

Revisión Bibliográfica. pp.38-49

El flujo digital en las especialidades en la odontología.

The digital flow in dental specialties.

Sara Ávila

Universidad de Panamá, Facultad de Odontología, Panamá

saramichelleavila14@mail.com <https://orcid.org/0009-0005-8463-7168>

Ricardo García

Universidad de Panamá, Facultad de Odontología, Panamá

ragw1449@gmail.com <https://orcid.org/0009-0003-3924-4221>

Nicole Portelles

Universidad de Panamá, Facultad de Odontología, Panamá

nportellesl@gmail.com <https://orcid.org/0009-0005-6591-2355>

Fecha de recepción: 12 de noviembre de 2024

Fecha de aceptación: 15 de diciembre de 2024

DOI <https://doi.org/10.48204/2710-7825.6927>

Resumen

Esta investigación estudia las aplicaciones del flujo digital en las especialidades odontológicas, identificando las áreas de mayor uso y las herramientas empleadas. Se realizó una revisión bibliográfica en PubMed, seleccionando revisiones sistemáticas y metaanálisis publicados entre 2019 y 2024, con acceso libre en el 25% superior de revistas indexadas. De 37 artículos iniciales, 13 cumplieron los criterios de inclusión. Herramientas como escáneres intraorales y faciales, sistemas CAD/CAM y tecnologías de impresión 3D son ampliamente utilizadas en prostodoncia, implantología, ortodoncia y cirugía oral, destacándose por mejorar la precisión diagnóstica, la planificación de tratamientos y los resultados clínicos. Sin embargo, desafíos como altos costos, necesidad de capacitación especializada y evidencia limitada en áreas como inteligencia artificial, dificultan su adopción masiva. A pesar de estos desafíos, los flujos digitales continúan revolucionando la odontología actual, mejorando la eficiencia y la experiencia del paciente. Los estudios destacan la necesidad de mayor investigación y accesibilidad para maximizar su impacto.

Palabras clave

Flujo Digital, Especialidades Odontológicas, Diseño Asistido Por Computadora, Tecnología Dental, Imágenes tridimensionales.

Abstract

This study examines the applications of digital workflows in dental specialties, identifying the areas of greatest use and the tools employed. A bibliographic review was conducted in PubMed, selecting systematic reviews and meta-analyses published between 2019 and 2024, with open access in the top 25% of indexed journals. Out of 37 initial articles, 13 met the inclusion criteria. Tools such as intraoral and facial scanners, CAD/CAM systems, and 3D printing technologies are widely used in prosthodontics, implantology, orthodontics, and oral surgery, standing out for improving diagnostic precision, treatment planning, and clinical outcomes. However, challenges such as high costs, the need for specialized training, and limited evidence in areas like artificial intelligence hinder their widespread adoption. Despite these challenges, digital workflows continue to revolutionize modern dentistry, enhancing efficiency and patient experience. The studies highlight the need for further research and accessibility to maximize their impact.

Key words

Digital Workflow, Dental Specialties, Computer-Aided Design, Dental Technology, Three-Dimensional Imaging.

Introducción

La odontología a lo largo de los años se ha visto enfrentada a nuevos retos que han llevado a los odontólogos a hacer cambios en los enfoques tradicionales. La llegada del flujo digital y de la inteligencia artificial (IA) a la odontología ha brindado la oportunidad de automatizar ciertas actividades o procedimientos que permite agilizar y facilitar el trabajo a los odontólogos.¹

Los inicios de la odontología digital se remontan a las últimas décadas del siglo XX. Esta, ha evolucionado de tal manera en los últimos años, que se ha vuelto un pilar en la práctica odontología moderna. Al principio, la odontología era prácticamente manual, utilizando técnicas tradicionales como el uso de materiales de impresión. En 1980 surge por primera vez el desarrollo de los sistemas CAD/CAM (Diseño Asistido por Computadora y Fabricación Asistida por Computadora) que permitió la fabricación y desarrollo automatizado de restauraciones y coronas dentales. Alrededor de los años

