

UCUENCA

Universidad de Cuenca

Facultad de Odontología

Carrera de Odontología

Digital flow in orthodontics & pediatric dentistry

Trabajo de titulación previo a la
obtención del título de Odontólogo


Autor:

Eva Estefanía Berrezueta Reyes

Paola Emilia Iñiguez Espinoza

Director:

Manuel Estuardo Bravo Calderón

ORCID:  0000-0003-2968-1519

Cuenca, Ecuador

2025-09-17

Resumen

Antecedentes: El avance constante de la tecnología digital es uno de los ejemplos más evidentes de las innovaciones que los profesionales de la odontología deben incorporar y que pueden revolucionar la profesión. El objetivo de esta revisión sistemática es analizar y evaluar los beneficios y el impacto de la implementación del flujo digital en ortodoncia y odontopediatría, evaluando la ayuda de las diferentes herramientas tecnológicas que nos ofrece la era actual. **Materiales y métodos:** Se realizaron búsquedas en bases de datos electrónicas; no hubo restricciones en cuanto al idioma de publicación. Los estudios debían haber sido publicados al menos en 2019. Se seleccionaron revisiones sistemáticas y narrativas, casos clínicos, estudios analíticos y estudios de casos y controles que investigaron la influencia del flujo digital en ortodoncia y odontopediatría. Los dos principios participaron en la selección de estudios, la evaluación de la validez y la extracción de datos. Los desacuerdos se resolvieron mediante discusión. **Resultado:** Se obtuvieron un total de 126 artículos, de los cuales 40 fueron seleccionados según los criterios descritos para esta búsqueda. Los estudios demostraron que el flujo digital en ortodoncia y odontopediatría conduce a un mejor diagnóstico, planificación del tratamiento y tratamiento, especialmente en pacientes pediátricos. **Conclusión:** La implementación del flujo digital en ortodoncia y odontopediatría induce beneficios en la práctica odontológica diaria, ofreciendo ventajas en tiempo, comodidad y eficiencia tanto para el paciente como para el personal odontológico.

Palabras clave del autor: revisión sistemática, ortodoncia, tecnología, odontología



El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Cuenca ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por la propiedad intelectual y los derechos de autor.

Repositorio Institucional: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Abstract

Background: The constant advance of digital technology is one of the most obvious examples of the innovations that dental professionals must incorporate and that can revolutionize the profession. The objective of this systematic review is to analyze and evaluate the benefits and impact of the implementation of digital flow in orthodontics and pediatric dentistry, evaluating the help of the different technological tools that the current era offers us. **Materials and methods:** Electronic databases were searched; there were no restrictions regarding the language of publication. Studies had to have been published at least in 2019. Systematic and narrative reviews, clinical cases, analytical studies, and case-control studies that investigated the influence of digital flow in orthodontics and pediatric dentistry were selected. The two principles were involved in the selection of studies, assessment of validity, and data extraction. Disagreements were resolved by discussion. **Results:** A total of 126 articles were obtained, of which 40 were selected according to the criteria described for this search. The studies demonstrated that digital flow in orthodontics and pediatric dentistry leads to better diagnosis, treatment planning, and treatment, especially in pediatric patients. **Conclusion:** The implementation of digital flow in orthodontics and pediatric dentistry induces benefits in daily dental practice, offering advantages in time, comfort, and efficiency for both the patient and the dental staff.

Author Keywords: systematic review; orthodontics; technology; dental



The content of this work corresponds to the right of expression of the authors and does not compromise the institutional thinking of the University of Cuenca, nor does it release its responsibility before third parties. The authors assume responsibility for the intellectual property and copyrights.

Institutional Repository: <https://dspace.ucuenca.edu.ec/>

Índice de contenido

Introducción	7
Materiales y métodos	8
Resultados	8
1. Diagnóstico	9
Inteligencia Artificial	9
Uso de CBCT	10
Estereofotografía	10
Escáner intraoral: técnica manual vs digital	11
2. Planificación y Tratamiento	12
Software	12
Reconstrucción e Impresiones 3D	13
3. Flujo Digital y Educación	13
4. Otras aplicaciones de la tecnología digital en ortodoncia y odontopediatría	14
Alineadores en Ortodoncia	14
Discusión	14
Conclusiones	16
Referencias	17

Índice de figuras

Figura1.....	9
--------------	---

Agradezco profundamente a mis padres por su constante apoyo y cariño incondicional, pilares fundamentales en cada paso de mi vida. A mis hermanos, por su compañía y fortaleza en los momentos más importantes; a mi cuñada, por su apoyo y cariño sincero; y a mis sobrinas, que con su alegría iluminaron mis días y me recordaron siempre la importancia de luchar por mis sueños.

Gracias, Óscar, Emma, Agus y Sofi, por existir, por ser mi inspiración y la motivación que me impulsó a no rendirme, a cumplir mis metas y a esforzarme por ser un ejemplo digno para ustedes.

Con todo mi cariño, los quiero familia.

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres, Fernando y Mónica, por ser el motor de mi esfuerzo y perseverancia. Gracias por brindarme siempre su apoyo incondicional, por cada palabra de aliento y por enseñarme que nunca debo rendirme, porque con dedicación todo se puede lograr en la vida. A mi hermano Ismael, por acompañarme en cada etapa, ser mi motivación constante y un ejemplo invaluable tanto en lo profesional como en lo personal. Y finalmente a mis amigos, que con su compañía, comprensión y ánimo hicieron más llevadera esta etapa, regalándome siempre su apoyo y amor sincero.

