



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Diseño y Elaboración de Prótesis Fija con Impresión
3D.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANO DENTISTA

P R E S E N T A:

MARLENE HERNÁNDEZ SANTIAGO

TUTOR: Esp. GUADALUPE MARCELA RAMIREZ MACIAS



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIAS

Agradezco a Dios por ser un refugio en todo momento, por darme tan maravillosos padres y poner a las personas adecuadas en mi camino.

A la Universidad Nacional Autónoma de México por formarme académicamente, pero, principalmente como individuo, por darme tanto a cambio de tan poco.

A mis padres, por ser mis pilares cuando bamboleaba, por no soltarme, por darme las palabras necesarias para seguir adelante, por enseñarme que siempre puedo dar más, por enseñarme que existen muchos caminos pero que soy yo quien los debe forjar.

A mi hermana Viridiana por siempre creer en mí, por acompañarme de principio a fin, por ser mi primer paciente, por apoyarme para seguir y por ser ese ejemplo de fuerza y valentía, a ti Benjamín por enseñarme que la edad si es un número, por tu apoyo en mis momentos de debilidad y por todas las risas que me das.

A Iván y Hernán Cortés, por enseñarme de odontología, por ser mis mentores desde que los conozco, por siempre inspirarme a hacer más, por enseñarme que los sueños surgen de lugares muy pequeños y que cuando los compartes con el mundo mejores cosas suceden, por enseñarme lo que es dar sin esperar nada a cambio y por seguir siendo mis guías en este mundo dental.

A mis compañeros, amigos y colegas Yaremi, Giovanna, Vanessa, Diana, Angelica, Esteban, Daniel, Raúl y Rodrigo, quienes me enseñaron de amistad, de apoyo incondicional y me hicieron conocer el significado de la frase " Si tu paracaídas falla, ahí va a estar tu colchón para amortiguar la caída", por darme tantas risas, por los abrazos y principalmente por su amistad, hicieron mis días de la facultad una aventura y nunca me cansaré de agradecerlo.

A mi tutora la Dra. Marcela por guiarme a lo largo de este seminario y ser un ejemplo del tipo de profesional que quiero ser y al Dr. Sergio Aguilar, quien me enseñó, resolvió y asesoró a lo largo de esta tesina.

Índice

DEDICATORIAS	II
Introducción	5
OBJETIVO.....	6
CAPÍTULO 1 GENERALIDADES DE LA PRÓTESIS FIJA	7
Antecedentes de la Prótesis Fija.....	7
Eturia.....	7
Antigua Roma	8
1.2 Definición.....	8
1.3 Composición de la Prótesis Fija.....	9
1.4 Indicaciones:	11
1.5 Contraindicaciones.....	11
CAPÍTULO 2 PREPARACIONES EN PRÓTESIS FIJA.....	12
2.1 Márgenes de Terminación.....	13
2.2 Terminaciones Marginales	15
2.3 Prótesis Fija Adhesiva.....	16
CAPÍTULO 3 RESINAS FOTOPOLIMERIZABLES LIQUIDAS:.....	17
CAPÍTULO 4 ESCÁNER DENTAL.....	19
4.1 Ventajas de los modelos de estudio digitales.....	23
4.2 Inconvenientes de los modelos de estudio digitales.....	24
CAPÍTULO 5 DISEÑO DENTAL	25
5.1 Definición.....	25
CAPÍTULO 6 SISTEMA DE IMPRESIÓN 3D	28
6.1 Definición.....	28
6.2 Formato Digital	29
6.3 Características de la impresión 3D.....	33
6.4 Usos y Odontología.....	33
6.5 Limitantes.....	34
Conclusiones	36
Referencias bibliográficas.....	37
Anexos	40

Introducción

La rehabilitación dental es un trabajo interdisciplinario, el éxito del tratamiento en su mayoría dependerá del trabajo y experiencia del operador; claro está que no podemos dejar de lado la importancia de los materiales que se utilizaran para la rehabilitación oral.

