



Impresión 3D. ¿Cuál es el futuro de la odontología en la era digital?

Mariana Nataly Carbajal-Casique,¹ Lucia Pérez-Sánchez¹ y Janeth Serrano-Bello^{1*}

INTRODUCCIÓN

La impresión 3D es una herramienta innovadora que ha experimentado un crecimiento significativo en diversas disciplinas, tanto industriales como médicas. En particular, el campo odontológico ha aprovechado las características únicas que esta tecnología ofrece, entre las cuales destacan:¹

(i) La personalización de diferentes dispositivos o modelos dentales; mediante el uso de imágenes médicas obtenidas de tomografías, resonancias y escaneos intraorales y extraorales, es posible diseñar y fabricar modelos dentales adaptados a las necesidades específicas de cada paciente.

¹ Laboratorio de Bioingeniería de Tejidos, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Facultad de Odontología, UNAM.

*Correspondencia: janserbello@fo.odonto.unam.mx

Boletín de la Evidencia

Mayo-junio, 2024

Suplemento 3 Vol. 5 Núm 1.

ISSN: 2683-1422

(ii) La precisión en la fabricación de los dispositivos dentales; las diferentes técnicas de manufacturación aditiva, como la estereolitografía (SLA), el modelado por deposición fundida (FDM), la sinterización por láser (SLS), el procesado digital de luz (DLP) y la pantalla de cristal líquido (LCD), ofrecen una alta resolución que garantiza la precisión en la fabricación de dispositivos dentales (Figura 1).

(iii) Mejora en la eficiencia clínica; debido a la disminución en los tiempos de fabricación, al estandarizar

y controlar el flujo de trabajo digital (Figura 2) en comparación con los métodos tradicionales.

(iv) Los avances en materiales para la impresión 3D, en particular el uso de resinas biocompatibles en las técnicas de fotopolimerización (SLA, DLP y LCD), que son ampliamente empleadas en el campo dental. Además, se utilizan otros materiales con menor frecuencia, como polímeros termoplásticos, aleaciones metálicas, cerámicas e hidrogeles.