Llevaré siempre en mi corazón que todo es posible cuando se camina acompañado de las personas que uno ama.

I. Introducción

El continuo crecimiento de la tecnología digital es uno de los ejemplos más claros de los cambios innovadores que los profesionales de la odontología deben adoptar y que tienen el potencial de transformar la profesión¹. En los últimos años, el término "Odontología Digital" (uso de cualquier tecnología controlada por computadora o inteligencia artificial) se ha utilizado con frecuencia entre los profesionales de la odontología para innovar procedimientos, técnicas y tratamientos y obtener mejores resultados que los habituales. Esto, a su vez, justifica la situación de los procedimientos tradicionales.

Históricamente, François Duret, considerado el "padrino de la odontología", introdujo en 1970 los primeros enfoques digitalizados, limitados a la adquisición de imágenes, la planificación y el mecanizado digital mediante CAD/CAM. Actualmente, estos flujos de trabajo digitales han sido adoptados por una amplia gama de disciplinas², entre las cuales la ortodoncia y la ortopedia han sido una de las principales en adoptar el flujo digital, ya que requiere un análisis minucioso y grandes cantidades de datos para alcanzar un diagnóstico y un plan de tratamiento precisos.

Uno de los resultados más deseados en la práctica odontológica, especialmente en la pediátrica, es brindar una atención amigable y sin estrés. Los pacientes ortopédicos se enfrentan a diversos procedimientos desafiantes para los profesionales, ya que deben lidiar con problemas como el comportamiento infantil, el reflejo nauseoso, la aspiración accidental de cuerpos extraños y los problemas de asfixia, entre otros³. En respuesta a estos inconvenientes, se ha introducido un nuevo enfoque denominado Odontología Pediátrica Digital Ortho (Odontología DOP), que integra a la perfección la odontopediatría y la ortodoncia pediátrica con la tecnología⁴.

La llegada de las herramientas digitales ha marcado un hito evolutivo en la historia de la odontología, ofreciendo un gran potencial para su uso en la práctica clínica, con posibles beneficios tanto para el paciente como para el profesional.

La llegada de las herramientas digitales ha marcado un hito evolutivo en la historia de la odontología, ofreciendo una gran posibilidad de uso en la práctica clínica, con beneficios potenciales tanto para el paciente como para el profesional. Por lo tanto, el objetivo de este artículo es analizar y evaluar los beneficios y el impacto de la implementación del flujo digital en ortodoncia y odontopediatría, lo que ayudará a responder la pregunta de población, intervención, comparación y resultado (PICO): "¿La implementación del flujo digital en ortodoncia y odontopediatría genera beneficios en la práctica odontológica diaria?"

II. Materiales y métodos

Esta revisión sistemática se basa en los Elementos de Informe Preferidos para Revisiones Sistemáticas y Metaanálisis (PRISMA). La primera etapa de esta revisión sistemática incluyó la identificación de los elementos a evaluar, la creación de un PICO (P: pacientes pediátricos sometidos a tratamiento de ortodoncia u odontopediatría; I: pacientes en los que se ha utilizado el flujo digital para diagnóstico, planes terapéuticos y tratamiento; C: Flujo digital o técnica manual; O: Beneficios y preferencias del paciente) y la formulación de la pregunta de investigación: ¿Cuáles son los efectos periodontales a largo plazo de los retenedores fijos mandibulares? Los criterios de inclusión se establecieron de la siguiente manera: 1. Tipo de estudio: Revisiones sistemáticas, revisiones narrativas, estudios de casos y controles, estudios analíticos, estudios comparativos, artículos originales, ensayos clínicos e informes de casos clínicos. 2. Artículos publicados en los últimos cinco años. 3. En cualquier idioma disponible. 4. Disponibilidad de resúmenes y texto completo. Sin embargo, se excluyeron editoriales, cartas al editor y artículos de opinión. La búsqueda bibliográfica se realizó en diversas bases de datos, como PubMed/MEDLINE, Scopus, Web of Science, Scielo, Cochrane, Springer y Researchgate. La última búsqueda se realizó el 24 de octubre de 2023 en todas las bases de datos, sin filtro de idioma. La fórmula de búsqueda de artículos relevantes se realizó mediante combinaciones de palabras clave como: «Ortodoncia digital», «Odontología digital», «Ortodoncia de flujo digital», «Modelos dentales digitales», «Flujo digital en odontología pediátrica», «Ortodoncia 3D», «Odontología pediátrica digital moderna», «Diagnóstico digital», «Odontología pediátrica digital». Se seleccionaron los estudios publicados entre el 1 de enero de 2019 y el 31 de septiembre de 2023. La evaluación de la investigación para su inclusión en la revisión, la evaluación de la validez y la extracción de datos se realizaron de forma independiente y por duplicado por dos autores que no desconocían a los autores ni los resultados de la investigación. Los desacuerdos se resolvieron mediante discusión. La extracción de datos se realizó de forma independiente y por duplicado por dos revisores. Los datos extraídos incluyeron información sobre los autores, el año de publicación, el diseño del estudio, los objetivos, los resultados y las conclusiones principales. Se utilizó un formato estandarizado de extracción de datos para garantizar la coherencia y la integridad de la información recopilada.

III. Resultados

Inicialmente, se encontraron más de 120 artículos en diferentes bases de datos electrónicas. Tras revisar los títulos y las síntesis de estos artículos, se consideraron 35 relevantes para su inclusión en la presente revisión sistemática (Figura 1).