En la actualidad los materiales han evolucionado de manera tal, que el trabajo para el operador ha disminuido en algunas áreas y el tiempo de vida útil en boca ha aumentado la durabilidad de las restauraciones.

La función de la prótesis fija de una o varias piezas dentales es devolver la función y estética del sistema estomatognático.

“La tecnología CAD-CAM en prótesis fija debe basarse en un correcto diagnóstico, las etapas desde la impresión son tan importantes como la restauración misma, pues de ellas dependen el proporcionar un adecuado tratamiento”

Para poder obtener un adecuado modelo de trabajo, será necesario utilizar un escáner con el cual se obtendrá una impresión intraoral precisa que elimina o evita los errores de la fase clínica.

Lo que nos proporcionará la oportunidad de mejorar el tiempo de trabajo, preparaciones, colocación de un provisional y la restauración de la pieza o las piezas dentales.

OBJETIVO

Describir las características en el diseño de una prótesis por medio de elementos digitales que cumpla con la función de preservar la integridad y el remanente de la estructura dental en la armonía con la oclusión.

CAPÍTULO 1 GENERALIDADES DE LA PRÓTESIS FIJA

Antecedentes de la Prótesis Fija

La elaboración de las prótesis dentales es una tarea importante desde la antigüedad, con el paso del tiempo ha evolucionado y se han perfeccionado las técnicas y los materiales de fabricación ⁽¹⁾.



Figura 1. Cráneo maya con piezas de Jade y Obsidiana incrustadas en los dientes, Exposición sobre odontología maya antigua en el Museo de Ruinas Mayas de Quirigua
Foto: Shutterstock/nobito. ⁽¹⁾

Eturia

Se considera al pueblo Etrusco el padre de la prostodoncia dental, tenían habilidades en la fabricación de puentes dentales con bandas de oro, por su parte, se consideraba que los romanos eran artesanos habilidosos, producían puentes dentales muy complejos remachando o soldando las piezas artificiales pertenecientes a humanos o animales ⁽¹⁾.

Si los dientes a utilizar eran humanos, se cortaban por la parte cervical y se sujetaban a la banda con remaches o pins. No obstante, la mayoría, utilizaba dientes de animales tales como vaca o buey para sustituir los dientes ausentes ⁽¹⁾.

Antigua Roma

En la Antigua Roma, las ausencias dentales se remediaban con puentes de oro en los cuales remachaban las piezas artificiales. Usaban dientes naturales, de marfil de hipopótamo o elefante, de vaca o buey, (Figura 2) (1).

La primera evidencia arqueológica de la Odontología especializada en ese período de tiempo es una prótesis dental encontrada en los años 2.000 en una necrópolis en Roma, data de los siglos I y II d.C. (1).



Figura 2. Mostrada en el museo de la escuela dental de París. Constituye las primeras prótesis dentales fijas dentales. Está constituida por una banda de oro a la cual se incrustaron dientes de animales (Buey) para reemplazar las piezas faltantes.

1.2 Definición

La prótesis fija cumple la función de restaurar y reemplazar los dientes dañados o ausentes, su éxito requiere de una combinación de requisitos clínicos, que, si bien dependen de funciones mecánicas y biológicas, éstas mejorarán según las habilidades del operador y el desarrollo del plan de tratamiento (2).

La capacidad de supervivencia a largo plazo de la restauración depende directamente de la precisión del ajuste entre la restauración y el pilar, las

discrepancias marginales incrementan la retención de placa y cambian la distribución de la microflora. El mal ajuste puede incluso provocar fallas mecánicas y biológicas, que incrementan el riesgo de fracturas, caries en el diente pilar e inflamación en los tejidos de soporte ⁽³⁾.

Para realizar la sustitución de una o más piezas dentales, se deberá tener un adecuado diseño para la elaboración de la prótesis, contemplar el pronóstico en el espacio desdentado, la condición endoperiodontal de las estructuras pilares y el material con el que se va a restaurar ⁽⁴⁾.

