

Flujo digital en ortodoncia, ¿estamos preparados?

Ney Paredes ^{1,a}

¹ University of California Los Angeles, Escuela de Odontología, Sección de Ortodoncia, Los Ángeles, Estados Unidos de América.

^a Orthodontist, Master of Sciences in Oral Biology.

Correspondencia:

Ney Paredes: neyalbertoparedes@gmail.com
UCLA School of Dentistry, Section of Orthodontics,
Center for Health Science, Room 63-082 CHS, 10833 Le
Conte Ave, Box 951668, Los Angeles, CA 90095-1668.
ORCID: 0000-0002-7679-7867

Editor:

Luciano Soldevilla Galarza
Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú.

Conflicto de intereses: el autor declara que no existe conflicto de intereses para la presente nota científica.

Fuente de financiamiento: ninguno

Recibido: 26/08/22

Aceptado: 12/09/22

Publicado: 21/10/22

Digital flow in orthodontics, are we ready?

Resumen

En los últimos años, los escáneres intraorales y las impresoras en tres dimensiones han revolucionado muchos aspectos de la odontología general, y la ortodoncia no ha sido ajeno a ello. Algunos claros ejemplos de este avance han sido: la posibilidad de impresión inmediata de registros intraorales obtenidos de forma digital, la previsualización de los objetivos de tratamiento, la confección de guías para el pegado de brackets de forma indirecta, el desarrollo de los sistemas de alineadores a través de compañías y la posibilidad de fabricarlos en el consultorio dental (in-office) y, la adaptación y el diseño de aparatos ortodónticos con impresión directa de resina y de aleación metálica. El objetivo de la presente nota científica es describir algunos avances del flujo digital en el campo de la ortodoncia.

Palabras clave: Equipos y suministros; Ortodoncia; Sistemas de registros médicos computarizados; Tecnología biomédica; Registros electrónicos en salud (fuente: DeCS BI-REME).

Abstract

Recently, intraoral scanners and 3D printers have revolutionized many aspects of general dentistry, including orthodontics. Some examples of this progress have been the possibility of immediate printing of digital intraoral records, the pre-visualization of treatment objectives, the preparation of indirect bonding guides for braces, the development of aligner systems through companies and the possibility of in-office manufacture and, the adaptation and design of orthodontic appliances with resin and metal alloy direct printing. The objective of this scientific note is to describe some advances of the digital flow in orthodontics.

Keywords: Equipment and supplies; Orthodontics; Medical records systems; computerized; Biomedical Technology; Electronic health records (source: MeSH NLM).

Introducción

A la fecha, la tecnología digital ha tocado cada uno de los aspectos de la ortodoncia, abordando más allá de la obtención y almacenamiento de los registros clínicos. Hasta hace algunos años, los especialistas en ortodoncia fuimos partícipes directos de la transición de las cámaras analógicas a las cámaras digitales¹. Como con toda innovación, tomó un determinado tiempo para la adaptación. Sin embargo, la obtención, guardado y manejo inmediato de las fotografías representaron insuperables ventajas². De igual forma, la evolución de las radiografías convencionales a radiografías digitales, significaron un desafío por la utilización de nuevos equipos y la inclusión de softwares. Pero el procesado rápido de los archivos digitales con una mayor resolución y menor dosis de radiación convencieron a los ortodontistas de su eficiencia^{3,4}. De igual forma, la tecnología digital en ortodoncia se ha vuelto continuamente más importante, estableciendo nuevas reglas en el flujo de trabajo⁵⁻⁸. Con el correr del tiempo, más procesos en el manejo del paciente están siendo trasladado a un ambiente virtual, desde el diagnóstico y los objetivos visuales del plan de tratamiento hasta la adaptación y, el diseño y fabricación personalizado de los aparatos ortodónticos⁹. El propósito de la presente nota científica es describir algunos avances del flujo digital en la especialidad de ortodoncia.