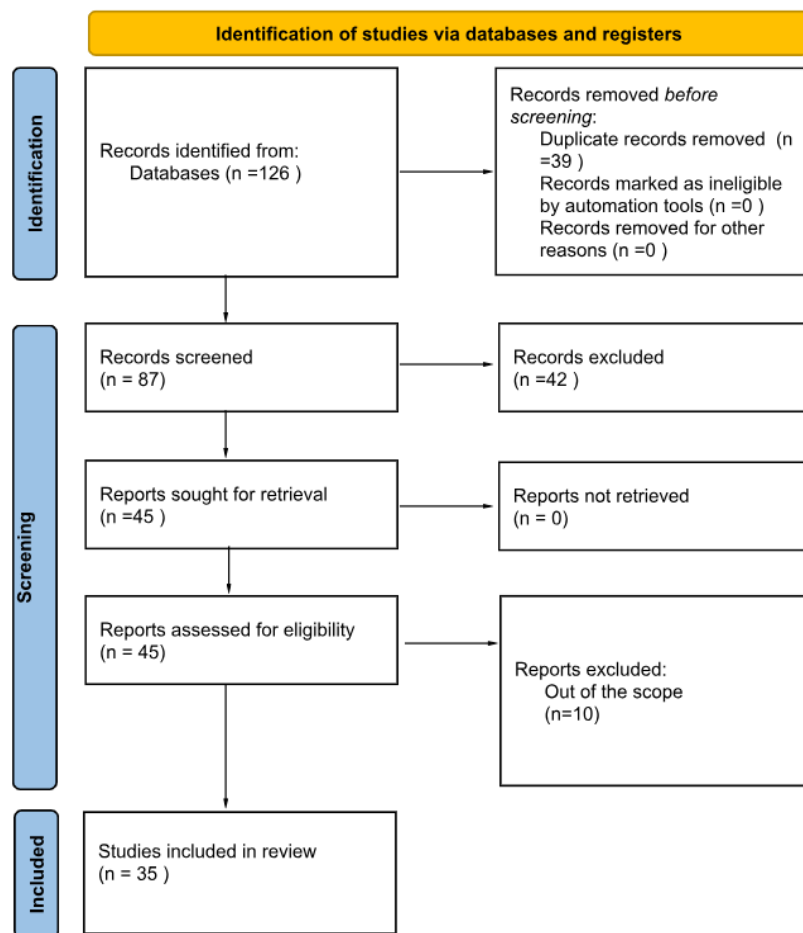


Figura 1. Diagrama de flujo de Prisma 2020 que representa el proceso de selección de estudios.

Los resultados evaluados se relacionan con las preferencias de los pacientes, así como con la descripción de los beneficios del uso del flujo digital en diferentes áreas, como el diagnóstico, el plan de tratamiento y el propio tratamiento. Además, se destacaron otros puntos importantes, como la relación entre el flujo digital y la educación.

3.1. Diagnóstico

3.1.1. Inteligencia Artificial

La IA (inteligencia artificial) está adquiriendo una importancia significativa en la sociedad, especialmente en odontología. Mejora la precisión diagnóstica, predice resultados y facilita la toma de decisiones clínicas mediante el análisis de grandes conjuntos de datos. La IA reduce los errores en el diagnóstico y el tratamiento, y utiliza técnicas como redes neuronales convolucionales y artificiales para la detección precisa de puntos de referencia, el análisis cefalométrico digital rápido y las predicciones del tratamiento⁵. A medida que la tecnología de

inteligencia artificial se incorpora a la práctica clínica y a los flujos de trabajo de ortodoncia, es importante evaluar y supervisar la calidad y la seguridad de los algoritmos de IA. Sin embargo, el aumento del número de algoritmos disponibles y las diferentes formas en que pueden afectar a los flujos de trabajo clínicos añade complejidad a su implementación⁶.

El Método Automatizado de Identificación de Puntos de Referencia para CBCT (ALICBCT) es una herramienta que se ha explorado e implementado como una extensión de la plataforma tridimensional (3D) Slicer. Este algoritmo es una robusta herramienta de identificación automatizada que utilizada tanto en entornos clínicos como de investigación. Su implementación permite actualizaciones continuas para lograr una mayor precisión en la colocación precisa y eficiente de puntos de referencia en diferentes estructuras craneofaciales. El uso de IA en este proceso beneficia tanto la investigación oral como los aspectos clínicos⁶.

3.1.2. Uso de CBCT

El diagnóstico de ortodoncia está cambiando de mediciones bidimensionales (2D) a 3D, gracias a la tomografía computarizada de rayos X de haz cónico maxilofacial (CBCT), que mejora la precisión diagnóstica. Se espera que esta tecnología cree nuevos métodos para determinar la oclusión óptima según la forma y la función maxilar de cada paciente. Sin embargo, durante la transición, es esencial vincular los datos 3D con los métodos 2D tradicionales, como los cefalogramas laterales, para evaluar las relaciones esqueléticas y dentales. El análisis cefalométrico basado en CBCT ha demostrado una menor variabilidad interoperador en comparación con los cefalogramas convencionales⁷.

