

Revista Estomatológica Herediana

ISSN: 1019-4355

rev.estomatol.herediana@oficinas-upch.pe

Universidad Peruana Cayetano Heredia
Perú

Nogueira Barbosa Alencar, Phillippe; Roque-Torres, Gina D; Meneses-López, Abraham;
Bóscolo, Frab Norberto; De Almeida, Solange María; Groppo, Francisco Carlos
Utilización del prototipado rápido en la odontología

Revista Estomatológica Herediana, vol. 25, núm. 2, abril-junio, 2015, pp. 164-174

Universidad Peruana Cayetano Heredia
Lima, Perú

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=421539385010>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

Artículo de Revisión / Review Article

Rev Estomatol Herediana. 2015 Abr-Jun;25(2):167-174.

Utilización del prototipado rápido en la odontología

The use of rapid prototyping in dentistry

Phillipe Nogueira Barbosa Alencar^{1, a, e}, Gina D Roque-Torres^{1, a, e}, Abraham Meneses-López^{2, a,b,c,d,h}, Frab Norberto Bóscolo^{1, a, e,f,h}, Solange Maria De Almeida^{1, a, e,f,h}, Francisco Carlos Groppo^{3, a, c, d, g, h}

RESUMEN

Nuevas técnicas van acompañando la evolución de la odontología y buscan superar obstáculos presentes en la actualidad. El prototipado rápido (PR) fue insertado en el medio odontológico con el propósito de auxiliar procedimientos, minimizar riesgos y disminuir el tiempo quirúrgico. A partir de exámenes tomográficos y de resonancia magnética, son creados diseños asistidos por medio de un computador específico, luego de ello son transformados en un lenguaje propio, para que a partir de ahí, estos diseños sean transformados en objetos físicos en 3 dimensiones (prototipos), fieles al modelo inicial hecho en la computadora. Existen muchas técnicas para la confección de los modelos 3D, variando el tipo de material que se añadirá, por el proceso de adición en capas. Muchas son las áreas beneficiadas por el PR; sin embargo, cirugía, implantología, prótesis y ortodoncia, asimilaron más los principios de esta técnica la cual está ayudando de manera significativa en su práctica diaria. Los beneficios del PR son numerosos, sea en la disminución de riesgos quirúrgicos, precisión de maniobras, disminución de tiempo transoperatorio, estética en los procedimientos y hasta en la comunicación entre el cirujano dentista y el paciente. Las desventajas de la técnica incluyen el elevado costo inicial y un considerable tiempo de preparación del prototipado. Lo que se viene observando es que el PR se está convirtiendo cada vez más de uso cotidiano odontológico y sus beneficios superan algunas desventajas aún persistentes.

PALABRAS CLAVE: Tomografía computarizada, cirugía, implantación dental, prótesis maxilofacial, ortodoncia. (DeCS, BIREME)

¹ Departamento de Diagnóstico Oral, Facultad de Odontología de Piracicaba, Universidad Estadual de Campinas. Piracicaba, Brazil.

² Departamento Académico del Niño y el Adolescente, Facultad de Estomatología Roberto Beltrán. Lima, Perú.

³ Departamento de Ciencias Fisiológicas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidad Estadual de Campinas. Piracicaba, Brazil.

a Cirujano Dentista.

b Especialista en Ortodoncia.

c Magister en Estomatología.

d Doctor en Estomatología.

e Magister en Radiología Oral.

f Doctor en Radiología Oral.

g Pos-Doctorado en Periodoncia.

h Profesor.

SUMMARY

New techniques have been accompanying the development of dentistry and seek to overcome obstacles present nowadays. The Rapid Prototyping (RP) was inserted into the dentistry in order to assist procedures, minimize risk and reduce the surgical time. From Computed Tomography exams and Magnetic Resonance, are been created design assisted by a specific computer; then processed in its own language; so from there, such designs are transformed into physical objects in 3 dimensions (prototype), trusted in the initial model created in the computer. There are many techniques for production of 3D models, varying the type of material that will be added by the process of adding layers. Many areas were benefited by the PR, however Surgery, Implantology, Orthodontics and Prosthodontics, absorbed the principles of this technique which is helping significantly in their daily practice. The benefits of PR are undisputed, whether in the reduction of surgical risks, precision maneuvers, and gain time in the trans-operative period, cosmetic procedures and in the communication between the dentist and the patient. The disadvantages of the technique are also reported as high initial cost and considerable time preparing the prototype. What has been observed is that this PR is becoming increasingly present in the dental practice and the benefits are overcoming some disadvantages still persistent.

