Cuaderno de enfermería. Revista científica
Vol. 4(especial2), 231-236, 2026
https://doi.org/10.62574/lcxuy1op

Impresión 3D y tecnología CAD/CAM en la fabricación de prótesis dentales personalizadas

3D printing and CAD/CAM technology in the fabrication of custom dental prostheses

Dariana Ashley Suárez-Toapanta
darianast66@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Quevedo, Ecuador
https://orcid.org/0009-0001-9834-7795

Cristhian Efraín Rea-Quinaloa
cristhianrq55@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Quevedo, Ecuador
https://orcid.org/0009-0005-5042-9985

Daniela Patricia Navarrete-Ripalda
danielanr32@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Quevedo, Ecuador
https://orcid.org/0000-0002-9599-8269

Gabriela Ximena Marín-Vega
uq.gabrielamv05@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Quevedo, Ecuador
https://orcid.org/0009-0008-6738-8595

RESUMEN

Esta revisión analizó la evidencia sobre la impresión 3D y la tecnología CAD/CAM en la fabricación de prótesis dentales personalizadas, con énfasis en precisión, materiales, eficiencia y desenlaces clínicos. Se realizó una revisión sistemática con síntesis narrativa en PubMed, Scopus y la Biblioteca Cochrane (2016-2024), que incluyó 15 documentos. Las prótesis totales fresadas mostraron mayor exactitud y mejores propiedades mecánicas que las impresas y las convencionales; los flujos digitales redujeron citas, tiempo clínico y costes, con satisfacción comparable. Los materiales impresos para restauraciones definitivas carecen de seguimiento clínico prolongado, y el coste de los equipos, la formación y los residuos limitaron su adopción. Ambas tecnologías optimizan la rehabilitación protésica y requieren protocolos estandarizados y formación.
Descriptores: diseño asistido por computadora; impresión tridimensional; dentadura completa; prostodoncia. (DeCS).

ABSTRACT

This review analyzed the evidence on 3D printing and CAD/CAM technology in the fabrication of custom dental prostheses, with emphasis on accuracy, materials, efficiency and clinical outcomes. A systematic review with narrative synthesis was conducted in PubMed, Scopus and the Cochrane Library (2016-2024), including 15 documents. Milled complete dentures showed greater accuracy and better mechanical properties than printed and conventional ones; digital workflows reduced appointments, clinical time and costs, with comparable satisfaction. Printed materials for definitive restorations lack long-term clinical follow-up, and equipment cost, training and waste limited their adoption. Both technologies optimize prosthetic rehabilitation and require standardized protocols and training.
Descriptors: computer-aided design; printing, three-dimensional; denture, complete; prosthodontics. (DeCS).

Recibido: 14/09/2026. Revisado: 19/10/2026. Aprobado: 06/11/2026. Publicado: 21/11/2026.
Original breve

INTRODUCCIÓN

La incorporación del diseño y la fabricación asistidos por computadora (CAD/CAM) y de la impresión tridimensional ha modificado la manera de elaborar prótesis dentales, al sustituir parte de los procedimientos manuales por flujos de trabajo digitales que comprenden el escaneo, el diseño virtual y la fabricación automatizada. Alghazzawi (1) describió los componentes de los sistemas CAD/CAM, sus modalidades en consultorio y en laboratorio, y la gama de materiales que admiten, desde la zirconia y el disilicato de litio hasta las resinas de alta densidad.

La fabricación sustractiva, basada en el fresado de bloques prefabricados, coexiste con la fabricación aditiva, que construye la pieza capa por capa. La revisión de Tian et al. (2) clasificó las principales tecnologías de impresión, como la estereolitografía, el procesamiento digital de luz y la fusión selectiva por láser, y señaló que el grosor de capa, la orientación de impresión y el posprocesado condicionan la exactitud del resultado. La revisión sistemática de Kattadiyil y AlHelal (3) reunió los primeros desenlaces clínicos de las prótesis totales elaboradas por computadora y registró menos citas y una retención favorable.