2000 se implementó el uso de escáneres intraorales que permite la digitalización directa de la cavidad bucal, eliminando la necesidad de materiales de impresión tradicionales y realización de modelos de yeso. A principios de la década de 2010 surge la impresión tridimensional que se utilizó principalmente para fabricar modelos y prototipos dentales; sin embargo, ha evolucionado de tal manera que actualmente se utiliza para la producción de prótesis dentales, guías quirúrgicas y alineadores ortodónticos.²

Los escaneos faciales tridimensionales se combinan con escaneos intraorales, de modelos y tomografías computarizadas de haz cónico, creando un flujo de trabajo totalmente digital.³ Estos avances tecnológicos han demostrado que pueden mejorar la precisión y eficacia en los tratamientos que recibirán los pacientes en diferentes ramas de la odontología como rehabilitación, cirugía, ortodoncia y entre otras.¹ Por esta razón, el objetivo principal de este trabajo es hacer una revisión de la literatura sobre las aplicaciones del flujo digital en las diferentes especialidades de la odontología, analizando en qué especialidad se utiliza más, las herramientas empleadas (como escáneres e impresoras 3D), así como las ventajas, desventajas y limitaciones asociadas a esta tecnología.

Materiales y Métodos

Este artículo se basa en una revisión literaria relacionada con el flujo digital en las especialidades en la odontología. La búsqueda se llevó a cabo en la base de datos electrónica: PubMed. Se emplearon combinaciones de palabras clave, incluyendo: “Flujo Digital”, “Especialidades Odontológicas”, “Diseño Asistido Por Computadora”, “Tecnología Dental”, “Imágenes tridimensionales”. Se incluyeron estudios publicados entre 2019 y 2024, en inglés, de tipo revisiones sistemáticas y meta análisis, que estuvieran publicados en revistas indexadas conformado por el primer 25% de las revistas del listado y que fuesen de acceso gratuito. El criterio de exclusión fue “digitalización en la salud general”.

Resultados

Luego de la búsqueda inicial en la base de datos seleccionada, se identificaron un total de 37 artículos. 24 artículos fueron excluidos por no cumplir con los criterios de inclusión, lo que resultó en un total de 13 artículos seleccionados para esta revisión ya que cumplían con los criterios de inclusión mencionados anteriormente.

Tabla 1.

Resumen de los artículos revisados según especialidad y que herramientas del flujo digital destacan.

Referencia	Especialidad	Materiales/Herramientas
1. Lan et al., 2024	Prostodoncia	<ul style="list-style-type: none"> ● Guías quirúrgicas (stereolitográficas y apilables) ● Planeación digital ● Impresión 3D
2. García et al., 2021	Prostodoncia	<ul style="list-style-type: none"> ● Navegación dinámica asistida por computadora (CAIS dinámica) ● CBCT ● Sistemas de planeación digital
3. Della Bona et al., 2020	Prostodoncia	<ul style="list-style-type: none"> ● Impresión 3D (técnica de estereolitografía) ● Materiales restauradores (cerámicos y polímeros) ● Diseño asistido por computadora (CAD)
4. Pereira et al., 2021	Prostodoncia	<ul style="list-style-type: none"> ● CAD/CAM ● Escáner intraoral ● Impresión 3D (fabricación de estructuras metálicas)
5. Putra et al., 2022	Prostodoncia	<ul style="list-style-type: none"> ● Guías quirúrgicas asistidas por computadora (CAIS estática) ● Impresión 3D ● Planeación con CBCT