KEYWORDS: *Computed tomography, surgery, dental implantation, maxillofacial prosthesis, orthodontics. (MeSH, NLM)*

INTRODUCCION

Innumerables esfuerzos han sido aplicados en el área de odontología, con el propósito de reducir algunos problemas como, aquellos que no tienen éxito en el tratamiento, reducir el tiempo transquirúrgico, complicaciones postoperatorias o deficiencias estéticas. Con el avance tecnológico, nuevos materiales vienen contribuyendo de forma significativa en las investigaciones en los propósitos mencionados. Dentro de los avances más recientes, se puede destacar el proceso de prototipado rápido, cada vez más presente en la odontología, el cual viene siendo utilizado de forma más segura y práctica en los días actuales (1).

El prototipado biomédico surgió al final de la década de los 80; sin embargo, los modelos confeccionados a partir de la anatomía humana tenían apenas una finalidad didáctica, para posteriormente ser utilizado en cirugías. Este tipo de ayuda permitió la percepción táctil de parte de la anatomía que ya era deseada y de parte de la patología donde ya era estudiada. El resultado final del proceso de prototipado es una estructura física llamada prototipo, que es considerado como la réplica fidedigna de determinados objetos y estructuras. En el pasado, los prototipos eran construidos por modelaje directo, a partir de yeso o de siliconas. Posteriormente, con la evolución de la informática, fueron desarrollados sistemas de Prototipado rápido (PR), capaces de confeccionar un prototipo en pocos días u horas, a

través de software CAD (Computed-Aided Design) y CAM (Computed-Aided Manufacturing) (2).

Las técnicas de PR más utilizadas son la Esterelitografía (SLA), la Sinterización Selectiva por Laser (SLS), la Impresión Tridimensional (3D Printing), el Modelaje por Deposición Fundida (FDM) y el Thermojet. Todas estas se basan en el principio de adición por capas del material, que corresponden a los “cortes” axiales de la estructura anatómica examinada (3).

En lo que se refiere a la odontología, el diagnóstico, pronóstico y tratamiento de patologías y deformidades faciales, deben ser los más precisos posibles (1). Dentro de este contexto los exámenes complementarios, como los exámenes de Tomografía Computadorizada (TC) y la Resonancia Magnética (RM) asumen fundamental importancia, visto que estos exámenes proporcionan informaciones que son posibles de ser transferidas para los softwares especiales de computación gráfica, conocidos como sistema CAD que ejecutan el proceso de información (1,2). A partir de esto, informaciones generadas por el computador pueden ser leídas y manipuladas, creando modelos virtuales en tercera dimensión (3D). A partir de estos modelos virtuales, se hace posible el proceso de Biomodelaje o Prototipado Rápido, utilizando el CAM, fabricando biomodelos sólidos (prototipos reales) que funcionan como copias fieles de las imágenes, auxiliando en los procesos de diversa complejidad en la odontología (1).

Siendo así, el presente artículo presenta una revisión de las diferentes técnicas de PR, elucidando sus principales aplicaciones en la odontología, resaltando las ventajas, desventajas y limitaciones.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

Prototipado rápido es una expresión que representa una tecnología que se basa en la construcción de estructuras físicas tridimensionales, corte por corte, a partir de modelos virtuales. Es un término genérico utilizado para definir las tecnologías que pueden fabricar, de manera mucho más rápida que otros métodos de prototipado, objetos físicos de alto desempeño directamente de fuentes de datos del CAD, conocidos como prototipos rápidos (3). Estos objetos fueron idealizados con el propósito de viabilizar experimentos, permitiendo la visualización de estructuras y la realización de pruebas para posteriormente producir objetos comercialmente competitivos (4).