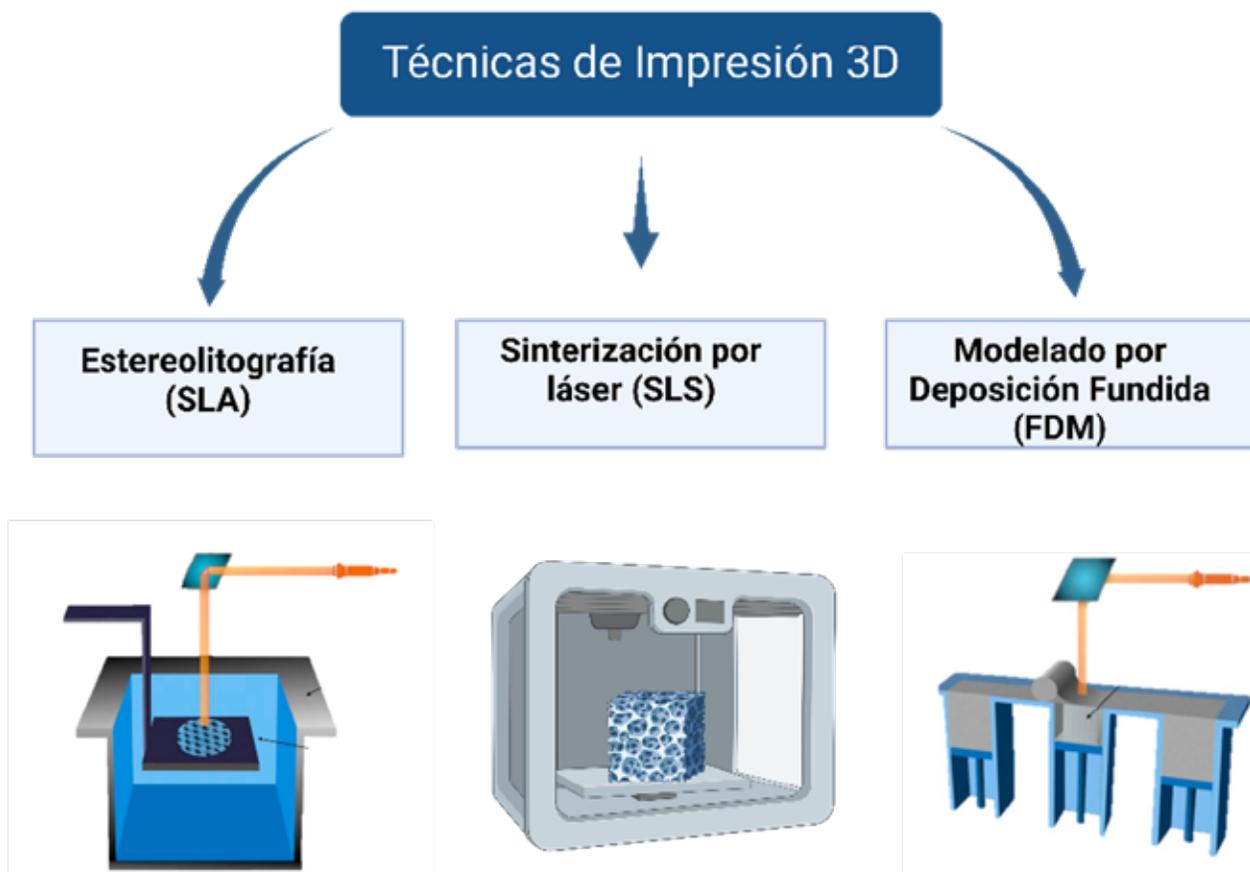


Figura 1. Técnicas de impresión 3D. Tres técnicas de impresión más utilizadas en Odontología: estereolitografía, sinterización por láser y modelado por deposición fundida.