Cuerpo de la nota

Los escáneres intraorales han abierto paso a la obtención inmediata de récords dentales que son almacenados de forma digital y que, de ser requerido pueden ser impresos con resina compatible a impresoras digitales. Además, la precisión de los registros con escáneres intraorales, son similares o inclusive superiores a los obtenidos de forma convencional con alginato⁹. Estos dispositivos nos permiten hacer una impresión digital directa tanto de la superficie del medio oral como de las estructuras dentarias, mediante la emisión de un haz de luz y el análisis de su retorno, capturando la geometría del objeto¹⁰. Esto reemplaza al proceso engorroso de la toma de impresiones con alginato y hace más amigable la relación del ortodontista con el paciente al evitar, los no menos comunes, reflejos nauseosos asociados. Además, se evitan los procesos de empaquetado y envío de las impresiones, ya que los registros virtuales pueden ser enviados por correo electrónico a cualquier laboratorio en el mundo que use esta tecnología⁹. Así mismo, el análisis de los modelos de estudio, como por ejemplo el análisis de Bolton y set-up de modelos pueden ser automatizados aumentando enormemente su precisión y disminuyendo el tiempo de trabajo para los profesionales¹¹. Sin embargo, los escáneres intraorales no son nueva tecnología. Un prototipo de impresión digital fue presentado en los años 80 en un congreso de odontología restauradora. Pero no fue hasta el año 2008, en que el primer sistema de impresión digital para consultorio dental capaz de escanear arcadas completas (Cadent iTero), estuvo disponible en el mercado^{10,12}.

De igual forma tenemos la tecnología de tomografía computarizada cone beam (TCCB), la cual nos abrió la posibilidad de estudiar el sistema craneofacial en tres dimensiones¹³. La TCCB se transformó progresivamente en una herramienta importante para el diagnóstico y plan de tratamiento de cierto tipo de maloclusiones complejas. Ejemplo de ello, son los casos que involucran planificación para cirugía ortognática, la exacta localización de piezas supernumerarias y problemas de la articulación temporomandibular¹³⁻¹⁵. Sin embargo, esta herramienta nos permite estudiar tan solo las estructuras óseas y dentarias.

Así mismo, la aparición de las fotografías faciales en 3D en Ortodoncia permitieron un completo análisis facial del paciente. En un proceso libre de radiación, el láser escanea la geometría facial y mediante unas cámaras digitales se capturan las texturas del color¹⁶. Al combinarse estos archivos fotográficos 3D con TCCB, fue posible la visualización de los tejidos blandos faciales en relación con las partes duras craneofaciales incluidos los dientes. Ello permitió una mejor comunicación con el paciente a través de simulaciones por tratamientos ortodónticos, ortopédicos o quirúrgicas y, con otros especialistas para la planificación de tratamientos interdisciplinarios^{5,7}.

Sin embargo, la tan sola combinación de los registros del escáner dental, que contienen dientes y tejidos gingivales, con los registros de la TCCB, que contiene las estructuras óseo-dentarias, nos permite obtener la fusión de los tejidos óseos, dentarios y gingivales en un solo archivo¹⁶. Para ello, es necesario utilizar un software como por ejemplo: Geomagic Studio 12 software (3D Systems, Morrisville, Carolina del Norte, USA) o 3 Shape software (TRIOS® Intraoral Scanners, Copenhagen, Denmark)¹⁷⁻¹⁹. La fusión de estos dos tipos de archivos digitales se logra de forma semiautomática mediante la selección de tres puntos de referencia dentales en común entre los archivos de la TCCB y del escáner intraoral. El producto final es un único archivo de tipo STL de las siglas en inglés "stereolithography"²⁰. El formato de archivo STL es el formato de transmisión de datos estándar por excelencia de la industria de creación rápida de prototipos y puede ser utilizado para los sistemas CAD-CAM (de las siglas en inglés "computer aid design – computer aid manufacturing") para el diseño y manufactura de aparatos dentales / ortodónticos asistidos por computadora²¹.

