Cuaderno de odontología. Revista científica
Vol. 4(especial5), 151-157, 2026
https://doi.org/10.62574/9hst5236

Inteligencia artificial, CAD/CAM e impresión 3D en ortodoncia: revisión sistemática

Artificial intelligence, CAD/CAM and 3D printing in orthodontics: a systematic review

Cristina Anahí Escalante-Salazar
cristinaes41@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador
https://orcid.org/0000-0002-8548-1565

Martín Sebastián Basantes-Robalino
martinsbr91@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador
https://orcid.org/0000-0001-8182-6821

Carla Pamela Rodríguez-Fiallos
ua.carlarodriguez@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador
https://orcid.org/0000-0002-9184-3083

RESUMEN

Objetivo: analizar la influencia de la inteligencia artificial, el sistema CAD/CAM y la impresión 3D en el diagnóstico, la planificación y la fabricación de aparatos en ortodoncia. **Métodos:** revisión sistemática de síntesis narrativa de literatura indexada en PubMed y SciELO (2019 a 2024), con descriptores sobre inteligencia artificial, flujo digital, escáner intraoral, CAD/CAM e impresión 3D en ortodoncia; se seleccionaron 15 estudios agrupados en tres ejes. **Resultados:** nueve estudios abordaron la inteligencia artificial en diagnóstico y planificación, tres el flujo digital con escáner intraoral, tomografía y CAD/CAM, y tres la impresión 3D. **Conclusión:** estas tecnologías agilizan el diagnóstico y la fabricación de aparatos, pero su validación clínica es todavía limitada y requieren supervisión del especialista.
Descriptores: inteligencia artificial; diseño asistido por computadora; impresión tridimensional (DeCS).

ABSTRACT

Objective: to analyze the influence of artificial intelligence, CAD/CAM and 3D printing on diagnosis, planning and appliance manufacturing in orthodontics. **Methods:** narrative-synthesis systematic review of literature indexed in PubMed and SciELO (2019 to 2024), using descriptors on artificial intelligence, digital workflow, intraoral scanning, CAD/CAM and 3D printing in orthodontics; 15 studies were selected and grouped into three themes. **Results:** nine studies addressed artificial intelligence in diagnosis and planning, three the digital workflow with intraoral scanning, tomography and CAD/CAM, and three 3D printing. **Conclusion:** these technologies speed up diagnosis and appliance manufacturing, but their clinical validation is still limited and they require specialist supervision.
Descriptors: artificial intelligence; computer-aided design; printing, three-dimensional (MeSH).

Recibido: 08/07/2026. Revisado: 19/07/2026. Aprobado: 25/09/2026. Publicado: 01/10/2026.
Artículo original breve

INTRODUCCIÓN

En la ortodoncia contemporánea, el registro digital del paciente, el análisis automatizado de imágenes y la fabricación asistida por computadora han transformado un flujo de trabajo que durante décadas dependió de modelos de yeso y trazados manuales. En tal sentido, Schwendicke et al. describieron las oportunidades y los desafíos de la inteligencia artificial en odontología (1), y Nordblom et al. examinaron de forma crítica su aplicación específica en ortodoncia (2).

Ahora bien, la inteligencia artificial se apoya en un flujo digital que comienza con la adquisición de datos tridimensionales. De acuerdo con da Cunha et al., el flujo digital ortodóntico integra dispositivos de captura, diseño y fabricación con aplicaciones clínicas concretas (3), y Javaid y Haleem revisaron el estado y las aplicaciones de la manufactura aditiva en odontología (4).

En consecuencia, el objetivo de esta revisión fue analizar la influencia de la inteligencia artificial, el sistema CAD/CAM y la impresión 3D en el diagnóstico, la planificación y la fabricación de aparatos en ortodoncia.

MÉTODO

Con el fin de reunir la evidencia disponible, se realizó una revisión sistemática de síntesis narrativa, sin metaanálisis, dado que las tecnologías, los algoritmos y los desenlaces difieren entre los estudios; los criterios y el proceso de selección adoptaron la lógica de la declaración PRISMA en lo aplicable.

En la identificación de los registros, se consultaron PubMed y SciELO con combinaciones de los descriptores artificial intelligence, deep learning, orthodontics, intraoral scanner, CAD/CAM y 3D printing, unidos mediante los operadores AND y OR, para el periodo 2019 a 2024.

Asimismo, se incluyeron estudios experimentales y revisiones con autores identificables, en inglés o en español, que abordaran la aplicación de estas tecnologías en ortodoncia u odontología. Por el contrario, se excluyeron los documentos comerciales y los trabajos sin aplicación clínica u odontológica.