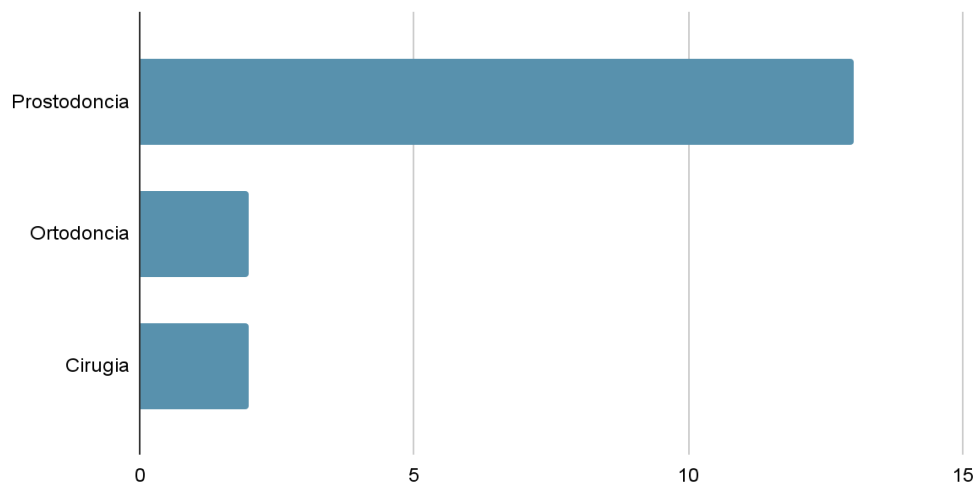
6. Takaichi et al., 2022	Prostodoncia	<ul style="list-style-type: none"> ● CAD/CAM para prótesis parciales removibles (RPD) ● Resina PMMA y metales (cobalto-cromo, titanio) ● Escáner intraoral
7. Virani et al., 2021	Cirugía Maxilofacial	<ul style="list-style-type: none"> ● Impresión 3D ● Modelos anatómicos para simulación quirúrgica y entrenamiento
8. Monill-González et al., 2021	Ortodoncia	<ul style="list-style-type: none"> ● Inteligencia Artificial (redes neuronales, aprendizaje automático) ● Escáner intraoral y facial ● Análisis de imágenes diagnósticas (CBCT)
9. Fueki et al., 2022	Prostodoncia	<ul style="list-style-type: none"> ● CAD/CAM ● Escáner intraoral ● Registros de relación maxilomandibular
10. Bishti et al., 2021	Prostodoncia	<ul style="list-style-type: none"> ● Escáner intraoral ● Flujo digital para diseño y fabricación de prótesis implantosoportadas ● Planeación con software CAD/CAM
11. Antonacci et al., 2022	Prostodoncia	<ul style="list-style-type: none"> ● Escáner facial (fotogrametría, luz estructurada, láser) ● Flujo digital para diseño de sonrisa

		<ul style="list-style-type: none"> ● Creación de paciente virtual
12. Siqueira et al., 2021	Prostodoncia	<ul style="list-style-type: none"> ● Escáner intraoral ● Flujo digital para impresión y fabricación de prótesis
13. Elgarba et al., 2024	Prostodoncia	<ul style="list-style-type: none"> ● Inteligencia Artificial (planificación quirúrgica automatizada) ● CBCT ● Escáner intraoral y facial ● Software de planificación digital

Figura 1.

Gráfica que resume la cantidad de artículos revisados según especialidad.

Frecuencia de las Especialidades Odontológicas



Discusión

Los resultados de esta búsqueda arrojaron una alta presencia de artículos sobre flujo digital, particularmente en el área de prostodoncia que conlleva todo lo que es prótesis parcial removible, prótesis parcial fija, implantología. Mientras que para otras especialidades como cirugía y ortodoncia la disponibilidad y variedad de literatura disponible era menor

De acuerdo con los resultados de esta investigación, las tecnologías del flujo digital más utilizadas entre las diferentes especialidades son los escáneres intraorales ⁴⁻⁷, impresión 3D ⁸⁻¹¹ y la tecnología CAD CAM ^{3-5,7,9-12}. Otros autores también destacan otras herramientas como escáneres faciales ^{6,13} e inteligencia artificial. ^{6,14}

Flujo digital en prostodoncia, implantología, rehabilitación, odontología estética