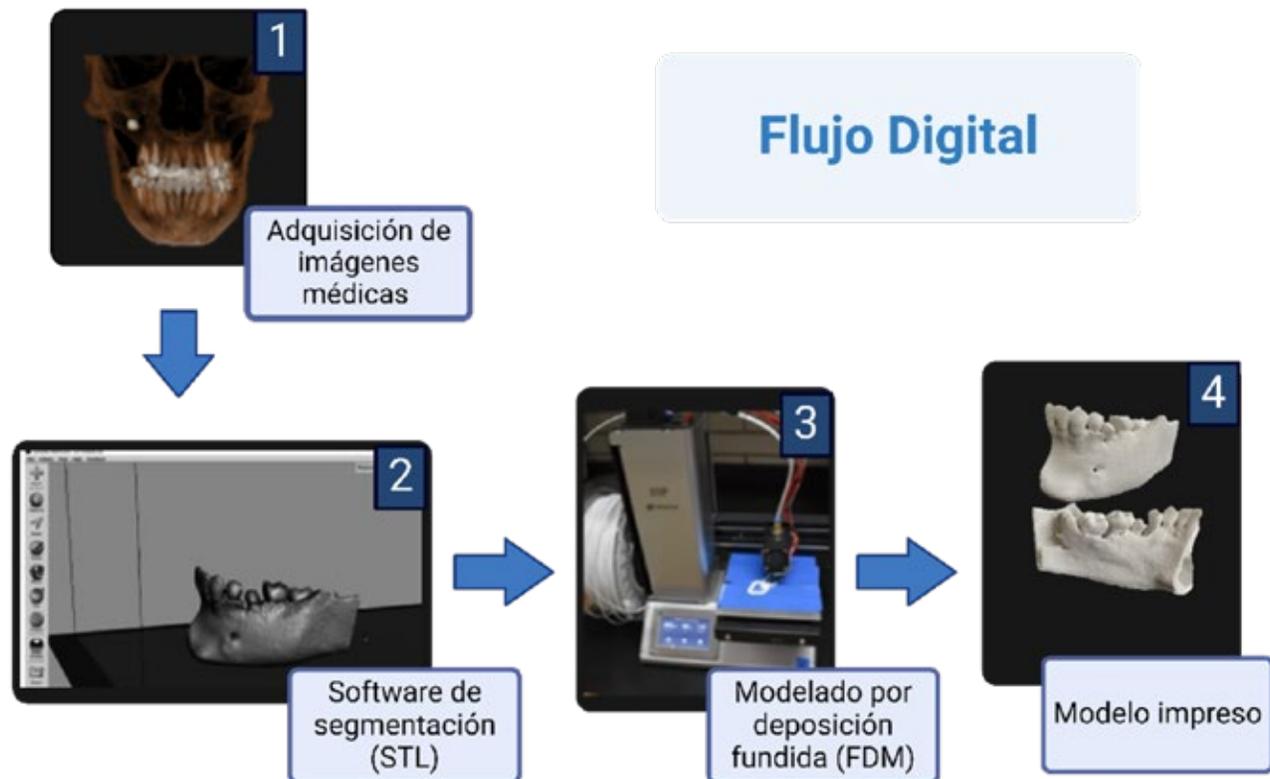


Figura 2. Proceso digital. Fabricación e impresión de un modelo anatómico.

(v) Variedad de aplicaciones según la especialidad odontológica. Por consiguiente, se exploran las contribuciones de la impresión 3D en cada especialidad odontológica con el propósito de analizar los avances tecnológicos y su impacto en la atención de los pacientes 2 (Figura 3).

Prótesis en 3D

Uno de los usos de la impresión 3D consiste en la creación de estructuras de soporte y recubrimientos que mejoran la adhesión de los materiales en prótesis. Al optimizar la adhesión de recubrimientos fluora-

dos en sustratos de polietileno (PET), es posible desarrollar prótesis más duraderas y eficaces, lo que potencialmente mejora la calidad de vida de los pacientes. Esta optimización proporciona información invaluable para la fabricación de prótesis personalizadas y adaptadas a las necesidades individuales de los usuarios.^{2,3}

En la actualidad, las aplicaciones clínicas más comunes de la impresión 3D en odontología incluyen coronas, incrustaciones y carillas tanto provisionales como permanentes. Incluso, los laboratorios actualizados realizan trabajos en modelos obtenidos previa-