3.1.3. Estereofotografía

Los resultados fueron similares a los obtenidos con Bellus3D, teniendo en cuenta que la curva de aprendizaje en Ceph 3D es más profunda, dado el conocimiento requerido para manejar los diferentes programas. En ortodoncia y ortopedia, la interpretación de la morfología y la posición de los tejidos blandos es crucial para un diagnóstico preciso. Las evaluaciones 3D permiten proyecciones ilimitadas para el análisis facial, lo que ayuda a predecir resultados tanto estéticos como funcionales. La tecnología True Depth ofrece una alternativa rentable y ergonómica. M. Beretta, F. Federici Canova, L. Zaffarano y A. Gianolio destacan aplicaciones para smartphones como Bellus3D, que permiten superponer escaneos faciales e intraorales. Otra opción es Ceph 3D, que combina múltiples herramientas de software para procesar y visualizar archivos, aunque su curva de aprendizaje es más pronunciada en comparación con Bellus3D. Ambos enfoques producen resultados similares⁸. Las fotografías faciales digitales tridimensionales tomadas con escáneres como Bellus3D Face Camera Pro y el sistema facial

3dMD ofrecen una veracidad clínicamente aceptable para el diagnóstico y la planificación del tratamiento. Según estudios, también se ha comprobado que su precisión muestra una buena repetibilidad de escaneo⁹.

3.1.4. Escáner intraoral: técnica manual vs. digital

Fue Charles Hull quien introdujo la primera tecnología tridimensional en 1986, basada en modelos CAD¹⁰. Las impresiones tridimensionales buscan replicar con precisión los dientes y los tejidos circundantes, optimizando el diagnóstico, la planificación y el tratamiento. A pesar de algunas limitaciones debido a errores en la adquisición de datos y el procesamiento de imágenes, ofrecen ventajas significativas sobre los métodos tradicionales, especialmente en la atención pediátrica. Estas ventajas incluyen la reducción del tiempo de trabajo, una mayor preferencia del paciente y una mayor precisión del modelo. Respecto al tiempo de trabajo, Francesco D-Ambrosio y otros¹¹ afirman que las impresiones digitales pueden escanear áreas sin terminar, lo que permite obtener retroalimentación en tiempo real, lo que reduce el tiempo de trabajo. Un punto importante es que, a diferencia de un error producido en una impresión tradicional, que solo se hace visible después del endurecimiento del material de colado, con el escáner intraoral, el operador puede trabajar inmediatamente en la imagen capturada, evitando por completo los procedimientos tradicionales de limpieza, desinfección y colado. También reduce el tiempo de envío y compartición con diferentes colegas y laboratorios para la toma de decisiones sobre el tratamiento. Mariana Francesca Sfondrini, Paola Gandini y colaboradores¹² demostraron tiempos de consulta y procesamiento significativamente más cortos que con las impresiones de alginato.

En cuanto a las preferencias de los pacientes, Hakan Yimaz y Merve Nur Aydin¹³ demostraron en su estudio que los pacientes pediátricos optan mayoritariamente por las impresiones digitales por su mayor comodidad, lo que mejora la experiencia de estos pacientes y contribuye a un mejor manejo del comportamiento. En términos de tiempo, no se observó una diferencia significativa en comparación con el método manual. Otra característica adicional que ofrecen los escáneres digitales es la impresión de segmentos, que facilita el manejo de pacientes pediátricos con dificultad para el cumplimiento terapéutico y dificultad para el manejo¹⁴. Un estudio reciente muestra cifras importantes en el cumplimiento terapéutico de los pacientes pediátricos: el 51 % de los niños opta por escáneres intraorales, el 29 % por los convencionales y el 20 % por otros sin preferencia. Se ha reportado que el 3,6 % de los niños se sienten estresados con los procesos digitales, en comparación con el 89,3 % con los métodos convencionales¹⁵. En cuanto a la precisión, algunos inconvenientes modifican la precisión de los modelos, por ejemplo en impresiones manuales, se presentan burbujas en grietas y rebordes marginales, así como flujo incompleto de alginato y desprendimiento de la

cubeta, por otro lado, una probable limitación en impresiones digitales es el tamaño del cabezal del escáner (puede ser difícil llegar a zonas posteriores en pacientes pediátricos¹⁶. Rahma Elnaghy y colaboradores¹⁷, evalúan la precisión de impresiones 3D en bebés con labio y paladar hendido, culminando su trabajo con la recomendación de utilizar métodos 3D como alternativa a las impresiones tradicionales, ya que, además de superar los desafíos y complicaciones en el manejo del paciente, reduce la carga de atención tanto para las familias como para los profesionales sanitarios. Gurav Gupta y colaboradores respaldan el uso del análisis 3D con su estudio sobre la fabricación de coronas de zirconio, en el que concluyen que el escaneo intraoral elimina las desventajas de los métodos manuales, como la dificultad para ajustar la corona, la imposibilidad de recortar excesos y la facilidad para realizar ajustes oclusales¹⁸.

Yasaman Etemand-Shahidi et al.¹⁹ apoyan el uso de la impresión 3D, especialmente en modelos de ortodoncia. Sin embargo, destacan que algunos factores como el grosor de la capa, el posprocesamiento del diseño de la base y el almacenamiento pueden alterar la precisión de los modelos. Wyatt A. Loflin y colaboradores²⁰ analizaron específicamente el efecto de la capa de impresión en la evaluación de modelos de ortodoncia impresos en 3D utilizando modelos tradicionales de yeso de ortodoncia como criterio estándar. Concluyeron que los modelos con una altura de capa de 100 μm muestran una mayor correlación con los modelos estándar de yeso de ortodoncia y una reducción en los tiempos de impresión, por lo que se han elegido y recomendado como potencialmente clínicamente aceptables para evaluar los resultados del tratamiento.