Otro factor que se considera es sobre qué estructura se colocará la prótesis, con la finalidad de conocer los parámetros de la distribución de los esfuerzos y la diferencia en el comportamiento biomecánico del diente natural ⁽⁵⁾.

En el tratamiento se deberá considerar el hecho de cuántas piezas se van a sustituir, el sector a rehabilitar y las consideraciones funcionales, se tomará en cuenta que es esencial un enfoque completo y secuencial para la planificación del tratamiento para la rehabilitación ⁽⁴⁾.

1.3 Composición de la Prótesis Fija

La prótesis fija incluye uno o más dientes de reemplazo (pónticos) y uno o más dientes pilares con sus retenedores que soportan y mantienen al póntico ⁽⁵⁾.

La prótesis fija tiene diferentes componentes:

Dientes pilares: Son los órganos dentarios que sostienen y soportan a la prótesis, es decir, a los que va cementado el retenedor del puente, sirven como elemento de unión para la prótesis parcial fija ⁽¹¹⁾.

Retenedores: Parte de la prótesis fija, extracoronaria que va cementada al diente pilar, se apoya sobre los dientes pilares ⁽¹¹⁾.

Conectores: Son áreas que generan una unión de los de los pónicos con el retenedor, pueden ser rígidos, colados o soldados o no rígidos ⁽¹¹⁾.

Ataches: Elemento generalmente metálico que une el pónico a los retenedores, consta de un elemento hembra que sale del pilar distal y de un macho que sale del pónico ⁽¹¹⁾.

Pónico: Se refiere a la corona artificial o la parte de una prótesis parcial fija o una prótesis completa fija que une el pilar o los dientes pilares al resto de la restauración o de la dentadura parcial fija ⁽¹¹⁾.



Figura 3 Esquema de prótesis fija de tres unidades

Existen básicamente tres tipos de prótesis parcial fija, pero nos enfocaremos en aquellas en las cuales el o los pónicos están unidos a los pilares en forma rígida y las llamaremos prótesis fija-fija ⁽⁵⁾.



Figura 4. Modelo con dados de trabajo Geller con terminación en escalón, para prótesis fija de seis unidades. Fotografía tomada en el Laboratorio Digital de Prótesis Bucal e Implantología de DEPel, Facultad de Odontología UNAM

1.4 Indicaciones:

- Espacios protéticos no extensos.
- Cantidad de esmalte de los dientes pilares suficiente para promover fijación adhesiva.
- Pacientes especiales donde la rapidez del tratamiento se hace necesaria.
- Oclusión favorable.
- Presentar salud gingival, periodontal y periapical. ⁽¹³⁾

1.5 Contraindicaciones:

- Baja resistencia mecánica y fragilidad
- Inadecuado sellado marginal compromete el tiempo de vida útil en el paciente.
- Dependiendo del material a colocar se puede causar abrasión de los dientes antagonistas
- Pacientes cuyo volumen de la pulpa contraindica una preparación para la corona total ⁽¹⁴⁾.

CAPÍTULO 2 PREPARACIONES EN PRÓTESIS FIJA

Las preparaciones dentales deben ser conservadoras, protegiendo la vitalidad del diente, la estructura dental sana y la retención de la restauración ⁽⁴⁾.

Todas las preparaciones dentales que dependen del material a utilizar necesitan de ciertos requisitos que nos darán el éxito o el fracaso de nuestro tratamiento ⁽⁴⁾.

Previo a considerar realizar un tallado dental, consideraremos el estado de salud periodontal y endodóntica de la pieza o piezas que serán nuestros pilares ⁽⁴⁾.