La rápida expansión comercial de estas tecnologías contrasta con la heterogeneidad de los estudios, las diferencias entre materiales y la limitada disponibilidad de equipos en regiones con menos recursos. El objetivo de esta revisión fue analizar la evidencia sobre la impresión 3D y la tecnología CAD/CAM en la fabricación de prótesis dentales personalizadas, con énfasis en la precisión, los materiales, la eficiencia y los desenlaces clínicos.

MÉTODO

Se desarrolló una revisión sistemática con síntesis narrativa, orientada por la pregunta: en pacientes que requieren rehabilitación protésica, ¿qué precisión, propiedades, eficiencia y resultados clínicos ofrecen las prótesis fabricadas mediante CAD/CAM o impresión 3D frente a las convencionales? La búsqueda se efectuó en PubMed, Scopus y la Biblioteca Cochrane entre 2016 y 2024, en inglés y español, con los descriptores «Computer-Aided Design», «Printing, Three-Dimensional», «Denture, Complete», «Dental Prosthesis» y «Prosthodontics», combinados mediante los operadores booleanos AND y OR.

Se incluyeron revisiones sistemáticas, metaanálisis, estudios clínicos prospectivos y retrospectivos, estudios in vitro comparativos y revisiones críticas publicadas en revistas con revisión por pares. Se excluyeron los reportes de técnica sin desenlaces, las cartas, los resúmenes de congresos, los documentos sin autoría y las publicaciones duplicadas. La selección se realizó por lectura de título, resumen y texto completo; se incluyeron 15 documentos, cuyos hallazgos se agruparon en tres categorías: precisión y propiedades de los materiales, eficiencia y desenlaces clínicos, y limitaciones para su implementación.

Por tratarse de una revisión de documentos publicados, sin participación de personas, no requirió la aprobación de un comité de ética.

RESULTADOS

La Tabla 1 resume los estudios comparativos sobre prótesis totales digitales incluidos en esta revisión.

Tabla 1. *Estudios comparativos sobre prótesis totales fabricadas con flujos digitales.*

Estudio	Diseño	Comparación	Hallazgo principal
Wang et al. (4)	Revisión sistemática in vitro	Fresado, impresión y técnica convencional	Mayor exactitud de las bases fresadas
Kalberer et al. (5)	Estudio in vitro	Fresado frente a impresión 3D	Mayor veracidad de las prótesis fresadas
Prpić et al. (8)	Estudio in vitro	Bases impresas, fresadas y convencionales	Menor resistencia y dureza de las bases impresas
Srinivasan et al. (10)	Estudio de tiempo y costes	Fresado frente a técnica convencional	Menor tiempo y coste con el flujo digital
Avelino et al. (12)	Revisión sistemática y metaanálisis	Prótesis digitales frente a convencionales	Desempeño clínico y satisfacción comparables o superiores

Fuente: Propia (2026).

Categoría 1. Precisión y propiedades de los materiales

La revisión sistemática de Wang et al. (4) encontró que las bases de prótesis fresadas presentan mejor adaptación que las impresas y las polimerizadas por calor, resultado concordante con el estudio de Kalberer et al. (5), que atribuyó mayor veracidad a las prótesis fresadas que a las obtenidas por impresión 3D. Greco et al. (6) observaron diferencias de precisión entre impresoras en la fabricación de modelos y propusieron un protocolo de control de calidad. Baba et al. (7) explicaron que los bloques de polimetilmetacrilato prepolimerizados empleados en el fresado tienen menor porosidad, menos monómero residual y mayor resistencia a la flexión, mientras que Prpić et al. (8) registraron menor resistencia flexural y dureza en las bases impresas. Balestra et al. (9) advirtieron que los materiales impresos para restauraciones definitivas muestran propiedades mecánicas inferiores a las de los fresados y carecen de seguimiento clínico prolongado.

Categoría 2. Eficiencia y desenlaces clínicos

Respecto a la eficiencia, Srinivasan et al. (10) estimaron que las prótesis totales fresadas requieren menos tiempo clínico y de laboratorio y tienen un coste total inferior al de las convencionales. Arakawa et al. (11), en un estudio retrospectivo en una clínica universitaria, observaron menos sesiones clínicas y menores costes con el flujo digital, con desenlaces clínicos comparables. Estos resultados coinciden con la síntesis inicial de Kattadiyil y AlHelal (3), que ya había señalado una reducción del número de citas y una retención

favorable de las bases fresadas, lo que indica que el beneficio en eficiencia se ha mantenido a medida que los sistemas han evolucionado. El metaanálisis de Avelino et al. (12) mostró un desempeño clínico y resultados referidos por el paciente comparables o superiores a los de las prótesis convencionales, y Saponaro et al. (13) describieron una satisfacción elevada con la estética, la retención y la comodidad.