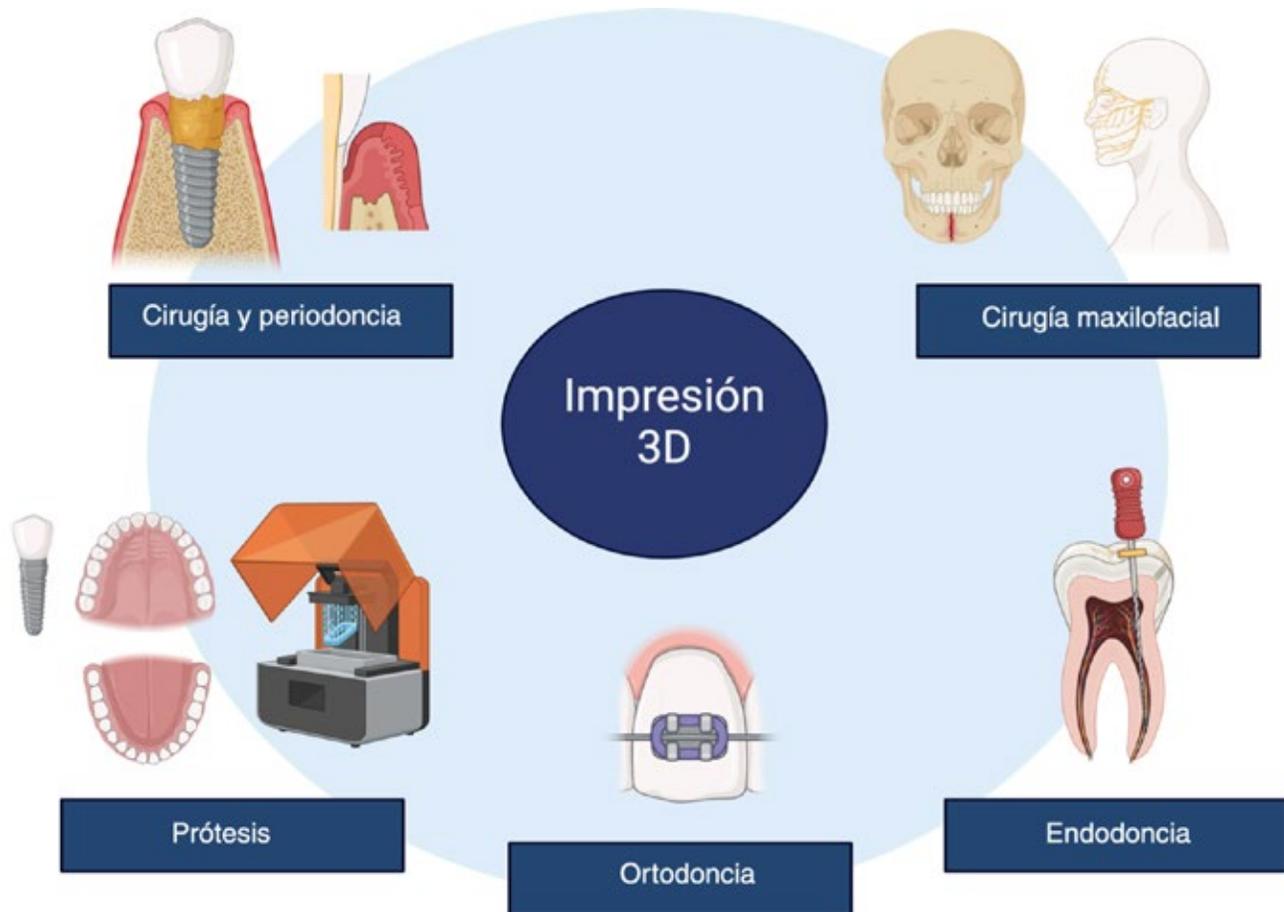


Figura 3. Especialidades odontológicas. Esquema de las diferentes especialidades odontológicas abordadas en el estudio. Modificado de Oberoi *et al.*²

mente mediante escaneos intraorales compartidos en archivos entre el operador y el técnico, garantizando excelentes resultados en la anatomía del paciente.^{4,5}

ENDODONCIA

La transición del flujo de trabajo manual a digital en el campo de la endodoncia ha permitido una mejora significativa en la capacitación y educación de los opera-

dores, lo que resulta en una mayor precisión y exactitud. Existen dos enfoques principales en este cambio: educativo y experimental. En el enfoque educativo, la fabricación aditiva desempeña un papel crucial en la formación y educación de especialistas en endodoncia. Se observa una tendencia creciente en reemplazar los dientes de tipodonto por modelos impresos en 3D, los cuales se generan a partir de imágenes de tomografías computarizadas de dientes extraídos

Boletín de la Evidencia

Mayo-junio, 2024

Suplemento 3 Vol. 5 Núm 1.

ISSN: 2683-1422

previamente. Esto permite a los estudiantes familiarizarse con anatomías reales que se encuentran comúnmente en pacientes.