La preparación de prótesis fija se basa en cuatro principios fundamentales:

- **Preservación de la estructura dentaria:** El objetivo es distribuir las fuerzas aplicadas en el tejido remanente ⁽²⁾.
- **Retención y estabilidad:** El diente pilar debe cumplir requisitos geométricos que favorezcan una posición automática contra las fuerzas dislocantes; su capacidad de estabilidad opondrá el desplazamiento ⁽²⁾.
- **Solidez estructural:** Su objetivo es que la restauración tenga el grosor del material necesario para resistir las fuerzas oclusales y que sus contornos se aproximen al del diente natural ⁽²⁾.
- **Perfección de márgenes de terminación:** Ubicación de la línea de terminación de la preparación ⁽²⁾.

2.1 Márgenes de Terminación

Se considera el margen de terminación que tendrá nuestra preparación. Podemos tener tres tipos de terminaciones marginales que expondremos:

Supragingival.

Se ubica por arriba del borde libre de la encía. El margen de la restauración es visible y facilita el ajuste y el cepillado ⁽⁴⁾.

Indicaciones:

- Pacientes con biotipo delgado.
- Zonas posteriores.
- Utilización de materiales totalmente cerámicos.

Ventajas:

- Facilidad de trabajo.
- Fácil limpieza para el paciente.
- No compromete el tejido periodontal.

Desventajas:

- Visibilidad del margen.
- Muñones con poca retención ⁽⁴⁾.



Figura 5. Preparación supragingival en tipodonto de pieza dentaria 1.1

Yuxtagingival.

La terminación se ubica a nivel del borde libre de la encía, tiene evidentes ventajas en pacientes con exigencia de alta estética debido a la poca o nula visibilidad de la línea de terminación de la restauración y el diente. ⁽⁴⁾

Indicaciones:

- Pacientes con alta exigencia estética.
- Márgenes cervicales no visibles durante el habla y la sonrisa.
- Muñones con suficiente retención mecánica.
- Ausencia de restauraciones o caries a nivel marginal.

Ventajas:

- Mantenimiento periodontal.
- Fácil higiene.

Desventajas

- Visibilidad del margen durante la preparación.
- Cierre dificultoso de los espacios interproximales.
- Retención mecánica reducida.
-

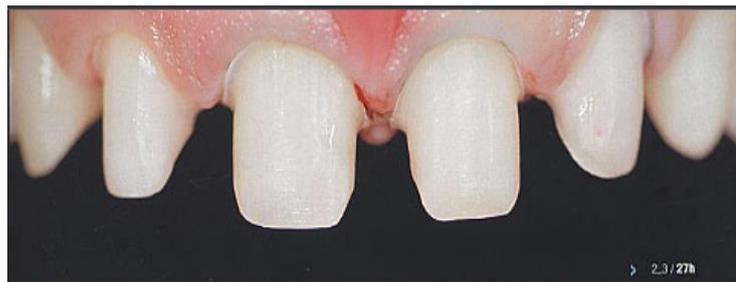


Figura 6. Preparación Yuxtagingival de piezas dentarias 1.2, 1.1 y 2.1. Imagen tomada del libro de Fradeani.

Subgingival.

Se ubica por debajo del borde libre de la encía, dentro del surco gingival, pero sin tocar la inserción epitelial. Evita la reincidencia de caries, siempre y cuando el paciente realice una buena higiene. Es más estética porque el

margen de la restauración queda oculto y se prefiere para la zona anterior (4).

Ventajas:

- Optimización estética
- modificación del contorno dentario y cierre de los espacios interproximales
- Incremento de la retención mecánica
- Invisibilidad del margen (4).

Desventajas

- Invasión del espesor biológico
- No es recomendable en pacientes con biotipo periodontal delgado (4)

2.2 Terminaciones Marginales

Cada una de las terminaciones marginales posee ventajas, desventajas y especificaciones que deben ser tomadas en cuenta al momento de decidir cual utilizar según el caso de nuestro paciente (16).