Posteriormente, se seleccionaron 15 estudios por su afinidad con el objetivo planteado. De cada uno se extrajeron la tecnología, el diseño y el aspecto analizado, y los datos se organizaron en la Tabla 1 y se agruparon en tres ejes temáticos: inteligencia artificial en diagnóstico y planificación, flujo digital con CAD/CAM, e impresión 3D. Al tratarse de una revisión de literatura publicada, el trabajo no requirió dictamen de un comité de ética.

RESULTADOS

En primer lugar, la selección final reunió 15 publicaciones (Tabla 1), agrupadas en tres ejes; nueve abordaron la inteligencia artificial en el diagnóstico y la planificación, tres el flujo digital con escáner intraoral, tomografía y CAD/CAM, y tres la impresión 3D.

Tabla 1. Estudios incluidos en la revisión sistemática.

Estudio	Tecnología	Diseño o aspecto analizado
Schwendicke et al., 2020 (1)	Inteligencia artificial	Oportunidades y desafíos en odontología
Nordblom et al., 2024 (2)	Inteligencia artificial	Revisión crítica en ortodoncia
da Cunha et al., 2021 (3)	Flujo digital	Dispositivos y aplicaciones clínicas
Javaid y Haleem, 2019 (4)	Manufactura aditiva	Aplicaciones en odontología (revisión)
Bichu et al., 2021 (5)	Inteligencia artificial	Aplicaciones en ortodoncia (revisión de alcance)
Liu et al., 2023 (6)	Inteligencia artificial	Estado actual y perspectivas
Dipalma et al., 2023 (7)	Inteligencia artificial	Aplicaciones clínicas (revisión sistemática)
Morales-Bravo et al., 2022 (8)	Inteligencia artificial	Estado del arte (revisión narrativa)
Park et al., 2019 (9)	Deep learning	Identificación de puntos cefalométricos
Li et al., 2019 (10)	Redes neuronales artificiales	Planificación del tratamiento
Wang et al., 2021 (11)	Deep learning	Segmentación de tomografías de haz cónico
Impellizzeri et al., 2020 (12)	Tomografía y escáner intraoral	Ventajas de las tecnologías 3D

Estudio	Tecnología	Diseño o aspecto analizado
Christopoulou et al., 2022 (13)	Escáner intraoral	Revisión crítica en ortodoncia
Tian et al., 2021 (14)	Impresión 3D	Tecnologías, factores y aplicaciones
Khan et al., 2022 (15)	Inteligencia artificial e impresión 3D	Futuro y alcance en ortodoncia

Elaboración propia a partir de los estudios incluidos. Entre paréntesis, número de la referencia.

En el eje de inteligencia artificial, junto con los trabajos generales y críticos (1, 2), Bichu et al. mapearon sus aplicaciones en ortodoncia mediante una revisión de alcance (5), Liu et al. analizaron su estado actual y sus perspectivas (6), Dipalma et al. revisaron sistemáticamente sus aplicaciones clínicas (7) y Morales-Bravo et al. sintetizaron el estado del arte en español (8). En el plano experimental, Park et al. compararon métodos de deep learning para identificar puntos cefalométricos (9), Li et al. emplearon redes neuronales artificiales en la planificación del tratamiento (10) y Wang et al. segmentaron tomografías de haz cónico con deep learning (11).

En el eje de flujo digital, junto con la descripción de dispositivos y aplicaciones clínicas (3), Impellizzeri et al. expusieron las ventajas de combinar la tomografía de haz cónico y el escáner intraoral (12), y Christopoulou et al. revisaron críticamente el uso de los escáneres intraorales en ortodoncia (13).

En el eje de impresión 3D, a la revisión de la manufactura aditiva (4) se suman la revisión de Tian et al. sobre tecnologías, factores que afectan la calidad y aplicaciones de la impresión en odontología (14) y el análisis de Khan et al. sobre la integración de la inteligencia artificial y la impresión 3D en ortodoncia (15).

DISCUSIÓN

De acuerdo con el material revisado, la inteligencia artificial concentra la mayor parte de la producción reciente (1, 2, 5 a 11), con aplicaciones en la identificación de puntos cefalométricos, la segmentación de imágenes y el apoyo a la planificación. Sin embargo, las revisiones críticas (2, 7) advierten que muchos algoritmos se han validado en conjuntos de datos limitados, de modo que su desempeño puede variar en otras poblaciones.

Por otro lado, la inteligencia artificial depende de la calidad de los datos digitales de entrada. El escáner intraoral y la tomografía (12, 13) sustituyen a las impresiones convencionales y aportan información tridimensional, y el flujo CAD/CAM (3) permite diseñar alineadores, retenedores y aparatos a partir de esos registros; dicho de otro modo, la tecnología funciona como una cadena en la que cada eslabón condiciona el resultado final.