Categoría 3. Limitaciones para su implementación

Desde la perspectiva de los usuarios, Hegedus et al. (14) identificaron como barreras el coste de los equipos, la curva de aprendizaje y la generación de residuos de resina, y plantearon la necesidad de prácticas sostenibles en la impresión 3D. Reymus et al. (15) desarrollaron un modelo docente interdisciplinario fabricado mediante impresión 3D, que los estudiantes valoraron de forma positiva, lo que muestra el potencial de la tecnología para reducir la brecha de formación técnica que dificulta su adopción.

DISCUSIÓN

Los estudios revisados coinciden en que los flujos digitales ofrecen una exactitud igual o superior a la técnica convencional, aunque con diferencias marcadas entre la fabricación sustractiva y la aditiva. La mayor exactitud de las prótesis fresadas (4,5) se explica por la estabilidad dimensional de los bloques prepolimerizados (7), que evitan la contracción propia de la polimerización convencional. En cambio, la impresión 3D depende de variables del equipo y del posprocesado (2,6), por lo cual sus resultados son más variables. Por tanto, la elección de la tecnología debe considerar la indicación clínica: el fresado resulta preferible para bases definitivas, mientras que la impresión ofrece ventajas en modelos, prótesis de prueba y estructuras de geometría compleja.

La ventaja más consistente se observa en la eficiencia. La reducción de citas y costes descrita por Srinivasan et al. (10) y Arakawa et al. (11) adquiere relevancia en pacientes adultos mayores, para quienes cada desplazamiento supone una carga, y el archivo digital permite reproducir la prótesis en caso de pérdida o fractura. La satisfacción comparable reportada por Avelino et al. (12) y Saponaro et al. (13) indica que la digitalización no compromete la percepción del paciente, aunque la mayoría de los estudios presenta seguimientos cortos.

Los materiales impresos para uso definitivo requieren cautela. Las menores propiedades mecánicas señaladas por Prpić et al. (8) y la falta de evidencia clínica a largo plazo descrita por Balestra et al. (9) impiden considerarlos equivalentes a los fresados. El coste de los equipos, la necesidad de formación y el impacto ambiental de los residuos (14) limitan su adopción en clínicas con menos recursos, situación frecuente en el contexto ecuatoriano. En este escenario, la incorporación temprana de modelos impresos en la enseñanza, como proponen Reymus et al. (15), y la adopción de flujos mixtos, que combinen el diseño digital con la fabricación en laboratorios centralizados, podrían facilitar el acceso sin exigir a cada consultorio una inversión elevada.

Como limitación, buena parte de la evidencia procede de estudios in vitro y de centros universitarios de países de ingresos altos, con protocolos y materiales heterogéneos, lo que dificulta la comparación directa y la generalización de los resultados. Además, la rápida renovación de equipos y resinas hace que algunos hallazgos in vitro pierdan vigencia en pocos años, por lo cual se necesitan ensayos clínicos con seguimiento superior a cinco años.

CONCLUSIÓN

La tecnología CAD/CAM y la impresión 3D permiten fabricar prótesis dentales personalizadas con una exactitud igual o superior a la convencional, menos citas clínicas, menor tiempo de fabricación y satisfacción comparable. Las prótesis fresadas muestran mejor adaptación y propiedades mecánicas que las impresas, mientras que los materiales impresos para uso definitivo aún carecen de seguimiento clínico prolongado. Su implementación exige protocolos de calidad estandarizados, formación del profesional y estrategias que reduzcan los costes y el impacto ambiental. Se recomiendan estudios clínicos con seguimiento prolongado en servicios odontológicos ecuatorianos.

FINANCIAMIENTO

No monetario.