- **Escalón.** Terminación en ángulo recto. Diamantado troncocónica de punta plana. Para restauraciones de porcelana libre de metal. (4)
- **Hombro biselado.** Terminación en ángulo recto con bisel en la periferia. Diamantado troncocónico punta plana y D. de flama o punta de lápiz. Para restauraciones veneer, zona vestibular (4).



Figura 7. Terminación marginal de hombro biselado para prótesis fija adhesiva. (18)

2.3 Prótesis Fija Adhesiva

Se considera que durante las prótesis fijas adhesivas realizaremos menor desgaste de estructura dental, por lo que se deberá contemplar el estado de la estructura remanente, la retención y estabilidad ⁽¹⁵⁾.

El desgaste de las caras proximales será de 1mm, será mayor en caso de que la pieza dental así lo requiera, y funcionara como “abrazamiento”; en piezas posteriores el desgaste será de .5mm ⁽¹⁵⁾.

CAPÍTULO 3 RESINAS FOTOPOLIMERIZABLES LIQUIDAS:

Se han desarrollado numerosas resinas para poder ser utilizadas con sistemas de estereolitografía (SLA), procesamiento digital por luz (DLP) o impresión en cartuchos ⁽²²⁾.

Son fotopolímeros que solidifican al contacto con la luz, cambiando sus propiedades físicas ⁽²²⁾.

Presentan una gran reproducción de detalles, superficies lisas y pulidas, se logran obtener geometrías complejas y sin defectos ⁽²²⁾.

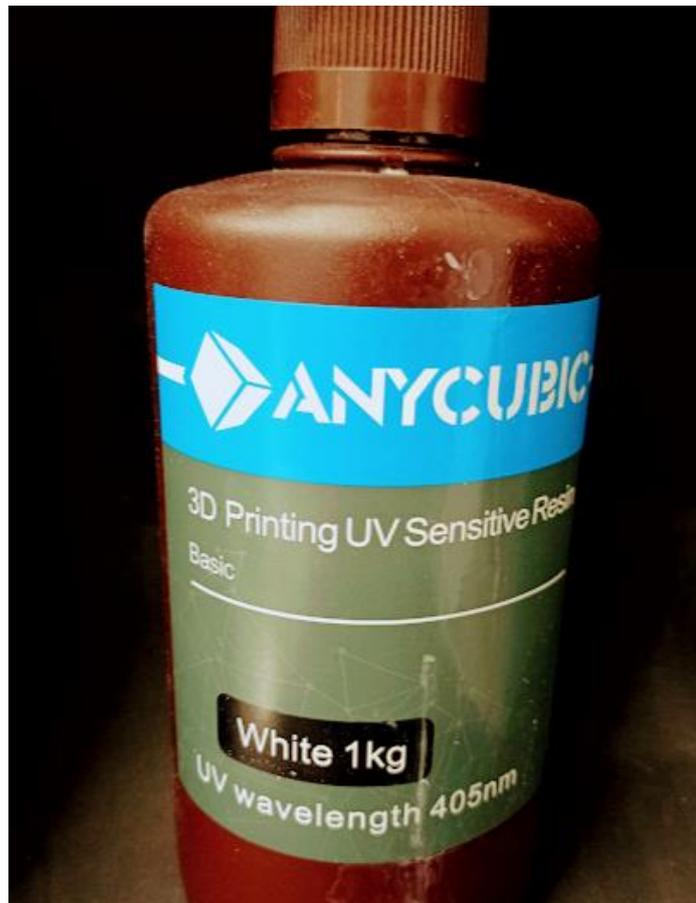


Figura.8 Resina para impresora 3D tono blanco. Fotografía tomada en el Laboratorio Digital de Prótesis Bucal e Implantología de DEPEI Facultad de Odontología UNAM.