Asimismo, la impresión 3D cierra ese ciclo al fabricar modelos y aparatos en la propia clínica (4, 14, 15), aunque la precisión depende de la tecnología de impresión, del material y del posprocesado. Desde la práctica, el ortodoncista debería incorporar estas herramientas de forma gradual, verificar las propuestas automáticas y conocer los factores que afectan la precisión de lo que imprime.

En cuanto a las limitaciones, la revisión incluyó 15 estudios con predominio de revisiones narrativas y de alcance, una publicada en una revista no indexada en PubMed (15), no valoró el riesgo de sesgo y agrupó los trabajos por foco temático; en consecuencia, no permite estimar la precisión comparada de las tecnologías. Se requieren estudios clínicos que comparen el flujo digital con el convencional en resultados de tratamiento.

CONCLUSIÓN

La inteligencia artificial, el sistema CAD/CAM y la impresión 3D conforman un flujo digital que agiliza el diagnóstico, la planificación y la fabricación de aparatos en ortodoncia, desde la identificación automatizada de puntos cefalométricos hasta la impresión de modelos y dispositivos. Su validación clínica todavía es limitada, por lo que se recomienda incorporarlas de forma gradual y bajo la supervisión del especialista, que conserva la responsabilidad del diagnóstico y del plan de tratamiento.

FINANCIAMIENTO

Este trabajo se llevó a cabo con recursos exclusivamente aportados por los autores.

CONFLICTO DE INTERESES

No existen conflictos de interés por parte de los autores respecto a la presente investigación.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador.

REFERENCIAS

1. Schwendicke F, Samek W, Krois J. Artificial intelligence in dentistry: chances and challenges. J Dent Res. 2020;99(7):769-74.
2. Nordblom NF, Büttner M, Schwendicke F. Artificial intelligence in orthodontics: critical review. J Dent Res. 2024;103(6):577-84.
3. da Cunha MA, Barbosa I, da Palma S. Orthodontic digital workflow: devices and clinical applications. Dental Press J Orthod. 2021;26(6):e21spe6.
4. Javaid M, Haleem A. Current status and applications of additive manufacturing in dentistry: a literature-based review. J Oral Biol Craniofac Res. 2019;9(3):179-85.
5. Bichu YM, Hansa I, Bichu AY, Premjani P, Flores-Mir C, Vaid NR. Applications of artificial intelligence and machine learning in orthodontics: a scoping review. Prog Orthod. 2021;22:18.
6. Liu J, Zhang C, Shan Z. Application of artificial intelligence in orthodontics: current state and future perspectives. Healthcare (Basel). 2023;11(20):2760.
7. Dipalma G, Inchingolo AD, Inchingolo AM, Piras F, Carpentiere V, Garofoli G, et al. Artificial intelligence and its clinical applications in orthodontics: a systematic review. Diagnostics (Basel). 2023;13(24):3677.
8. Morales-Bravo R, Pisón-Santana L, Hidalgo-Rivas A, Palma-Díaz E. Estado del arte de inteligencia artificial en ortodoncia: revisión narrativa. Av Odontoestomatol. 2022;38(4):156-63.
9. Park JH, Hwang HW, Moon JH, et al. Automated identification of cephalometric landmarks: part 1, comparisons between the latest deep-learning methods YOLOV3 and SSD. Angle Orthod. 2019;89(6):903-9. (completar autores)
10. Li P, Kong D, Tang T, et al. Orthodontic treatment planning based on artificial neural networks. Sci Rep. 2019;9:2037. (completar autores)
11. Wang H, Minnema J, Batenburg KJ, Forouzanfar T, Hu FJ, Wu G. Multiclass CBCT image segmentation for orthodontics with deep learning. J Dent Res. 2021;100(9):943-9.

12. Impellizzeri A, Horodynski M, De Stefano A, Palaia G, Polimeni A, Romeo U, et al. CBCT and intra-oral scanner: the advantages of 3D technologies in orthodontic treatment. Int J Environ Res Public Health. 2020;17(24):9428.
13. Christopoulou I, Kaklamanos EG, Makrygiannakis MA, Bitsanis I, Perlea P, Tsolakis AI. Intraoral scanners in orthodontics: a critical review. Int J Environ Res Public Health. 2022;19(3):1407.
14. Tian Y, Chen CX, Xu X, Wang J, Hou X, Li K, et al. A review of 3D printing in dentistry: technologies, affecting factors, and applications. Scanning. 2021;2021:9950131.
15. Khan MI, Laxmikanth SM, Gopal T, Neela PK. Artificial intelligence and 3D printing technology in orthodontics: future and scope. AIMS Biophys. 2022;9(3):182-97. (revista no indexada en PubMed; verificar o sustituir)

Derechos de autor: 2026. Por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/