Por otro lado, en el enfoque experimental, se hace referencia al uso de métodos mínimamente invasivos para el acceso pulpar y la localización de conductos radiculares, conocidos como micro guías endodónticas.⁶

ORTODONCIA

Alineadoras dentales transparentes

En la actualidad, la impresión 3D ha revolucionado el campo de la ortodoncia al permitir la creación de modelos personalizados en polímero impresos en 3D. Un ejemplo común de aplicación de la impresión 3D en ortodoncia son los alineadores invisibles de polímero, que ofrecen una alternativa estética y moderna a los brackets metálicos convencionales, logrando el objetivo principal de alinear los dientes de manera efectiva. La impresión 3D de modelos dentales personalizados, como los alineadores transparentes, mejora la eficiencia y precisión del proceso de tratamiento ortodóntico.^{7,8}

Los modelos de alineadores transparentes de polímeros impresos en 3D, se destacan por cuatro puntos clave: discreción estética, al ser menos visibles que los brackets metálicos tradicionales; mayor comodidad al adaptarse perfectamente a todas las superficies dentales; facilitación de la higiene oral al ser removibles y planificación predictiva, ya que la tecnología de simulación por computadora permite planificar el tratamiento de manera predecible.^{8,9}

Brackets personalizados

La capacidad de diseñar y producir brackets personalizados en el consultorio mediante tecno-

logía de impresión 3D en el consultorio mismo, ofrece nuevas oportunidades para mejorar la eficiencia del tratamiento ortodóntico, al tiempo que garantiza una mayor precisión en la adaptación de los brackets a las necesidades específicas de cada paciente.¹⁰

Trastornos temporomandibulares

En el manejo de los trastornos temporomandibulares (TMD), se ha implementado un flujo de trabajo completamente digital que incluye herramientas como el escaneo digital y el diseño asistido por computadora (CAM). Esta metodología promete mejorar la eficacia y precisión del tratamiento, optimizando la experiencia del paciente. A través de tecnologías digitales como el escaneo intraoral y la tomografía computarizada, se puede obtener un diagnóstico preciso que permita diseñar dispositivos, como férulas oclusales, los cuales pueden ser impresos en 3D en alta definición.^{11,12}

Guías para colocación de mini-implantes

Los mini-implantes, también conocidos como mini-tornillos, son dispositivos que sirven de anclaje temporal, con la finalidad de contar con puntos de anclaje adicionales. Estos mini-implantes se colocan en el hueso para aplicar fuerzas ortodónticas específicas, mejorando así la precisión en los movimientos dentales en casos complejos.^{13,14}

Para la colocación de los mini-implantes, es muy importante realizar una planificación por medio del uso de tecnologías como la tomografía computarizada (TC), además de poder contar con un flujo de trabajo digital para el diseño y fabricación de guías por medio imágenes tomográficas, para su posterior impresión en 3D y asegurar una colocación precisa y estable de los mini-implantes sin dañar los tejidos circundantes, ni los elementos anatómicos, ya sea en la región bucal o palatal,

Boletín de la Evidencia

Mayo-junio, 2024

Suplemento 3 Vol. 5 Núm 1.

ISSN: 2683-1422

dando como resultado cambios dentomaxilofaciales satisfactorios y un tratamiento exitoso para los pacientes.^{15,16}

Prótesis Maxilofacial

En la actualidad, la Prótesis Maxilofacial examina las técnicas más avanzadas 3D y 4D, disponibles en el ámbito de la odontología y la cirugía maxilofacial. Dentro de estas técnicas se pueden incluir tecnologías de impresión específicas, como la estereolitografía (SLA), la fusión selectiva por láser (SLS) y la deposición de filamento fundido (FDM) entre otras.¹⁷

Nuevamente es otra técnica que puede incluir la fabricación de modelos anatómicos precisos, guías quirúrgicas personalizadas, implantes dentales personalizados, y prótesis maxilofaciales, entre otros.¹⁸

CIRUGÍA Y PERIODONCIA

La impresión 3D tiene una aplicación en el proceso llamado regeneración tisular guiada, donde se busca crear un soporte que permita dirigir e inducir el crecimiento de tejido nuevo. En la actualidad, se están efectuando avances en la estructura de membranas impresas en 3D, mejorando la integridad y función en la cavidad oral permitiendo una resistencia adecuada a las fuerzas oclusales. Este estudio se encuentra aún en una fase experimental clínica.¹⁸⁻²⁰