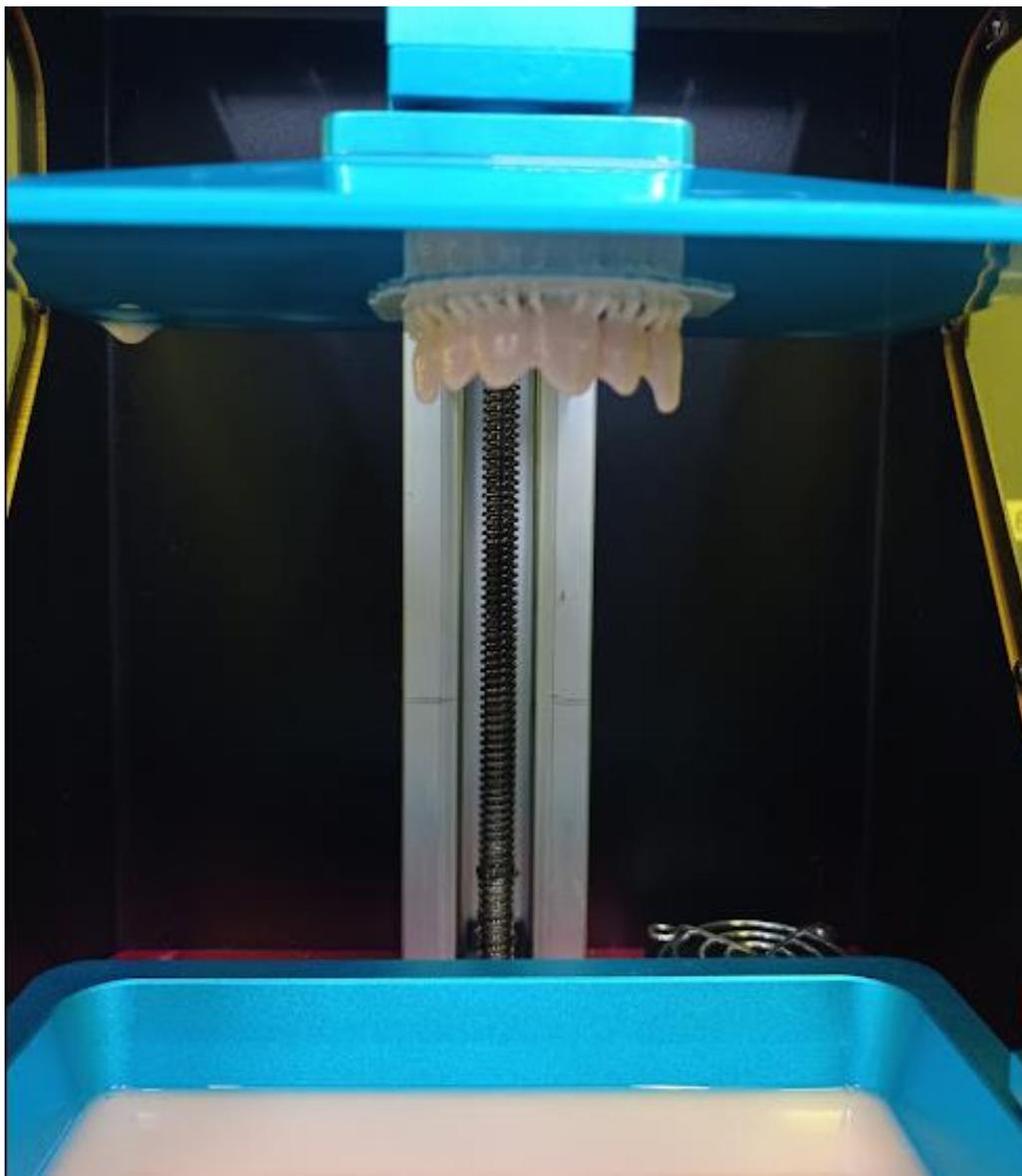


Figura 9. Impresión de prótesis fija de 6 unidades Fotografía tomada en el Laboratorio Digital de Prótesis Bucal e Implantología de DEPeI Facultad de Odontología UNAM

Presenta muchas variaciones con distintas características. Sus versiones biocompatibles son unas de las mejores opciones en 19 odontología por la gran reproducción de detalles, propiedades mecánicas y terminación final ⁽²²⁾.