El uso de escáneres intraorales ha sido ampliamente utilizado para la fabricación de prótesis parciales removibles (PPR). Con el escáner intraoral se hace la toma de impresión digital y el registro de relaciones maxilomandibulares (registro de la oclusión);⁷ esto, puede disminuir tanto la cantidad de citas como el tiempo de trabajo en el sillón dental, además de simplificar los procedimientos en el laboratorio.^{4,5,7} Además, la toma de impresiones digitales mediante escáneres intraorales representa ventajas para pacientes con apertura bucal limitada, reflejo nauseoso, reducción de la ansiedad, el dolor, el malestar, una mejor percepción del sabor y útil en casos de fabricación de prótesis inmediatas.⁵ Sin embargo; la revisión de Takaichi et al ⁵ destaca que las PPR completamente digitales están actualmente indicadas principalmente para casos con arcos parcialmente desdentados de Clase III/IV de Kennedy.⁵

Para la colocación de implantes dentales se ha implementado el uso de la IA que sirve para el reconocimiento de implantes dentales, la identificación de pérdida ósea periimplantaria y la detección de fallos en los implantes; mejorando el diagnóstico y seguimiento de los tratamientos con implantes. Sin embargo; a pesar del gran potencial que ha demostrado la IA, la literatura carece de evidencia respecto a la interpretación de la IA en la planificación digital prequirúrgica de implantes. Además, existen pocos softwares de planificación de implantes completamente automatizados.¹⁴

En relación con la planificación y colocación guiada de implantes, la revisión sistemática de Bishti et al ¹⁵ reveló que las tecnologías basadas en computadora tenían una mayor preferencia por parte de los pacientes en comparación con los materiales convencionales, aunque no se observaron diferencias significativas en el malestar intraoperatorio y postoperatorio entre las técnicas modernas y

convencionales. Esto, parece indicar que los pacientes se inclinan a confiar más en las tecnologías digitales, creyendo que los mejores resultados están más relacionados con los conceptos de tratamiento modernizados.¹⁵ Además, esta misma revisión literaria reportó que los pacientes prefieren las impresiones del implante hechas por escáneres intraorales.¹⁵

En cuanto a la odontología estética y diseño de sonrisa; tradicionalmente para realizarlo, se toman fotos del paciente en posición de reposo y sonriendo en donde se realiza un un encerado digital a partir de las fotografías; sin embargo, una desventaja es que las fotografías solo permiten una evaluación bidimensional. Para solucionar este escenario, se han implementado los escáneres faciales que cuentan con diferentes ventajas como la posibilidad de obtener un escaneo del rostro del paciente para contextualizar los dientes en los planos faciales, siguiendo las proporciones de los tercios faciales en rehabilitaciones extensas. Entre los beneficios de los escáneres faciales se menciona en la literatura que pueden aumentar el nivel de comunicación con el paciente y mejoran diversos aspectos del flujo de trabajo diario. Cabe destacar que para obtener los mejores resultados del escáner facial es importante contar con adecuada iluminación, posición e inclinación tanto del paciente como del dispositivo que escanea, puntos de referencia y micromovimientos. Los escáneres faciales más comunes en el mercado utilizan sistemas de fotogrametría 3D, luz estructurada y escáneres láser.¹³

Flujo digital en cirugía

La impresión 3D ha sido ampliamente utilizada en las especialidades quirúrgicas. El estudio de Virani et al¹¹ destaca particularmente el uso de la impresión 3D para los pacientes con labio y paladar hendido para estos tratamientos y escenarios: moldeado nasopalveolar, planificación quirúrgica, simulación/entrenamiento quirúrgico y educación o modelos anatómicos.¹¹

El moldeado nasopalveolar implica la construcción de una placa moldeadora a partir de un modelo del paciente, a la cual se adjunta un soporte nasal. Este molde se modifica semanal o cada dos semanas manualmente para moldear el defecto nasopalveolar de manera no quirúrgica, con el fin de mejorar la simetría, proyectar la punta nasal, alargar la columela, alinear las crestas alveolares y reducir la brecha entre los segmentos del labio fisurado. La impresión tridimensional agiliza el proceso del moldeado nasopalveolar al reducir el tiempo y el esfuerzo tanto para el odontólogo como para el paciente. Los algoritmos para la generación semiautomatizada de dispositivos de moldeado nasopalveolar permiten a los proveedores crear múltiples plantillas a partir de un único molde inicial. Después de la manipulación

virtual, esto puede utilizarse para imprimir los moldeadores en 3D permitiendo eliminar la necesidad del ajuste manual del molde, reducción del número de citas y de impresiones.¹¹

