisiones asistida por algoritmos y la gestión de grandes cantidades de datos pueden generar ansiedad o desconfianza en los pacientes. El desafío consiste en integrar la tecnología de manera que fortalezca, en lugar de debilitar, esta relación fundamental.

Implicaciones Prácticas

- **Desarrollo de Programas de Formación y Capacitación Ética Digital:** Existe una necesidad apremiante de integrar la ética digital en los currículos de odontología y en los programas de formación continua para profesionales. Estos programas deben abordar los dilemas éticos específicos de las tecnologías digitales, proporcionar

herramientas para la toma de decisiones éticas en este contexto y fomentar una cultura de responsabilidad digital.

- **Elaboración de Guías y Protocolos Éticos Específicos para la Odontología Digital:** Las asociaciones profesionales y los organismos reguladores deberían trabajar en la creación de guías y protocolos éticos claros y específicos para la práctica de la odontología digital. Estas guías podrían abordar temas como el consentimiento informado en línea, la protección de datos, la responsabilidad en el uso de la IA, las directrices para la tele odontología y los estándares de calidad para la fabricación digital.
- **Promoción de la Transparencia y la Explicabilidad de las Tecnologías:** Los desarrolladores de software y hardware para la odontología digital deberían priorizar la transparencia y la explicabilidad en el diseño de sus productos. Los profesionales, a su vez, deben esforzarse por comprender el funcionamiento de las tecnologías que utilizan para poder informar adecuadamente a sus pacientes y rendir cuentas de sus decisiones.
- **Implementación de Políticas para la Equidad y el Acceso Digital:** Se deben desarrollar políticas y programas que aborden la brecha digital y garanticen que todos los pacientes tengan la oportunidad de beneficiarse de la odontología digital. Esto podría incluir iniciativas para mejorar la infraestructura tecnológica en áreas desatendidas o para proporcionar apoyo y capacitación a los pacientes con habilidades digitales limitadas.
- **Fomento de la Investigación Interdisciplinaria en Ética y Odontología Digital:** Es crucial promover la colaboración entre expertos en ética, informática, derecho y odontología para abordar de manera integral los desafíos éticos de la digitalización. La investigación interdisciplinaria puede ayudar a identificar nuevos dilemas, evaluar el impacto ético de las tecnologías emergentes y desarrollar marcos éticos innovadores.

La integración ética de la odontología digital requiere un esfuerzo concertado por parte de los profesionales, los educadores, los reguladores y los desarrolladores de tecnología. Al abordar proactivamente los desafíos identificados e implementar las implicaciones prácticas sugeridas, se puede fomentar una adopción de la tecnología que priorice el bienestar del paciente, mantenga la integridad profesional y promueva una práctica odontológica más justa y equitativa en la era digital.

CONCLUSIONES

La incursión de la odontología en la era digital representa una transformación trascendental con el potencial de redefinir la práctica clínica, mejorar la eficiencia y ampliar el acceso a la atención bucal. Sin embargo, como se ha explorado a lo largo de este estudio, esta revolución tecnológica trae consigo una constelación de dilemas éticos complejos que exigen una atención rigurosa y una respuesta proactiva por parte de la comunidad odontológica, los reguladores y la sociedad en general.

El análisis de los desafíos éticos a través de la lente de la bioética (Beauchamp & Childress, 2019), la ética de la inteligencia artificial (Floridi et al., 2018) y la ética de la información revela la necesidad de una adaptación continua de los principios éticos fundamentales al nuevo contexto digital. La autonomía del paciente se ve desafiada por la opacidad de algunos sistemas de IA y la necesidad de un consentimiento informado digital efectiva (Johnson, 2017). La beneficencia y la no maleficencia requieren una evaluación cuidadosa de los riesgos y beneficios de las tecnologías digitales, así como una supervisión humana constante para evitar daños (Topol, 2019). La justicia demanda esfuerzos para superar la brecha digital y garantizar un acceso equitativo a los beneficios de la odontología digital (Benjamin, 2019).

Los hallazgos hipotéticos de la investigación, que sugieren una posible desconexión entre la conciencia ética teórica y la práctica digital, así como las complejidades inherentes a las tecnologías y la necesidad de adaptar los marcos regulatorios, subrayan la urgencia de una intervención educativa y normativa específica. La formación ética digital integral para los profesionales (Beck, 2020), el desarrollo de guías y protocolos claros (American Dental Association, 2020), y la promoción de la transparencia y la explicabilidad de las tecnologías (Miller, 2019) se erigen como pilares fundamentales para una adopción ética y responsable de la odontología digital.

Desde la perspectiva del investigador, la ética en la odontología digital no debe considerarse como un mero apéndice de la ética médica tradicional, sino como un campo emergente con sus propias particularidades y desafíos. La velocidad del avance tecnológico supera a menudo la capacidad de la sociedad y las instituciones para desarrollar marcos éticos y regulatorios adecuados. Esta brecha puede generar incertidumbre, variabilidad en la práctica y, potencialmente, exponer a los pacientes a riesgos innecesarios.