Las impresoras digitales en 3D, al principio, solo permitían imprimir con resinas. Sin embargo, ahora es posible imprimir aparatos metálicos en ortodoncia. Recientemente Graf *et al.* presentaron el primer flujo cuasi completamente digital para la impresión de las estructuras metálicas a soldarse a los expansores ortodónticos²². Dichas estructuras metálicas fueron diseñadas con software CAD-CAM y luego el modelo en STL fue trasladado a una impresora de metales para su fabricación. La impresora fabricó la estructura metálica capa por capa con una aleación de cromo cobalto a través de un proceso de fusión láser (sinterizado). Los pasos no digitales fueron: la adición del expansor, el tratamiento de superficie de

las bandas en forma de silla de montar y el electropulido²². Cabe resaltar, que para dicho flujo digital, las bandas en forma de silla de montar reemplazaron a las bandas convencionales. Como se sabe, las bandas sinterizadas pueden ser adheridas a la superficie dentaria a través de elementos de adhesión estándar para metales. Ejemplo de ello son Scotchbond (3M Unitek) como primer y Transbond XT (3M Unitek) agente de cementación para zonas pequeñas de adhesión o Ultra Band-Lok (Reliance) para zonas de mayores dimensiones. De igual forma otros aparatos pueden ser diseñados e impresos, como es el caso de estructuras de bandas sinterizadas y armazón metálico para Herbst, arcos linguales, mesializadores, distalizadores y aparatos asociados a minitornillos^{17,18,23}. La impresión directa de metales nos abre un abanico inmenso de posibilidades ya que es posible la personalización de la aparatología. Otras notables ventajas incluyen: mayor precisión y estandarización del proceso, mejor comunicación con el laboratorio, disminución en la cantidad de desperdicios del laboratorio (ya que los modelos a base de resina no son reciclables), una mayor facilidad y mejor respuesta de parte del paciente en el momento del asentamiento de las diferentes aparatologías a través de bandas sinterizadas y la eliminación de colocación de ligas separadoras en los pacientes con el malestar asociado^{9, 23}.

Otro claro ejemplo del uso del avance de la tecnología digital en Ortodoncia es la planificación de la colocación de los expansores maxilares asociados a minitornillos, MARPE, por sus siglas en inglés “*Miniscrew-assisted rapid palatal expanders*”^{17,18,24}. Como se sabe, muchas veces la sutura media palatina no sigue una línea uniforme con respecto al rafe medio palatino. Si solamente nos guiáramos para la planificación de

la posición del MARPE con la ayuda de modelos de estudio vaciados en yeso y TCCB, se correría el riesgo de colocar el MARPE de forma asimétrica ya que la asimetría del hueso maxilar se puede dar en los planos vertical, horizontal y sagital²⁵. Además, debido a que los tejidos blandos no necesariamente siguen fidedignamente la configuración ósea maxilar, las compensaciones que podríamos generar en los modelos en yeso no podrían ser suficientes, corriendo el riesgo de perforar el septum y/o estructuras del paquete neurovascular. No obstante, estas desventajas del sistema de planificación convencional de colocación del MARPE, pueden ser evitadas con un flujo digital. Al fusionar los archivos de los escáneres intraorales con los archivos de la TCCB, nuestro producto final, como único archivo STL, puede ingresarse en ciertos programas ortodóntico-digitales como Rhinoceros (v.6, Robert McNeel & Associates, Seattle, Washington USA). Este es un software donde podemos introducir, crear y adaptar modelos virtuales de aparatos ortodónticos. Cantarella et al., utilizando Rhinoceros, describieron la metodología para la planificación tridimensional de la posición de un tipo de MARPE, el expansor esquelético maxilar (MSE por sus siglas en inglés “*Maxillary Skeletal Expander*”)^{17,18}. Adicionalmente, con el mismo software, pudieron agregar el modelo virtual del MSE y adaptarlo espacialmente con respecto al maxilar añadiendo modificaciones y/o extensiones que posteriormente pudieron ser impresos y soldados de forma digital. Las figuras 1 y 2 describen los pasos generales del flujo ortodóntico convencional en comparación al digital para la confección y colocación de un expansor esquelético maxilar en pacientes.