Estos pacientes suelen ser sometidos a procedimientos quirúrgicos para arreglar estas malformaciones; en la actualidad, los análisis volumétricos de los defectos nasoalveolares han sido ampliamente utilizados para la planeación quirúrgica de estos procedimientos ya que la impresión 3D y el modelado virtual 3D permiten obtener mediciones muy precisas del tamaño del defecto en pacientes con labio y paladar hendido. Esta tecnología resulta útil ya que permite seleccionar el sitio donante y además contribuye a un mejor resultado del tratamiento.¹¹

Flujo digital en ortodoncia

Para hacer el proceso de diagnóstico más preciso y eficiente, el uso de la IA en ortodoncia ha crecido significativamente en los últimos años. La investigación de Monill-González et al⁶ demuestra que la tecnología de la IA ayuda a los ortodoncistas a trabajar de manera más fácil y eficiente. Entre las aplicaciones de la IA en la ortodoncia están: decisión sobre extracciones previas al tratamiento de ortodoncia por medio de redes neuronales artificiales que logran una precisión del 80%, identificación de puntos cefalométricos, clasificación de maloclusiones esqueléticas por medio de análisis de imágenes 3D, evaluación de madurez esquelética y predicción de resultados de tratamiento. La IA definitivamente es una herramienta complementaria de la ortodoncia y la odontología general, sin embargo, la experiencia clínica y criterio del odontólogo siempre deben ser tomados en cuenta por encima del uso de la IA.^{6,14} Otra innovación tecnológica utilizada en la especialidad de ortodoncia son los escáneres extraorales; según Antonacci et al¹³, los escáneres faciales mejoran la comunicación con el paciente y la comprensión del tratamiento.¹³

Conclusiones

1. El flujo digital ha revolucionado diversas especialidades de la odontología, siendo ampliamente utilizado en áreas como prostodoncia, implantología, ortodoncia, cirugía maxilofacial y diseño de sonrisa. Estas modernas tecnologías han permitido no solo mejorar los procedimientos clínicos, sino también optimizar los resultados al ofrecer mayor precisión y hacer tratamientos más personalizados.
2. Según los resultados de esta revisión, las ramas de la prostodoncia y la implantología son las especialidades donde el flujo digital tiene mayor presencia. Se debería ampliar la investigación sobre el flujo digital en otras especialidades de la odontología como cirugía y ortodoncia.
3. Entre las principales herramientas empleadas en el flujo digital destacan los escáneres intraorales y faciales, los sistemas CAD/CAM, la impresión 3D, y más recientemente la inteligencia artificial.
4. El uso del flujo digital ofrece múltiples beneficios, como la reducción de citas y del tiempo de trabajo en procedimientos odontológicos, tanto en la clínica como en el laboratorio. Además, mejora la comodidad y la experiencia del paciente al momento de la atención.
5. A pesar de sus beneficios, el flujo digital presenta limitaciones importantes, entre las que se encuentran los elevados costos de implementación y mantenimiento de las tecnologías, así como la necesidad de capacitación especializada para su manejo adecuado y atravesar una curva de aprendizaje.