CONCLUSIÓN

La impresión 3D en odontología ha experimentado avances significativos en los últimos años, gracias a los progresos en las técnicas de manufacturación aditiva. Estos avances ofrecen ventajas sustanciales en comparación con los métodos tradicionales de fabricación de dispositivos y

modelos dentales. Entre los beneficios destacados se encuentran la personalización, la precisión y la reducción del tiempo dedicado a la atención del paciente. Es importante destacar que esta herramienta tecnológica no pretende reemplazar por completo la odontología convencional, sino complementar de manera eficaz los procesos clínicos existentes.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Programa para la Investigación Bibliográfica Científica sobre Salud (PIBCIS) de la FES Zaragoza, UNAM, por su revisión y edición.

REFERENCIAS

1. Balhaddad AA, Garcia IM, Mokeem L, Alshafi R, Majeed-Saidan A, Albagami HH *et al.* Three-dimensional (3D) printing in dental practice: Applications, areas of interest, and level of evidence. *Clin Oral Investig.* 2023; 27(6): 2465–2481. doi: 10.1007/s00784-023-04983-7.
2. Oberoi G, Nitsch S, Edelmayr M, Janjić K, Müller AS, Agis H. 3D Printing—Encompassing the Facets of Dentistry. *Front Bioeng Biotechnol.* 2018; 6: 172. doi: 10.3389/fbioe.2018.00172.
3. Dimitrova M, Vlahova A, Kalachev Y, Zlatev S, Kazakova R, Capodiferro S. Recent Advances in 3D Printing of Polymers for Application in Prosthodontics. *Polymers (Basel).* 2023; 15(23): 4525. doi: 10.3390/polym15234525.
4. Zhao M, Yang D, Fan S, Yao X, Wang J, Zhu M, Zhang Y. 3D-Printed Strong Dental Crown with Multi-Scale Ordered Architecture, High-Precision,

Boletín de la Evidencia

Mayo-junio, 2024

Suplemento 3 Vol. 5 Núm 1.

ISSN: 2683-1422

and Bioactivity. *Adv Sci (Weinh)*. 2022;9(5):e2104001. doi:10.1002/advs.202104001.

5. Alharbi N, Alharbi S, Cuijpers VMJI, Osman RB, Wismeijer D. Three-dimensional evaluation of marginal and internal fit of 3D-printed interim restorations fabricated on different finish line designs. *J Prosthodont Res*. 2018; 62(2): 218–226. doi: 10.1016/j.jpor.2017.09.002

6. Connert T, Zehnder MS, Amato M, Weiger R, Kühl S, Krastl G. Microguided Endodontics: a method to achieve minimally invasive access cavity preparation and root canal location in mandibular incisors using a novel computer-guided technique. *Int Endod J*. 2018; 51(2): 247–255. doi: 10.1111/iej.12809

7. Yu X, Li G, Zheng Y, Gao J, Fu Y, Wang Q et al. 'Invisible' orthodontics by polymeric 'clear' aligners molded on 3D-printed personalized dental models. *Regen Biomater*. 2022; 9(1): rbac007. doi: 10.1093/rb/rbac007

8. Rajasekaran A, Chaudhari PK. Integrated manufacturing of direct 3D-printed clear aligners. *Front Dent Med*. 2023; 3. doi.org/10.3389/fd-med.2022.1089627

9. Panayi NC. In-house three-dimensional designing and printing customized brackets. *J World Fed Orthod*. 2022; 11(6): 190-196. doi: 10.1016/j.ejwf.2022.10.004.

10. Panayi NC. In-office Customized Brackets: Aligning with the Future. *Turk J Orthod*. 2023; 36(2):143-148. doi: 10.4274/TurkJOrthod.2023.2023.21.

11. Tecco S, Nota A, Pittari L, Clerici C, Mangano F, Gherlone EF. Full-Digital Workflow for TMDs

Management: A Case Series. *Healthcare*. 2023; 11(6): 790. doi: 10.3390/healthcare11060790.