La técnica de PR fue introducida en los años de 1980 en el área de ingeniería para fabricación de modelos sólidos basados en archivos de computadoras (5). Después comenzó a ser introducido en el área biomédica, extendiéndose su utilización en la odontología, principalmente en la fabricación de modelos para planeamiento quirúrgico, implantología, ortodoncia y prótesis maxilofaciales (6).

La fuente de datos de la imagen 3D en formato DICOM (Digital Imaging and Communications in

Medicine) es generalmente proveniente de la TC, aunque la Resonancia Magnética y la Ultrasonografía pueden ser también imágenes utilizadas (4). En todos los procesos de PR, el modelo 3D es creado utilizando un sistema CAD y cortado antes de que sus datos sean transferidos para esta tecnología. Todo el proceso que ocurre durante el pasaje de datos del CAD para el equipo de PR es mostrado en la figura 1 (7).

Inicialmente, el modelo tridimensional es proyectado en un CAD, representado por el paso 1. En una próxima etapa (paso 2) el modelo es convertido en un formato padrón, utilizando un proceso de aproximación por cortes planos (fragmentado), denominado STL (Standard Tercekation Language) (8).

Este modelo, por simplificar la geometría del CAD, convierte superficies complejas en fragmentos. En el paso 3, el proceso de fragmentación realizado, donde los planos horizontales intersectan el modelo CAD, resultando en curvas cerradas o polígonos. El espacio entre los dos planos horizontales adyacentes es denominado capa (7). Después de esto, toda la información es transferida para el equipo de PR a ser utilizado. Dependiendo de la tecnología, el paso 4 es realizado para un pos procesamiento de prototipo, como acabado, lijado, pintado dentro de otros. Todo el ciclo del proceso puede ser repetido cuantas veces sea necesario hasta que sea completado satisfactoriamente, un prototipo que cumpla con las necesidades del proyecto (9).

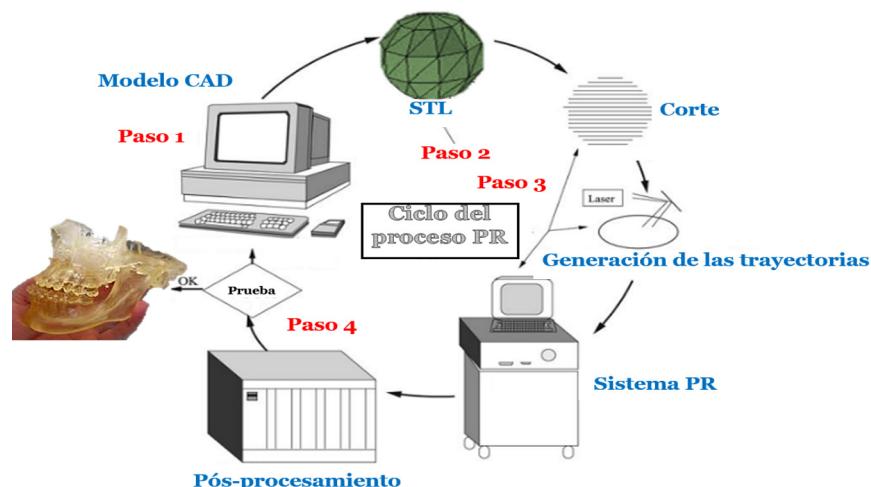


Figura 1. Ciclo del proceso del prototipado.

Existen muchos textos describiendo el proceso de este tipo de tecnología de PR y sus aplicaciones. Dentro de los muchos procesos existentes para la fabricación de biomodelos, ocurre una división de acuerdo con la naturaleza del material utilizado: polvo, líquido o sólido (9). Los más utilizados en la odontología son la Estereolitografía (SLA, Stereolithography), donde los modelos tridimensionales son construidos a partir de los polímeros líquidos sensibles a la luz, que se solidifican cuando son expuestos a la radiación ultravioleta; la Sinterización Selectiva a Laser (SLS, Selective Laser Sintering), en la cual se usa un rayo láser para fundir, de forma selectiva, materiales como nailon, elastómeros y metales, en un objeto sólido; el Modelaje por deposición de material fundido (FDM – Fused Deposition Modeling), en que los modelos son confeccionados a partir de la deposición de filamentos de resina termoplástica calentada; y la Impresión Tridimensional (3DP – 3D Printing), en

la cual los modelos son producidos por aposición de capas a través de la aglutinación de yeso y almidón (10) (Figura 2).