Referencias bibliográficas

- Antonacci D, Caponio VCA, Troiano G, Pompeo MG, Gianfreda F, Canullo L. Facial scanning technologies in the era of digital workflow: A systematic review and network meta-analysis. *J Prosthodont Res* [Internet]. 2023;67(3):321–36. Disponible en: http://dx.doi.org/10.2186/jpr.JPR_D_22_00107
- Bishti S, Tuna T, Rittich A, Wolfart S. Patient-reported outcome measures (PROMs) of implant-supported reconstructions using digital workflows: A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2021;32 Suppl 21(S21):318–35. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/clr.13846>
- Blatz MB, Chiche G, Bahat O, Roblee R, Coachman C, Heymann HO. Evolution of aesthetic dentistry. *J Dent Res* [Internet]. 2019;98(12):1294–304. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1177/0022034519875450>
- Carneiro Pereira AL, Bezerra de Medeiros AK, de Sousa Santos K, Oliveira de Almeida É, Seabra Barbosa GA, da Fonte Porto Carreiro A. Accuracy of CAD-CAM systems for removable partial denture framework fabrication: A systematic review. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2021;125(2):241–8. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.01.003>
- Cueto UA. La odontología del futuro: un enfoque integrado en salud familiar y comunitaria [The dentistry of the future: an integrated approach to family and community health]. *Rev Cient Odontol (Lima)*. 2023 Sep 26;11(3) Spanish. doi: 10.21142/2523-2754-1103-2023-160. PMID: 38287995; PMCID: PMC10810064.
- Della Bona A, Cantelli V, Britto VT, Collares KF, Stansbury JW. 3D printing restorative materials using a stereolithographic technique: a systematic review. *Dent Mater* [Internet]. 2021;37(2):336–50. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2020.11.030>
- Elgarba BM, Fontenele RC, Tarce M, Jacobs R. Artificial intelligence serving pre-surgical digital implant planning: A scoping review. *J Dent* [Internet]. 2024;143(104862):104862. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2024.104862>
- Fueki K, Inamochi Y, Wada J, Arai Y, Takaichi A, Murakami N, et al. A systematic review of digital removable partial dentures. Part I: Clinical evidence, digital impression, and maxillomandibular relationship record. *J Prosthodont Res* [Internet]. 2022;66(1):40–52. Disponible en: http://dx.doi.org/10.2186/jpr.jpr_d_20_00116
- Lan R, Marteau C, Mense C, Silvestri F. Current knowledge about stackable guides: a scoping review. *Int J Implant Dent* [Internet]. 2024;10(1):28. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1186/s40729-024-00547-w>
- Monill-González A, Rovira-Calatayud L, d'Oliveira NG, Ustrell-Torrent JM. Artificial intelligence in orthodontics: Where are we now? A scoping review. *Orthod Craniofac Res* [Internet]. 2021;24 Suppl 2(S2):6–15. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/ocr.12517>

- Putra RH, Yoda N, Astuti ER, Sasaki K. The accuracy of implant placement with computer-guided surgery in partially edentulous patients and possible influencing factors: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthodont Res* [Internet]. 2022;66(1):29–39. Disponible en: http://dx.doi.org/10.2186/jpr.d_20_00184
- Rodríguez López MJ. Odontología digital y nuevas tecnologías: revisión bibliográfica [Digital dentistry and new technologies: literature review]. *Rev Electron PortalesMedicos.com*. 2024 Oct;XIX(19):864. Spanish. <https://www.revista-portalesmedicos.com/revista-medica/odontologia-digital-y-nuevas-tecnologias-revision-bibliografica/>
- Siqueira R, Galli M, Chen Z, Mendonça G, Meirelles L, Wang H-L, et al. Intraoral scanning reduces procedure time and improves patient comfort in fixed prosthodontics and implant dentistry: a systematic review. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2021;25(12):6517–31. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s00784-021-04157-3>
- Takaichi A, Fueki K, Murakami N, Ueno T, Inamochi Y, Wada J, Arai Y, Wakabayashi N. A systematic review of digital removable partial dentures. Part II: CAD/CAM framework, artificial teeth, and denture base. *J Prosthodont Res*. 2022 Jan 11;66(1):53-67. doi:10.2186/jpr.JPR_D_20_00117. Epub 2021 Jan 26. PMID: 33504722.
- Virani FR, Chua EC, Timbang MR, Hsieh T-Y, Senders CW. Three-dimensional printing in cleft care: A systematic review. *Cleft Palate Craniofac J* [Internet]. 2022;59(4):484–96. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1177/10556656211013175>