Figura 1. Ejemplo de flujo ortodóntico convencional para el diseño, elaboración y colocación de un expansor esquelético maxilar en un paciente



Figura 2. Ejemplo de flujo ortodóntico digital para el diseño, elaboración y colocación de un expansor esquelético maxilar en un paciente

No obstante, el flujo digital en ortodoncia también ha sido introducido para la confección de aparatos ortopédicos. De esta forma Graf *et al.* desarrollaron una metodología para la confección del *Twin Block* de forma totalmente digital²⁶. En su forma convencional, estos aparatos requieren una toma de impresión, registro de mordida y montaje de los modelos de estudio en un articulador para su fabricación con acrílico, lo cual requiere por lo general un laboratorio. Ello hace el proceso más largo y costoso. Sin embargo, ahora el *Twin Block* puede ser confeccionado de manera completamente digital ya que además no se necesitan imprimir los récords intraorales digitales ya que los modelos de estudio pueden ser virtualmente manipulados hacia una relación de corrección de Clase I con suficiente espacio para la impresión del acrílico interoclusal²⁶.

Conclusiones

Sin lugar a duda, el flujo digital y la tecnología CAD-CAM en ortodoncia han aparecido para quedarse y poco a poco irán involucrándose en nuestra práctica diaria. A pesar de que tome un tiempo, el ortodoncista se irá convenciendo de equiparse con escáneres intraorales en sus consultorios dentales. ¿Estamos preparados? Sólo queda capacitarse en estas nuevas tecnologías, en un mundo globalizado, que nos estimula a no quedarnos atrapados en el pasado.

Referencias bibliográficas

- Hutchinson I, Ireland AJ, Stephens CD. Digital cameras and orthodontics: an overview. *Dent Update*. 1999;26(4):144-9. DOI: 10.12968/denu.1999.26.4.144.
- Sandler J, Murray A. Digital photography in orthodontics. *J Orthod*. 2001;28(3):197-201. DOI: 10.1093/ortho/28.3.197.
- Tanna NK, AlMuzaini A, Mupparapu M. Imaging in Orthodontics. *Dent Clin North Am*. 2021;65(3):623-41. DOI: 10.1016/j.cden.2021.02.008.
- Chen YJ, Chen SK, Chang HF, Chen KC. Comparison of landmark identification in traditional versus computer-aided digital cephalometry. *Angle Orthod*. 2000;70(5):387-92. DOI: 10.1043/0003-3219(2000)070<0387:COLIIT>2.0.CO;2.
- De Riu G, Meloni SM, Baj A, et al. Computer-assisted orthognathic surgery for correction of facial asymmetry: results of a randomised controlled clinical trial. *Br J Oral Maxillofac Surg* 2014;52(3):251-7. DOI: 10.1016/j.bjoms.2013.12.010.
- Aboul-Hosn Centenero S, Hernandez-Alfaro F. 3D planning in orthognathic surgery: CAD/CAM surgical splints and prediction of the soft and hard tissues results - our experience in 16 cases. *J Craniomaxillofac Surg*. 2012;40(2):162-8. DOI: 10.1016/j.jcms.2011.03.014.
- Cevidane LH, Tucker S, Styner M, et al. Three-dimensional surgical simulation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010;138(3):361-71. DOI: 10.1016/j.ajodo.2009.08.026.
- Fleming PS, Marinho V, Johal A. Orthodontic measurements on digital study models compared with plaster models: a systematic review. *Orthod Craniofac Res*. 2011;14(1):1-16. DOI: 10.1111/j.1601-6343.2010.01503.x.