El PR posee muchas aplicaciones en la odontología especialmente en las especialidades de ortodoncia, implantes y, principalmente, en la cirugía y traumatología buco maxilofacial (CTBMF) (6). De acuerdo con Mazzonetto y col. el año 2002 (11) la obtención de biomodelos permite un diagnóstico más preciso y, consecuentemente, un mejor planeamiento quirúrgico en cirugías reconstructivas, ortognáticas, en el tratamiento de las lesiones de naturaleza traumática, distracciones osteogénicas y de la articulación temporo-mandibular (ATM) (12, 13).

El uso eficiente de la PR en la odontología ya está bien consolidado y demostrado en la literatura. Dentro de las ventajas existentes de la utilización de

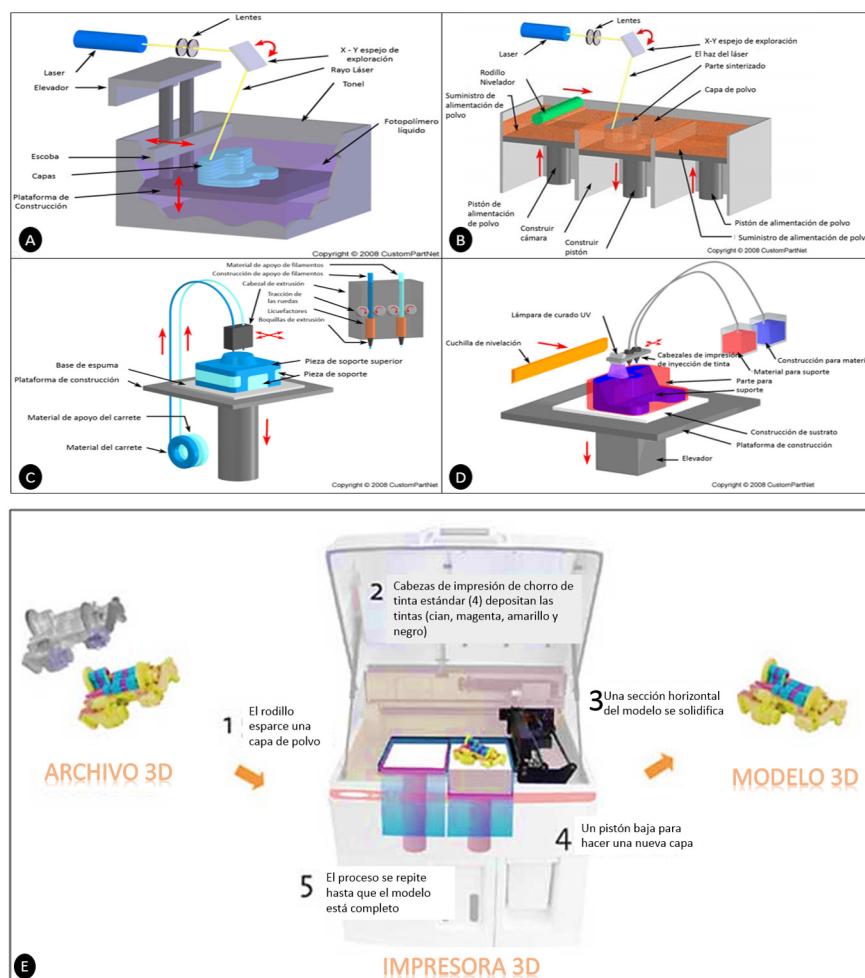


Figura 2. División de acuerdo con la naturaleza del material utilizado: polvo, líquido o sólido. **A:** Estereolitografía. **B:** Sinterización selectiva a laser. **C:** Modelaje por deposición de material fundido. **D** y **E:** Impresión tridimensional.

esta tecnología, destaca la posibilidad de obtención de un diagnóstico más preciso, con mejor planeamiento del tratamiento, la disminución del tiempo quirúrgico, con consecuente disminución del tiempo de anestesia y un mejor resultado estético y funcional, debido a la posibilidad de medidas y conformación previa de biomateriales utilizados (11,13,14).