A pesar de las ventajas de las impresiones digitales, estas no han reemplazado por completo los métodos manuales en la práctica odontológica diaria. El estudio de Sabina Saccomanno y Stefano Saran²¹ reveló que la elección de la técnica de impresión depende del tipo de terapia y dispositivos de ortodoncia. Las impresiones digitales se utilizan con mayor frecuencia para terapias personalizadas, como los alineadores, generalmente preferidos por los adultos, mientras que las impresiones convencionales siguen siendo las predominantes para los dispositivos fijos. La adopción limitada de impresiones 3D se debe al alto costo de los escáneres intraorales y a la pronunciada curva de aprendizaje requerida para su uso.

3.2. Planificación y tratamiento

3.2.1. Software

La revolución digital en ortodoncia requiere hardware y software especializados para gestionar modelos en lenguaje de teselación estándar (STL) y otros archivos digitales. Algunos programas son propietarios, mientras que otros son de código abierto. Entre los

programas de código abierto más destacados se incluyen Blue Sky Plan, MeshMixer, ViewBox y Blender. Blue Sky Plan ofrece módulos útiles para visualización, ortodoncia y cirugía guiada, y la mayoría de sus funciones son gratuitas.

MeshMixer: permite la creación de objetos 3D, la reparación de mallas, la simulación y la evaluación de la oclusión del paciente (modelo virtual); similar a la preparación quirúrgica; diseño de bandas de ortodoncia; Diseñar cualquier otra estructura protésica u ortodóncica puede ser un desafío para quienes tienen conocimientos informáticos limitados.

ViewBox: ofrece acceso gratuito a herramientas nativas, aunque algunas tienen un límite de 30 segundos, y es eficaz para el análisis y la preparación de modelos.

Blender: se usa ampliamente para la edición 3D, pero su versión original es compleja. Si bien el software de código abierto tiene bajos costos operativos, suele tener una curva de aprendizaje más pronunciada; sin embargo, existen tutoriales gratuitos disponibles para ayudar a los usuarios a automatizar procesos y ahorrar tiempo²².

3.2.2. Reconstrucción e impresiones 3D

Los beneficios de la impresión 3D se destacan principalmente en las siguientes áreas: 1. Imágenes 3D con mayor precisión y similitud con la realidad. 2. La tecnología 3D es muy útil en la comunicación entre profesionales y pacientes. 3. Las imágenes 3D intraorales y extraorales pueden utilizarse para enriquecer y ampliar la investigación en odontología. 4. Reducir las molestias del paciente. 5. El tiempo y los pasos operatorios se reducen considerablemente. 6. Las imágenes pueden almacenarse en formato digital. 7. Evita la deformación del material de impresión y del modelo de yeso, a la vez que garantiza la autenticidad y la precisión del escáner²³. La tecnología de impresión 3D se ha convertido en un método ágil para generar prototipos, lo que ha cobrado relevancia recientemente. Existen diversas técnicas de impresión 3D: una de las más destacadas es la estereolitografía, que utiliza el método de fotopolimerización con la ayuda de un láser ultravioleta; otra técnica es la fusión selectiva por láser, que utiliza un láser de alta densidad; y el método Polyjet, que utiliza cabezales de impresión de tipo matriz que se mueven horizontal y verticalmente, y un rodillo que aplanan la capa superficial de resina²⁴.

3.3. Flujo digital y educación

La introducción de la tecnología digital en ortodoncia ha mejorado la experiencia tanto del paciente como del odontólogo. Los ortodoncistas tienen conocimiento, actitud y práctica de la ortodoncia digital. Los estudiantes conocen la disponibilidad de la ortodoncia digital y tienen una actitud positiva hacia su incorporación en su práctica habitual. Sin embargo, existe una

falta de práctica en ortodoncia digital, ya que, si bien los ortodoncistas tienen conocimientos adecuados y una actitud positiva hacia ella, no la aplican a diario en su práctica²⁵.

3.4 Otras aplicaciones de la tecnología digital en ortodoncia y odontopediatría

3.4.1. Alineadores en ortodoncia

Los sistemas de alineadores transparentes se han utilizado en ortodoncia durante años y ofrecen varias ventajas sobre los aparatos tradicionales, como mejor estética, menos dolor, menor tiempo en la consulta y menos urgencias. Pueden acortar el tiempo de tratamiento en casos leves a moderados sin extracciones, pero no existe un consenso claro sobre su impacto en la higiene bucal, con mínimas diferencias en las lesiones de placa y esmalte. Sin embargo, persisten las preocupaciones sobre los efectos sistémicos de los alineadores, en particular la posible toxicidad de las resinas 3D utilizadas en estos dispositivos. Se necesita más investigación, especialmente sobre su impacto en la fertilidad en pacientes jóvenes, un grupo clave de usuarios²⁶.

Uno de los principales objetivos del tratamiento de ortodoncia durante la fase de dentición mixta es expandir la arcada maxilar para facilitar la correcta alineación dental y corregir las maloclusiones sagitales y verticales. El sistema Invisalign First® (Align Technology, Santa Clara, CA, EE. UU.) se ha identificado como una opción eficaz para niños en crecimiento que requieren el desarrollo de la arcada maxilar. La investigación realizada por Gonçalves A et al. demostró que el sistema Invisalign First® puede aumentar la anchura de la arcada con una eficacia comparable a la de los aparatos removibles tradicionales utilizados para la expansión maxilar. Sin embargo, se observa que tanto los alineadores Invisalign First® como los expansores removibles convencionales son menos eficaces que los aparatos cementados para lograr estos resultados²⁷.