12. Vasques MT, Mori M, Laganá DC. Three-dimensional printing of occlusal devices for temporomandibular disorders by using a free CAD software program: A technical report. *J Prosthet Dent*. 2020; 123(2): 232–235. doi: 10.1016/j.prodent.2018.12.017.

13. Qiu L, Xu H, Feng P, Sha X, Zhang H. Clinical effectiveness of orthodontic miniscrew implantation guided by a novel cone beam CT image-based computer aided design and computer aided manufacturing (CAD-CAM) template. *Ann Transl Med*. 2021; 9(12): 1025. doi: 10.21037/atm-21-2575.

14. Wilmes B, De Gabriele R, Dallatana G, Tarraf N, Ludwig B. "Bone first" principle with CAD/CAM insertion guides for mini-implant-assisted rapid palatal expansion. *J Clin Orthod*. 2022; 56(3): 158-166.

15. Vasoglou G, Stefanidaki I, Apostolopoulos K, Fotakidou E, Vasoglou M. Accuracy of Mini-Implant Placement Using a Computer-Aided Designed Surgical Guide, with Information of Intraoral Scan and the Use of a Cone-Beam CT. *Dent J (Basel)*. 2022;10(6):104. doi: 10.3390/dj10060104.

16. Stursa L, Wendl B, Jakse N, Pichelmayer M, Weiland F, Antipova V et al. Accuracy of Palatal Orthodontic Mini-Implants Placed Using Fully Digital Planned Insertion Guides: A Cadaver Study. *J Clin Med*. 2023; 12(21): 6782. doi: 10.3390/jcm12216782.

17. Khorsandi D, Fahimipour A, Abasian P, Saber SS, Seyedi M, Ghanavati S et al. 3D and 4D printing in dentistry and maxillofacial surgery:

Boletín de la Evidencia

Mayo-junio, 2024

Suplemento 3 Vol. 5 Núm 1.

ISSN: 2683-1422

Printing techniques, materials, and applications. *Acta Biomater.* 2021; 122: 26-49. doi: 10.1016/j.actbio.2020.12.044.

18. Kouhi M, de Souza Araújo IJ, Asa'ad F, Zeenat L, Bojedla SSR, Pati F *et al.* Recent advances in additive manufacturing of patient-specific devices for dental and maxillofacial rehabilitation. *Dent Mater.* 2024; 40(4): 700-715. doi: 10.1016/j.dental.2024.02.006.

19. Kim J, Lin Y, Danielak M, Van M, Lee D, Kim H *et al.* Virtual Planning and Rapid 3D Prototyping

Surgical Guide for Anterior Crown Lengthening Surgery: A Clinical Case Report. *J Prosthodont.* 2022; 31(4): 275-281. doi: 10.1111/jopr.13471

20. Vaquette C, Fan W, Xiao Y, Hamlet S, Hutmacher DW, Ivanovski S. A biphasic scaffold design combined with cell sheet technology for simultaneous regeneration of alveolar bone/periodontal ligament complex. *Biomaterials.* 2012; 33(22): 5560-5573. doi: 10.1016/j.biomaterials.2012.04.038

D.R. © Mayo-junio. Impresión 3D. ¿Cuál es el futuro de la odontología en la era digital?, 2024; 6 (Supl 3): 1-8
<https://doi.org/10.22201/fesz.26831422e.2024.6.3s.1>

Suplemento **Boletín de la evidencia** de la **Revista Casos y Revisiones de Salud**

Coordinador: Dr. Víctor Manuel Mendoza Núñez
Información: Janeth Serrano-Bello
Diseño: Catalina Armendáriz Beltrán

Facultad de Estudios Superiores Zaragoza, Campus I,
Av. Guelatao #66, Col. Ejército de Oriente, Alcaldía
Iztapalapa, C.P. 09230, Ciudad de México
Tels.: 56230700 ext. 30770. Email: mendovic@unam.mx