Otro gran uso del PR es en el campo de la comunicación entre la equipo quirúrgico, el paciente y sus familiares, sirviendo también para la simulación y planeamiento, para confección de implantes personalizados y como medio de evaluación pos quirúrgica (15).

Según Foggiatto y col. en el año 2006 (16) son innumerables los relatos de éxito con la utilización de la tecnología de PR. Los prototipos son empleados en Cirugía Bucomaxilofacial y Ortognática en planeamientos de reconstrucción de tercios medios e inferior de la cara, en expansión osteogénica y en reconstrucciones de las ATMs. Sirven también como referencia pre-operatoria, ayudando al cirujano a comparar la estructura anatómica después de la intervención.

Anderl y col. en el año 1994 (17) cita que los biomodelos auxilian en la visualización de estructuras que se envuelven en ciertas deformidades faciales, reduciendo el riesgo quirúrgico, además de optimizar

el planeamiento de osteotomías y del movimiento de fragmentos óseos, así como preparo de injertos con mayor seguridad y precisión.

En el pasado no muy distante, los injertos óseos y las placas de fijación necesitaban ser ajustadas durante el trans-operatorio por método de segunda tentativa y error, lo que muchas veces aumentaba considerablemente el tiempo quirúrgico (18). Además de esto, el modelaje intra-operatorio de los implantes pueden reducir la previsibilidad del resultado estético y convertir el procedimiento más invasivo (19).

Sailer y col. en el año 1998 (20) y Peckitt y col. en el año 1999 (21) afirman que los modelos biomédicos sirven para la simulación de osteotomías, medidas de estructuras, entrenamiento de técnicas de resección y un completo planeamiento de los diversos tipos de cirugía de la región buco-maxilofacial. La utilización reduce el tiempo quirúrgico, periodo de anestesia, así como el riesgo de infección, obteniendo mejores resultados y disminución en el costo global del tratamiento.

Según Salles y col. en el año 2002 (15) los modelos confeccionados por la técnica de estereolitografía permite la percepción táctil de la anatomía de la región y patología en estudio, ofreciendo diversas ventajas como la simulación, planeamiento quirúrgico y