IV. Discusión

Este estudio destaca que la tecnología sirve como una herramienta valiosa en la planificación e implementación de tratamientos, particularmente dentro de la ortodoncia y la ortopedia. Mayma Natasha M et al.²⁸, respaldan esta afirmación, concluyendo que Digital Flow no solo reduce el tiempo de trabajo, sino que también permite la creación de aparatos complejos con alta precisión. Las ventajas de esta tecnología benefician tanto a los pacientes como a los profesionales. Proporciona imágenes en 3D, impresiones, entornos virtuales y fotografías, que, al combinarse con una preparación profesional exhaustiva, mejoran la integración de los elementos del tratamiento. Este enfoque mejora la comunicación con los pacientes y otros

profesionales. En niños, el uso de la tecnología ha demostrado ser beneficioso en términos de comodidad y eficacia del tratamiento. Sin embargo, la integración de nuevas tecnologías en el cuidado de pacientes jóvenes ha sido lenta, con pocos ensayos clínicos disponibles. Abdulrahman A. et al. indican que, si bien la calidad de la impresión 3D está mejorando y ganando popularidad en odontología, existe una necesidad apremiante de estudios clínicos a largo plazo para establecer estándares y garantizar la implementación segura de la impresión 3D en la práctica dental²⁹. Según las expectativas y la satisfacción del paciente, el uso del escaneo intraoral puede ayudar tanto al paciente como al operador a determinar aspectos y tomar decisiones con mayor precisión. Además, presenta diversas utilidades en el área de la ortodoncia y la ortopedia, como: expansores: estos aparatos pueden sintetizarse con láser directamente a partir de archivos STL, lo que proporciona bandas individualizadas; aparatos funcionales; sistemas de alineadores; aparatos labiales³⁰. Taís de Moraes Alves da Cunha, Inessa de Silva Barbosa y Karolinne Kaila Palma respaldan esta idea con su investigación, que concluye que la cementación indirecta y la extracción virtual de brackets reducen el tiempo de tratamiento en ortodoncia, eliminan pasos clínicos y de laboratorio, lo que favorece una mayor comodidad del paciente, mayor precisión y previsibilidad. Destacan que una posible limitación para la adopción de sistemas CAD/CAM en la práctica diaria es el coste económico y la necesidad de formación profesional³¹. La fabricación aditiva, también conocida como impresión 3D, una herramienta utilizada para el diagnóstico y el tratamiento en nuestro ámbito, sustituye materiales por datos digitales a través del flujo de trabajo CAD/CAM. Andrea Scribante, et al., en su revisión, destacan el potencial del flujo de trabajo digital en odontología, que abarca el uso de la impresión 3D. Evidencian varias ventajas, como la precisión, la comodidad del paciente, tiempos más cortos y menores costos ambientales. Por el contrario, algunas desventajas aún están relacionadas con esta tecnología (costos, curva de aprendizaje más larga, derivación a laboratorios técnicos específicos y riesgos para la salud)³². Investigaciones, incluido un estudio de Luqmani et al.³³, indican una fuerte preferencia de los pacientes por el escaneo intraoral sobre los modelos de yeso convencionales, con un 91% de los participantes que prefieren el método digital. Vincenzo Ronsivalle y colegas destacaron que las tecnologías digitales mejoran la recopilación de datos, la comunicación y la creación de dispositivos personalizados. Sin embargo, enfatizaron que la transición de lo analógico a lo digital requiere tiempo y la consideración de la Curva de aprendizaje asociada a la experiencia de los profesionales. A pesar de estos desafíos, la inversión en tecnologías digitales promueve un flujo de trabajo más eficiente, moderno y fácil de usar en las consultas dentales³⁴. Actualmente, se puede desarrollar un plan de tratamiento 3D interactivo utilizando modelos digitales, lo que permite configuraciones virtuales y la colocación asistida de brackets. Un estudio de Paolo Albertini et al. reveló que tres sistemas digitales de colocación de brackets evaluados fueron

igualmente precisos, sin que ninguna opción fuera estadísticamente superior. Las ventajas de estas tecnologías para los ortodoncistas incluyen configuraciones de diagnóstico, simulaciones virtuales de extracciones y cementación asistida por computadora. Además, los modelos digitales requieren menos espacio de almacenamiento en comparación con los modelos de yeso y permiten el análisis tridimensional de los movimientos dentales en casos multidisciplinarios, lo que aporta numerosos beneficios a la consulta ortodóncica moderna³⁵.

V. Conclusiones

Se concluye que la implementación de un flujo digital en ortodoncia y odontopediatría mejora la práctica diaria al optimizar la comunicación entre pacientes, dentistas y técnicos. Facilita un mejor diagnóstico, guía las decisiones del paciente respecto a la aceptación del tratamiento y aumenta la comodidad de los pacientes pediátricos. El uso de CBCT mejora la precisión diagnóstica y permite la cefalometría 3D. La estereofotogrametría facilita el diagnóstico extraoral y predice resultados estéticos y funcionales. El escaneo intraoral es ideal para pacientes pediátricos, ya que reduce el tiempo total de trabajo. El software dental moderno de código abierto, aunque requiere una curva de aprendizaje más pronunciada, permite la modificación del modelo y los ajustes del tratamiento. Además, las impresiones digitales garantizan la autenticidad y precisión de los escaneos, lo que se traduce en un mayor realismo en la planificación del tratamiento.