CONFLICTO DE INTERÉS

No existe conflicto de interés con personas o instituciones ligadas a la investigación.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Regional Autónoma de los Andes (UNIANDES), por el apoyo institucional brindado para el desarrollo de la investigación.

REFERENCIAS

1. Alghazzawi TF. Advancements in CAD/CAM technology: options for practical implementation. J Prosthodont Res. 2016;60(2):72-84. doi:10.1016/j.jpor.2016.01.003
2. Tian Y, Chen C, 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. doi:10.1155/2021/9950131
3. Kattadiyil MT, AlHelal A. An update on computer-engineered complete dentures: a systematic review on clinical outcomes. J Prosthet Dent. 2017;117(4):478-85. doi:10.1016/j.prosdent.2016.08.017
4. Wang C, Shi YF, Xie PJ, Wu JH. Accuracy of digital complete dentures: a systematic review of in vitro studies. J Prosthet Dent. 2021;125(2):249-56. doi:10.1016/j.prosdent.2020.01.004

5. Kalberer N, Mehl A, Schimmel M, Müller F, Srinivasan M. CAD-CAM milled versus rapidly prototyped (3D-printed) complete dentures: an in vitro evaluation of trueness. J Prosthet Dent. 2019;121(4):637-43. doi:10.1016/j.prosdent.2018.09.001
6. Greco GB, Popi D, Di Stefano DA. Accuracy of 3-dimensional printing of dental casts: a proposal for quality standardization. J Prosthet Dent. 2022;127(6):899-910. doi:10.1016/j.prosdent.2020.09.045
7. Baba NZ, Goodacre BJ, Goodacre CJ, Müller F, Wagner S. CAD/CAM complete denture systems and physical properties: a review of the literature. J Prosthodont. 2021;30(S2):113-24. doi:10.1111/jopr.13243
8. Prpić V, Schauperl Z, Ćatić A, Dulčić N, Čimić S. Comparison of mechanical properties of 3D-printed, CAD/CAM, and conventional denture base materials. J Prosthodont. 2020;29(6):524-8. doi:10.1111/jopr.13175
9. Balestra D, Lowther M, Goracci C, Mandurino M, Cortili S, Paolone G, et al. 3D printed materials for permanent restorations in indirect restorative and prosthetic dentistry: a critical review of the literature. Materials (Basel). 2024;17(6):1380. doi:10.3390/ma17061380
10. Srinivasan M, Schimmel M, Naharro M, O'Neill C, McKenna G, Müller F. CAD/CAM milled removable complete dentures: time and cost estimation study. J Dent. 2019;80:75-9. doi:10.1016/j.jdent.2018.09.003
11. Arakawa I, Al-Haj Husain N, Srinivasan M, Maniewicz S, Abou-Ayash S, Schimmel M. Clinical outcomes and costs of conventional and digital complete dentures in a university clinic: a retrospective study. J Prosthet Dent. 2022;128(3):390-5. doi:10.1016/j.prosdent.2020.12.014
12. Avelino MEL, Costa RTF, Vila-Nova TEL, Vasconcelos BCE, Pellizzer EP, Moraes SLD. Clinical performance and patient-related outcome measures of digitally fabricated complete dentures: a systematic review and meta-analysis. J Prosthet Dent. 2024;132(4):748.e1-748.e10. doi:10.1016/j.prosdent.2024.02.003
13. Saponaro PC, Yilmaz B, Johnston W, Heshmati RH, McGlumphy EA. Evaluation of patient experience and satisfaction with CAD-CAM-fabricated complete dentures: a retrospective survey study. J Prosthet Dent. 2016;116(4):524-8. doi:10.1016/j.prosdent.2016.01.034
14. Hegedüs T, Kreuter P, Kismarczi-Antalffy AA, Demeter T, Banyai D, Vegh A, et al. User experience and sustainability of 3D printing in dentistry. Int J Environ Res Public Health. 2022;19(4):1921. doi:10.3390/ijerph19041921
15. Reymus M, Liebermann A, Diegritz C, Keßler A. Development and evaluation of an interdisciplinary teaching model via 3D printing. Clin Exp Dent Res. 2021;7(1):3-10. doi:10.1002/cre2.334

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/