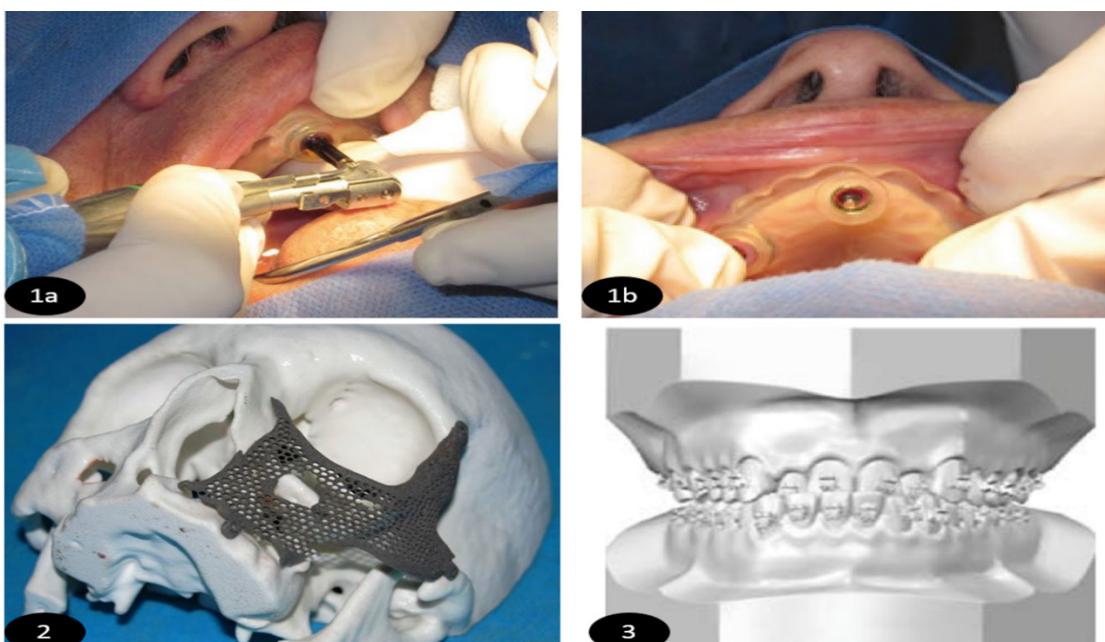


Figura 3. Utilización de la tecnología de PR en las diferentes áreas. **1a y b:** Implantes. **2:** Cirugía bucomaxilofacial y ortognática. **3:** Ortodoncia.

comunicación quirúrgica con el paciente. En relación a la simulación del procedimiento, existe la ventaja de disminución de cerca del 30% del tiempo operatorio. Cunningham y col. en el año 2005 (13) obtuvieron éxito en la utilización de los biomodelos en el planeamiento de cirugías reconstructivas de la mandíbula para medir y modelar la placa de reconstrucción, definiendo las dimensiones del injerto óseo en pacientes sometidos a la resección de tumores en la región. Relataron también que consiguieron una reducción significativa en el tiempo quirúrgico. Los autores resaltan que la comunicación con los pacientes fue facilitada con el propósito de definir el diagnóstico y el plan de tratamiento y que ellos tuvieron un mayor nivel de comprensión del tratamiento propuesto.

En los implantes, el PR permitió la confección de modelos tridimensionales que mostraron la altura, dimensión antero-posterior y profundidad del local previsto para el implante, así como el de guías quirúrgicas a partir de planeamientos virtuales. Esto trae más seguridad, proporcionando cirugías seguras y auxiliando tanto en la conducta del profesional como en la integridad del paciente, confirmando así buenos resultados estéticos y funcionales (22).

En la ortodoncia, el PR desempeña un papel significativo en la sustitución de los modelos dentales a base de yeso por modelos físicos reconstruidos a partir de datos digitales, dando precisión y reproducibilidad clínicamente aceptable (23). Otra aplicación en el área es a través de la confección de modelos para colocación de mini implantes ortodónticos. Estos dispositivos son comúnmente usados para alcanzar un anclaje absoluto durante el movimiento dentario. Una de las complicaciones más frecuentes es la pérdida del mini-implante, como resultado del contacto con la raíz. Mayor precisión durante el proceso de inserción del mini-implante ayudaría a evitar la pérdida de este y daño potencial a la raíz, mejorando los resultados del tratamiento. Guías quirúrgicas han sido comúnmente usadas para implantes de prótesis para aumentar la precisión de inserción (24).

En contrapartida, el método aún posee un alto costo inicial, elevado tiempo para la producción del biomodelo y un bajo acceso para gran parte de la población (3).

Otra deficiencia de algunas técnicas de la PR es que, dependiendo del material utilizado, pueden o no retratar de manera fidedigna el objeto o estructura en estudio, presentando alteraciones de forma, textura, acabado y resilencia (25).

DISCUSIÓN

La revisión de la literatura muestra que el PR ha contribuido de manera sustancial en la mejora de los procedimientos odontológicos. Basado en gran medida en las tecnologías computacionales, el PR se destaca por la calidad y la exactitud cuándo se aplica de manera correcta en las diversas áreas de la odontología por ejemplo en la anatomía, implantes, cirugía bucomaxilofacial y ortognática, así como en la ortodoncia (7,11,13,14).

Los diversos pasos inherentes de las técnicas odontológicas convencionales deben realizarse con mucho criterio, con el fin de minimizar los errores y fallos que son ampliamente observados en la literatura. Con el auxilio de la PR, muchos de los pasos se reducen, disminuyendo el tiempo de ejecución y el riesgo, y aumentando la precisión y la probabilidad de éxito al final del tratamiento (13,15,17,20,21,23).