Referencias

- Alqahtani J.; Alhemaidi, G.; Alqahtani, H.; Abufhandar, A.; AlSaadi, R.; Algarni, I.; et al.. Digital Diagnosis and Orthodontic Practice. J Health Sci. 2022; 2(6). <http://dx.doi.org/10.52533/JOHS.2022.2605>
- Ramada, K.A.; Kamal, A.; Ibrahim, M.; Hatem, M.; Roshdy, Y.; Fayed, M.M. Digital Orthodontis: An overview. MSA J Dent. 2023; 2(2): 4953. <http://dx.doi.org/10.21608/msadj.2023.211756.1020>
- Beretta, M.; Canova, F.F.; Zaffarano, L.; Gianolio, A. DOP Dentistry: Digitally embracing orthodontics and paediatric dentistry. Eur J Paediatr Dent.2022; 23(4). DOI: 10.23804/ejpd.2022.23.04.08
- Khan, M.K. Modern Digital Pediatric Dentistry with the Advent of Intraoral Sensors, Computer-Aided Design/Computer-Aided Manufacturing, and Three-dimensional Printing Technologies: A Comprehensive Review. J Dent Res. .2022; 9:195-201. https://doi.org/10.4103/jdrr.jdrr_83_22

- Huqh, M.Z.U.; Abdullah, J.Y.; Wong, L.S.; Jamayet, N.B.; Alam, M.K.; Rashid, Q.F. et al. Clinical Applications of Artificial Intelligence and Machine Learning in Children with Cleft Lip and Palate—A Systematic Review. *Int. J Environ Res. Public Health*. 2022, 19, 10860. <https://doi.org/10.3390/ijerph191710860>
- Gillot, M.; Miranda, F.; Baquero, B.; Ruellas, A.; Gurgel, M.; Al Turkestani, N. et al. Automatic landmark identification in cone-beam computed tomography. *Orthod Craniofac Res*. 2023; 26: 560-567. <https://doi.org/10.1111/ocr.12642>
- Ogawa, N.; Miyazaki, Y.; Kubota, M.; Huang, J.C.; Miller, A.J.; Maki, K. Application of cone beam CT 3D images to cephalometric analysis. *Orthod Waves*. 2019;69(4):138–50. <http://dx.doi.org/10.1016/j.odw.2010.06.004>
- Beretta, M.; Canova, F.F.; Zaffarano, L.; Gianolio, A. Face Scan for Ceph 3D: a reen way for diagnosis in children. *Eur J Paediatr Dent*. 2022;23 (3): 201-203. <https://doi.org/10.23804/ejpd.2022.23.03.06>
- Liu, J.; Zhang, C.; Cai, R.; Yao, Y.; Zhao, Z.; Liao, W. Accuracy of 3-dimensional stereophotogrammetry: Comparison of the 3dMD and Bellus3D facial scanning systems with one another and with direct anthropometry. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*.2021;160(6):862–71. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2021.04.020>
- 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: 2-19. <https://doi.org/10.1155/2021/9950131>
- D'Ambrosio, F.; Giordano, F.; Sangiovanni, G.; Di Palo, M.P.; Amato, M. Conventional versus Digital Impression techniques: What is the Future? An Umbrella Review. *Prosthesis*. 2023, 5 (3):851-875. <https://doi.org/10.3390/prosthesis5030060>
- Sfondrini, M.F.; Gandini, P.; Malfatto, M.; Di Corato, F.; Trovati, F.; Scribante, A. Computerized Cast for Orthodontic Purpose Using Powder-Free Intraoral Scanners: Accuracy, Ececution Time, and Patient Feedback. *BioMed Res. Int*. 2018; 8. <https://doi.org/10.1155/2018/4103232>
- Yilmaz, H.; Aydin, M.N. Digital versus conventional impression method in children: Comfort, preference and time. *Int. J. Paediatr. Dent*. 2019; 29 (6): 728-735. <https://doi.org/10.1111/ipd.12566>
- Vij, A.A.; Reddy, A. Using digital impression to fabricate space maintainers: A case report. *AACE Clin*.2020; 8 (7): pages 1274-1276. <https://doi.org/10.1002/ccr3.2848>