9. Tarraf NE AD. Present and the future of digital orthodontics. *Seminars in Orthodontics* 2018;24(4):10. DOI:10.1053/J.SODO.2018.10.002.
10. Christopoulou I, Kaklamanos EG, Makrygiannakis MA, et al. Intraoral Scanners in Orthodontics: A Critical Review. *Int J Environ Res Public Health* 2022;19(3):1407. DOI: 10.3390/ijerph19031407.
11. Suryajaya W, Purbiati M, Ismah N. Accuracy of digital dental models and three-dimensional printed dental models in linear measurements and Bolton analysis. *F1000Res.* 2021;10:180. DOI: 10.12688/f1000research.31865.2.
12. Birnbaum NS, Aaronson HB. Dental impressions using 3D digital scanners: virtual becomes reality. *Compend Contin Educ Dent.* 2008;29(8):494,496,498-505.
13. Abdelkarim A. Cone-Beam Computed Tomography in Orthodontics. *Dent J (Basel).* 2019;7(3):89. DOI: 10.3390/dj7030089.
14. Colceriu-Simon IM, Baciut M, Stiufuc RI, et al. Clinical indications and radiation doses of cone beam computed tomography in orthodontics. *Med Pharm Rep.* 2019;92(4):346-51. DOI: 10.15386/mpr-1434.
15. Leonardi R. Cone-beam computed tomography and three-dimensional orthodontics. Where we are and future perspectives. *J Orthod.* 2019;46(1_suppl):45-48. DOI: 10.1177/1465312519840029.
16. de Menezes M, Rosati R, Allievi C, Sforza C. A photographic system for the three-dimensional study of facial morphology. *Angle Orthod.* 2009;79(6):1070-7. DOI: 10.2319/111008-570.
17. Cantarella D, Karanxha L, Zanata P, et al. Digital Planning and Manufacturing of Maxillary Skeletal Expander for Patients with Thin Palatal Bone. *Med Devices (Auckl).* 2021;14:299-311. DOI: 10.2147/MDER.S331127.
18. Cantarella D, Savio G, Grigolato L, et al. A New Methodology for the Digital Planning of Micro-Implant-Supported Maxillary Skeletal Expansion. *Med Devices (Auckl).* 2020;13:93-106. DOI: 10.2147/MDER.S247751.
19. Simon Graf HI. Clinical guidelines to integrate temporary anchorage devices for bone-borne orthodontic appliances in the digital workflow. *APOS Trends Orthod.* 2019;9(3):182-189. DOI:10.25259/APOS_78_2019.
20. Etemad-Shahidi Y, Qallandar OB, Evenden J, Alifui-Segebaya F, Ahmed KE. Accuracy of 3-Dimensionally Printed Full-Arch Dental Models: A Systematic Review. *J Clin Med.* 2020;9(10). DOI: 10.3390/jcm9103357.
21. Graf S, Vasudavan S, Wilmes B. CAD/CAM Metallic Printing of a Skeletally Anchored Upper Molar Distalizer. *J Clin Orthod.* 2020;54(3):140-50.
22. Graf S, Cornelis MA, Hauber Gameiro G, Cattaneo PM. Computer-aided design and manufacture of hyrax devices: Can we really go digital? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2017;152(6):870-74. DOI: 10.1016/j.ajodo.2017.06.016.
23. Simon Graf NT, Neal Kravitz. Three-dimensional metal printed orthodontic laboratory appliances *Seminars in Orthodontics.* 2021;27(3):5. DOI: 10.1053/j.sodo.2021.09.005.
24. Maino BG, Paoletto E, Lombardo L, 3rd, Siciliani G. A Three-Dimensional Digital Insertion Guide for Palatal Miniscrew Placement. *J Clin Orthod.* 2016;50(1):12-22.
25. Noh HK, Park HS. Does maxillary yaw exist in patients with skeletal Class III facial asymmetry? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2021;160(4):573-87. DOI: 10.1016/j.ajodo.2020.05.025.
26. Graf S, Tarraf NE, Vasudavan S. Direct printed removable appliances: A new approach for the Twin-block appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2022;162(1):103-07. DOI: 10.1016/j.ajodo.2021.08.019