Entre las diferentes técnicas de PR, debido al tipo de material utilizado (polvo, líquido o sólido), destacamos la Estereolitografía (SLA estereolithography), Sinterización selectiva a láser (SLS, Selective Laser Sintering), Modelaje por Deposición de Material Fundido (FDM - Fused Deposition Modeling) e Impresión Tridimensional (3DP – 3D printing). Cada modalidad posee sus ventajas y desventajas. El SLA fue la técnica pionera, posee un buen acabado y ausencia de contaminación por partículas; pero por otro lado, tiene la desventaja de la retirada crítica del soporte final, donde a menudo el producto puede romperse inviabilizando su uso. Las técnicas 3DP y SLS son las técnicas más estables, con buena precisión y acabado, pero requiere mucho tiempo para producir el producto final y tiene el poder de contaminación por partículas de polvo en suspensión. La técnica FDM tiene el riesgo más bajo, con maquinaria mucho más pequeña y no degradable, sin embargo con una baja velocidad de ejecución que todavía pesa como desventaja (4, 10).

Es bien sabido que existe un alto costo inicial,

independientemente de la técnica y el material que se usa, ya que existe una alta inversión en maquinaria, que todavía restringe el uso de la PR. Sin embargo, esta tecnología está cada vez más presente en la práctica odontológica, en las distintas áreas antes mencionadas, jugando un papel importante en la planificación y ejecución de procedimientos especialmente en la hora de planeamiento y ejecución del tratamiento (3,11,13,14).

CONCLUSIÓN

La contribución del prototipado rápido es innegable para el medio odontológico constituyendo uno de sus grandes avances. Claro que algunas especialidades fueron más beneficiadas e incorporaron más fuertemente tal tecnología en las prácticas diarias del consultorio o ambiente hospitalario. La tendencia es que, cada vez más, los cirujanos dentistas utilicen los prototipos como un recurso auxiliar, visto que la población que se está sometiendo a exámenes tomográficos va incrementándose. Debemos alentar que existen indicaciones específicas para la solicitud de PR, el uso de esta tecnología no debe ser trivializado y empleado en casos de planificación y ejecución sencilla, evitando el consumo de tiempo en la planificación y confección, así como el costo innecesario.

Correspondencia:

Phillipe Nogueira Barbosa Alencar
Av. Limeira 901, Piracicaba. São Paulo, Brasil.
Correo electrónico: phillipe_nogueira@hotmail.com