- Serrano-Velasco, D.; Matín-Vacas, A.; Paz-Cortés, M.M; Giovanni, G.; Cintora-Lopez, P.; Aragonese, J.M. Intraoral scanners in children: evaluation of the patient perception, reliability and reproducibility, and chairside time-A systematic review. *Front Pediatr.* 2023; 11: 1213072. <https://doi.org/10.3389/fped.2023.1213072>
- Liczanski, K.; Stamm, T.; Sauerland, C.; Blanck-Lubarsh, M. Accuracy of intraoral scans in the mixed dentition: a prospective non-randomized comparative clinical trial. *Head Face Med.* 2020; 16 (11). <http://dx.doi.org/10.1186/s13005-020-00222-6>
- ElNaghy, R.; Amin, S.A.; Hasanin, M. Evaluating the accuracy of intraoral direct digital impressions in 2 infants with unilateral cleft lip and palate compared with digitized conventional impression. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2022; 162 (3): pages 403-409. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2021.09.015>
- Gupta, G.; Gupta, R.K.; Priyanka, G.; Neelja, G. Digital Impressions and Immediate Chairside Zirconia Croens In Paediatric Dentistry: A Case Report. *Int. J. Paediatr. Dent.* 2021; 5 (4): pages 443-446. <http://dx.doi.org/10.32474/IPDOAJ.2021.05.000216>
- Etemad-Shahidi, Y.; Qallandar, O.B.; Eveden, J.; Alifui-Segbaya, F.; Ahmed, K.E. Accuracy of 3-Dimensionally Printed Full-Arch Dental Models; A Systematic Review. *J. Clin Med.* 2020; 9(10). 3357. <https://doi.org/10.3390/jcm9103357>
- Loffin, W.A.; English, J.D.; Borders, C.; Harris, L.M.; Moon, A.; Holland, J.N. et al. Effect of print layer height on the assessment of 3D-printed models. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2019; 156(2). <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.02.013>
- Saccomanno, S.; Saran, S.; Vanella, V.; Mastrapasqua, R.F.; Raffaelli, L.; Levrini, L. The Potential of Impression in Orthodontics. *J Dent* . 2022; 10(8): 147. <https://doi.org/10.3390/dj10080147>
- Canova, F.; Oliva, G.; Beretta, M.; Dalessandri, D. Digital (R)Evolution: Open-Source Softwares for Orthodontics. *Appl. Sci.* 2021, 11, 6033. <https://doi.org/10.3390/app11136033>
- Cen, Y.; Huang, X.; Liu, J.; Qin, Y.; Wu, X.; Ye, S.; et. al. Application of three-dimensional reconstruction technology in dentistry: a narrative review. *BMC Oral Health.* 2023, 23 (630): 2-21. <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03142-4>
- Rishi, T.; Namita, K.; Amit, K.; Khadeeja, M.; Neetu, G. Three-dimensional printing: Fine-tuning of the face of pediatric dentistry. *J Res Dent Sci.* 2022; 13: 25-31. http://dx.doi.org/10.4103/srmjrd.srmjrd_6_22

- Goyal, S.; Kulakrni, N.B. Assessment of knowledge, attitude and practice of digital orthodontics among orthodontists and Orthodontic Residents in Gujarat: A questionnaire study. *J Oral Biol Craniofacial Res.* 2022;1–8. <http://dx.doi.org/10.31487/j.dobcr.2022.02.01>
- Ines,F.; Baptista, A.; Ribeiro, M.; Marques, F.;Travassos, R.; Nunes, C. et al. The biological effects of 3D resins used in Orthodontics: A systematic review. *Bioeng.* 2022, 9(1):15. <https://doi.org/10.3390/bioengineering9010015>
- Gonçalves, A.; Ayache, S.; Monteiro, F.; Silva, F.S.; Pinho T. Efficiency of Invisalign First® to promote expansion movement in mixed dentition: a retrospective study and systematic review. *Eur J Paediatr Dent.* 2023,24(2):112-123. <http://dx.doi.org/10.23804/ejpd.2023.1754>
- Mayma, N.M.; Suchil, N.C.; Dilip, S.; Priya, K.; Davis, D.; Shreya, K. et al. Orthodontics in the Era of Digital Innovation-A Review. *J Evol Med Dent Sci.* 2021; 10(28): 2114-2121. <http://dx.doi.org/10.14260/jemds/2021/432>
- Abdulrahman A.B.; Martini, I.; Mokeem,L.; Alsaifi, R.; Majeed-Saidan,A.; Hathal H.A. et al. Three-dimensional (3D) printing in dental practice: Applications, areas of interest, and level of evidence. *Clin. Oral Investig.* 2023; 27: 2465-2481. <https://doi.org/10.1007/s00784-023-04983-7>
- Lars, C. Digital workflows in contemporary orthodontics. *APOS Trends Orthod.* 2019;7 (1): 12-18. <http://dx.doi.org/10.4103/2321-1407.199180>
- Cunha, T.M.A.D.; Barbosa, I.D.S.; Palma, K.K. Orthodontic digital workflow: devices and clinical applications. *Dent Press J. Orthod.* 2021; 26 (6): e21spe6. <https://doi.org/10.1590/2177-6709.26.6.e21spe6>
- Scribante, A.; Gallo, S.; Pascadopoli, M.; Canzi, P.; Marconi, M.; Montasser, M.A. et al.. "Properties of CAD/CAM 3D Printing Dental Materials and Their Clinical Applications in Orthodontics: Where Are We Now?" *Appl.Sci.*2022, 12, no. 2: 551. <https://doi.org/10.3390/app12020551>
- Luqmani, S.; Jones, A.; Andiappan, M.; Cobourne, M.T. A comparison of conventional vs automated digital Peer Assessment Rating scoring using the Carestream 3600 scanner and CS Model+ software system: A randomized controlled trial. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2020;157(2):148-155.e1. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.10.011>

Ronsivalle, V.; Ruiz, F; Lo Giudice, A.; Carli, E.; Venezia,P.; Isola, E.; et al. "From Reverse Engineering Software to CAD-CAM Systems: How Digital Environment Has Influenced the Clinical Applications in Modern Dentistry and Orthodontics" Appl. Sci. 2023, 13, no. 8: 4986. <https://doi.org/10.3390/app13084986>

Albertini, P.; Tremaroli, M.; Cremonini, F.; Palone, M. Comparison of Bracket Position Accuracy with Different CAD/CAM Indirect Bonding Systems. *Pesqui Bras Odontopediatria Clín Integr* .2021, 21, e210028. <https://doi.org/10.1590/pboci.2021.165>