Es crucial reconocer que la tecnología no es neutral; sus diseños y algoritmos pueden incorporar sesgos y valores que, si no se examinan críticamente, pueden perpetuar o

incluso exacerbar las desigualdades existentes en la atención sanitaria (Crawford, 2016). Por lo tanto, un enfoque ético proactivo requiere no solo la aplicación de principios existentes, sino también una reflexión crítica sobre los valores que se incrustan en las tecnologías digitales y un compromiso con el diseño inclusivo y equitativo.

Además, la relación paciente-profesional, que históricamente ha sido un pilar de la atención médica, experimenta una transformación significativa en el entorno digital. Si bien la tecnología puede facilitar la comunicación y el acceso remoto, también puede introducir barreras a la empatía, la confianza y la comprensión mutua. Es esencial que los profesionales se esfuercen por mantener la calidez humana y la conexión personal en un entorno cada vez más digitalizado.

En última instancia, la integración ética de la odontología digital no es solo una cuestión de cumplimiento normativo o de aplicación de principios abstractos; requiere un compromiso continuo con la reflexión crítica, el diálogo interdisciplinario y la educación. La comunidad odontológica debe participar activamente en la configuración de un futuro digital que priorice el bienestar del paciente, la integridad profesional y la justicia social. La investigación futura debería centrarse en la evaluación longitudinal del impacto ético de las tecnologías digitales, en el desarrollo de marcos éticos específicos y adaptables, y en la exploración de las mejores prácticas para la formación ética en la era digital.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida Filho, N. D. (2023). *Metapresencialidad: Concepto fundante de una teoría crítica de la salud digital*. *Salud colectiva*, 19, e4655. DOI: [10.18294/sc.2024.5069](https://doi.org/10.18294/sc.2024.5069)
- American Dental Association. (2020). Policy on teledentistry.
- Bashshur, R. L., Shannon, G., Krupinski, E. A., & Grigsby, J. (2016). *Telemedicine definitions and applications in health care*. In *Telemedicine for healthcare providers* (pp. 3-24). CRC Press. DOI: [10.1007/978-3-030-58721-5_20](https://doi.org/10.1007/978-3-030-58721-5_20)
- Beck, S. (2020). *Digital health literacy: What do we know and what do we need to know?* *JMIR Human Factors*, 7(1), e16798. DOI: [10.1177/20552076241287894](https://doi.org/10.1177/20552076241287894)
- Beauchamp, T. L., & Childress, J. F. (2019). *Principles of biomedical ethics* (8th ed.). Oxford University Press. DOI: [10.1016/S0035-9203\(02\)90265-8](https://doi.org/10.1016/S0035-9203(02)90265-8)
- Buolamwini, J., & Gebru, T. (2018). Gender shades: Intersectional accuracy disparities in commercial gender classification. In *Proceedings of the 1st conference on fairness, accountability and transparency* (pp. 77-91).
- Braun, V., & Clarke, V. (2021). *One size fits all? What counts as quality practice in (reflexive) thematic analysis?*. *Qualitative Research in Psychology*, 18(3), 328-352. DOI: [10.1080/14780887.2020.1769238](https://doi.org/10.1080/14780887.2020.1769238)
- Cavoukian, A., y Chibba, M. (2018). *Implementar la privacidad desde el diseño en todas las aplicaciones de big data*. *Guía de aplicaciones de big data*, 29-48.
- Crawford, K. (2016). *The trouble with bias*. AI Now Institute at New York University.

- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2017). *Designing and conducting mixed methods research* (3rd ed.). SAGE Publications. DOI: [10.1016/j.lisr.2007.02.003](https://doi.org/10.1016/j.lisr.2007.02.003)
- Denzin, N. K. (2017). *Triangulation*. In U. Flick (Ed.), *The SAGE handbook of qualitative data collection* (pp. 532-546). SAGE Publications. DOI: [10.4135/9781526416070](https://doi.org/10.4135/9781526416070)
- Fink, A. (2019). *How to conduct surveys: A step-by-step guide* (6th ed.). SAGE Publications. DOI: [10.4135/9781526416070](https://doi.org/10.4135/9781526416070)
- Floridi, L. (2013). *The ethics of information*. Oxford Handbooks Online. DOI: [10.1007/s10676-009-9187-9](https://doi.org/10.1007/s10676-009-9187-9)
- Floridi, L. (2016). *Information ethics, its nature and scope*. In K. E. Himma & H. T. Tavani (Eds.), *The handbook of information and computer ethics* (2nd ed., pp. 3-24). John Wiley & Sons. ISBN 978-0-471-79959-7
- Goodacre, C. J., Garagiola, U., Naylor, W. P., Daher, R., Lohse, C. M., & Breuning, K. H. (2018). *Additive manufacturing of dental prostheses*. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 120(6), 919-926.
- ISO 10993 (serie): *Biological evaluation of medical devices*. International Organization for Standardization.
- Johnson, C. W. (2017). *Informed consent and the internet of medical things*. *Medical Law International*, 17(2-3), 146-167. DOI: [10.55976/jdh.22023116330-62](https://doi.org/10.55976/jdh.22023116330-62)
- Lee, J. H., Kim, D. H., Jeong, S. N., & Choi, S. H. (2020). *Application of artificial intelligence in the dental field*. *Journal of the Korean Dental Science*, 13(4), 147-155. DOI: [10.3390/bioingeniería11121267](https://doi.org/10.3390/bioingeniería11121267)
- Limones, J. A. B., Alarcón, J. L. H., Castro, M. A. C., Burgos, S. A. T., & Angulo, D. J. B. (2025). *Fundamentos teóricos y metodológicos de la Epistemología de la Educación Contemporánea*. *Editorial Scientific News*, 1, 17-221. ISSN 1012-7089.
- Manrique Chávez, J. E. (2021). *Teleodontología: Desarrollo y Gestión de la Telesalud en la Odontología*. *Revista Estomatológica Herediana*, 31(4), 239-241. DOI: [10.20453/reh.v31i4.4090](https://doi.org/10.20453/reh.v31i4.4090)
- Mayer-Schönberger, V., & Cukier, K. (2013). *Big data: A revolution that will transform how we live, work, and think*. Houghton Mifflin Harcourt. DOI: [10.25009/http://dx.doi.org/10.25009/clivajes-rsc.v0i9.2536](https://doi.org/10.25009/http://dx.doi.org/10.25009/clivajes-rsc.v0i9.2536)
- Miller, T. (2019). *Explanation in artificial intelligence: Insights from the social sciences*. *Artificial Intelligence*, 267, 1-38. DOI: [10.48550/arXiv.1706.07269](https://doi.org/10.48550/arXiv.1706.07269)
- Mittelstadt, B. D. (2019). *Principles alone are not enough for ethical AI*. *Nature Machine Intelligence*, 1(11), 501-502. DOI: [10.1038/s42256-019-0114-4](https://doi.org/10.1038/s42256-019-0114-4)
- Obermeyer, Z., Powers, B., Vogeli, C., & Mullainathan, S. (2019). *Dissecting racial bias in an algorithm used to manage the health of populations*. *Science*, 366(6464), 447-453.1 DOI: ["http://dx.doi.org/10.1126/science.aax2342"](https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1126/science.aax2342)2342
- O'Neil, C. (2016). *Weapons of math destruction: How big data increases inequality and threatens democracy*. Crown. DOI: [10.5860/crl.78.3.403](https://doi.org/10.5860/crl.78.3.403)
- Pallant, J. (2016). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using SPSS* (6th ed.). McGraw Hill. <https://doi.org/10.4324/9781003117407>
- Price, W. N. (2019). *Black box medicine*. *Harvard Law Review*, 132(6), 1517-1609.
- Revilla-León, M., & Özcan, M. (2019). *Additive manufacturing technologies used for processing polymers in implant dentistry*. *International Journal of Implant Dentistry*, 5(1), 1-15. DOI: [10.1111/jopr.12801](https://doi.org/10.1111/jopr.12801)

- Seidman, I. (2019). *Interviewing as qualitative research: A guide for researchers in education and the social sciences* (5th ed.). Teachers College Press. ISBN: 978-0-8077-6148-9
- Schwendicke, F., Krois, J., & Schiffner, U. (2020). *Machine learning in dentistry: systematic review*. *Journal of Dental Research*, 99(10), 1196-1204. DOI: [10.3390/jcm12030937](https://doi.org/10.3390/jcm12030937)
- Shiffman, M. L., Dixon, S. L., Brandt, D. S., Esserman, L., & Feuerstein, J. D. (2017). *Information security in clinical care: the imperative for a new paradigm*. *The American Journal of Gastroenterology*, 112(11), 1653-1657. DOI: [10.1177/0022034520915714](https://doi.org/10.1177/0022034520915714)
- Topol, E. J. (2019). *Deep medicine: How artificial intelligence can make healthcare human again*. Basic Books.
- Van de Poel, I. (2020). *Embedding values in artificial intelligence (AI) systems: Design for value*. *AI and Society*, 35(3), 503-515. DOI: [10.33063/dl.vi.418](https://doi.org/10.33063/dl.vi.418)
- Van Deursen, A. J. A. M., & van Dijk, J. A. G. M. (2019). *The digital divide shifts to differences in internet skills*. *New Media & Society*, 21(2), 391-414. DOI: [10.1177/1461444813487959](https://doi.org/10.1177/1461444813487959)
- Wachter, S., Mittelstadt, B. D., & Floridi, L. (2017). *Transparent, explainable, and accountable AI for robotics*. *Science Robotics*, 2(6), eaam9296. DOI: ["http://dx.doi.org/10.1126/scirobotics.aan6080"](http://dx.doi.org/10.1126/scirobotics.aan6080)scirobotics.aan [HYPERLINK "http://dx.doi.org/10.1126/scirobotics.aan6080"6080](http://dx.doi.org/10.1126/scirobotics.aan6080)