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Silva JVL, Gouveia MF, Santa Barbara A. Rapid prototyping applications in the treatment of craniomaxillofacial deformities - Utilization of Bioceramics. Key Eng Mater. 2003; 254-256:687-90.
2. Besant CB. CAD /CAM: Projeto e fabricação com auxílio de computador. 1 ed. Rio de Janeiro: Editora Campus. 1985, 249.
3. Soares PV, de Almeida Milito G, Pereira FA, Reis BR, Soares CJ, de Sousa Menezes M, de Freitas Santos-Filho PC. Rapid prototyping and 3D-virtual models for operative dentistry education in Brazil. J Dent Educ. 2013; 77(3):358-63.
4. Winder J, Bibb R. Medical rapid prototyping technologies: state of the art and current limitations for application in oral and maxillofacial surgery. J Oral Maxillofac Surg. 2005; 63(7):1006-15.
5. Chang PSH, Parker TH, Patrick CW Jr. The accuracy of stereolithography in planning craniofacial bone replacement. J Craniofac Surg. 2003; 14(2):164-70.
6. Wu G, Zhou B, Bi Y, Zhao Y. Selective laser sintering technology for customized fabrication of facial prostheses. J Prosthet Dent. 2008; 100(1):56-60.
7. Pandey PM, Reddy NV, Dhande SG. Slicing procedures in layered manufacturing: a review. Rapid Prototyping Journal. 2003; 9(5):274-88.
8. Kulkarni P, Dutta B. An accurate slicing procedure for layered manufacturing. Computer-Aided Design. 1996; 28(9):683 – 97.
9. Silva JVL. Planejamento de processo para prototipagem rápida, In: Prototipagem Rápida – Tecnologias e Aplicações. 1 ed. Volpato, N.- Edgar Blucher, São Paulo; 2007.
10. Gorni AA. Introdução à prototipagem rápida e seus processos. Disponível em:<<http://www.gorni.hpg.ig.com.br/protrap.htm>>. Acesso em: 15 out. 2007.
11. Mazzonetto R, Moreira RWF, Moraes M, Albergaria-Barbosa JR, Passeri LA, Spagnoli DB. Uso de biomodelos estereolitográficos em cirurgia buco maxilo facial. Rev Assoc Paul Cir Dent. 2002; 56(2):115-8.
12. Meurer E, Gerhardt De Oliveira M, Meurer MI, Lopes Da Silva JV, Santa Bárbara A, Heitz C. Os biomodelos de prototipagem rápida em cirurgia e traumatologia bucomaxilofacial. RBC: R Bras Cir Periodontia. 2003; 1(3):172-80.
13. Cunningham JR II, Madsen MJ, Peterson G. Stereolithographic modeling technology applied to tumor resection. J Oral Maxillofac Surg. 2005; 63(6):873-8.
14. D'Urso PS, Barker TM, Earwaker WJ, Bruce LJ, Atkinson RL, Lanigan MW, Arvier JF, Effeney DJ. Stereolithographic biomodelling in craniomaxillofacial surgery: a prospective trial. J Craniomaxillofac Surg. 1999; 27(1):30-7.
15. Salles FA, Anchieti MVM, Carvalho GP. Estereolitografia auxiliando o planejamento cirúrgico em enfermidades orais. RBPO. 2002; 1(1):54-60.
16. Foggiatto JA. O uso da prototipagem rápida na área médico-odontológica. Revista Tecnologia e Humanismo. 2006; 30(20):60-8.
17. Anderl H, Zur Nedden D, Mühlbauer W, Twerdy K, Zanon E, Wicke K, Knapp R. CT – Guided stereolithography as a new tool in craniofacial surgery. Br J Plast Surg. 1994; 47(1):60-4.
18. Toro C, Robiony M, Costa F, Zerman N, Politi M. Feasibility of preoperative planning using anatomical facsimile models for mandibular reconstruction. Head Face Med. 2007; 3(5):1-11.
19. Singare S, Liu Y, Li D, Lu B, Wang J, He S. Individually prefabricated prosthesis for maxilla reconstruction. J

- Prosthodont. 2008; 17(2):135-40.
20. Sailer HF, Haers PE, Zollikofer CP, Warnke T, Carls FR, Stucki P. The value of stereolithographic models for preoperative diagnosis of craniofacial deformities and planning of surgical corrections. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 1998; 27(5):327-33.
21. Peckitt NS. Stereoscopic lithography: customized titanium implants in orofacial reconstruction. *Br J Oral and Maxillofac Surg.* 1999; 37(5):353-69.
22. Menezes DFP, Sarmento V, Lamberti P. Aplicação da prototipagem rápida em implantodontia. *Innovations Implant Journal.* 2008; 3(6):39-44.
23. Hazevel A, Huddleston Slater JJ, Ren Y. Accuracy and reproducibility of dental replica models reconstructed by different rapid prototyping techniques. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014; 145(1):108-15.
24. Morea C, Hayek JE, Oleskovicz C, Dominguez GC, Chilvarquer I. Precise insertion of orthodontic miniscrews with a stereolithographic surgical guide based on cone beam computed tomography data: a pilot study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2011; 26(4):860-5.
25. Safira LC, da Silva Maciel A, Criales Souto-Maior JC, Almeida de Azevedo R, Cavalcante WC, Francischone CE, Almeida Sarmento V. Rapid prototyping biomodels, made by tridimensional printing, application at the Odontology. *R Ci Méd Boil.* 2010; 9(3):240-6.

Recibido: 16/10/2014

Aceptado: 18/03/2015