CAPÍTULO 4 ESCÁNER DENTAL

En la actualidad la tecnología nos permite fabricar restauraciones cerámicas precisas de una forma más rápida, cómoda y predecible por medio del escaneo y la impresión ⁽¹⁸⁾.

Las fases en la fabricación de las restauraciones se basan en la digitalización, diseño e impresión ⁽¹⁸⁾.

El proceso de CAD involucra el escaneado, el cual puede ser realizado: en boca, mediante un escáner intraoral (óptico) o en el laboratorio, mediante el escaneado del modelo (como se realizó en este) lo cual es más caso utilizado con un escáner mecánico, láser u óptico ⁽¹⁸⁾.

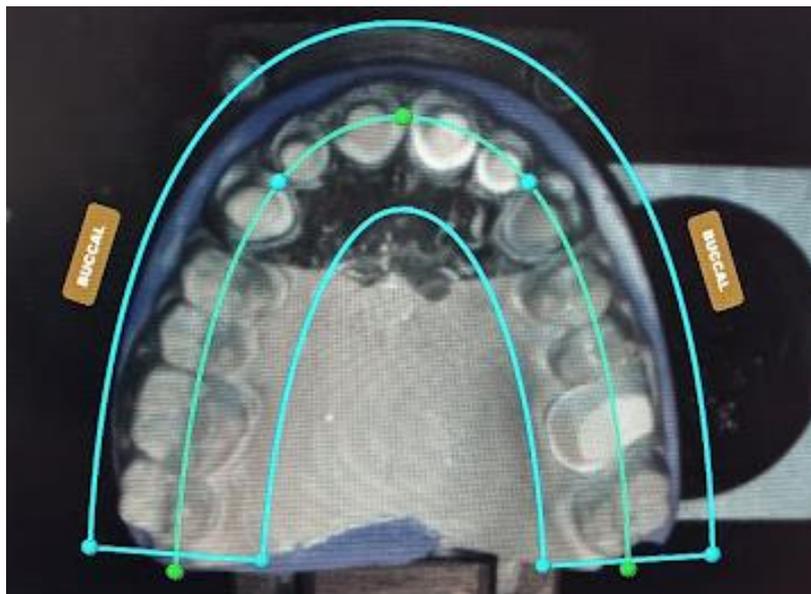


Figura 10. Escaneo de modelo de trabajo. Fotografía tomada en el Laboratorio Digital de Prótesis Bucal e Implantología de DEPeI, Facultad de Odontología UNAM

Los sistemas de escáneres digitales facilitan la obtención de modelos digitales basándose en la captura digital de información por una técnica de estereolitografía o por milling (datos y obtener modelos sólidos en tres dimensiones) ⁽¹⁸⁾.



Figura 11. Scanner Wieland Dental de la casa comercial Ivoclar Vivadent.® Fotografía tomada en el Laboratorio Digital de Prótesis Bucal e Implantología de DEPel, Facultad de Odontología UNAM

El primer paso de todo el trabajo digital es la impresión intraoral óptica que nos permite comprobar inmediatamente la calidad de la impresión, incluida la geometría del pilar, la línea de terminación del diente preparado, las piezas adyacentes y el antagonista ⁽¹⁸⁾.

El paso más crítico en el proceso de fabricación de la prótesis dental es capturar una impresión precisa de los dientes o cualquier defecto intraoral ⁽¹⁸⁾.



Figura 12. Escaneo inicial de modelo de trabajo. Fotografía tomada en el Laboratorio Digital de Prótesis Bucal e Implantología de DEPEI Facultad de Odontología UNAM

La creación del modelo anatómico virtual todavía presenta algunas limitaciones, como obtener una adecuada definición del componente dental ⁽⁶⁾.

La integración del escaneo de los modelos de impresión dental en el modelo 3D ayuda a diseñar los movimientos quirúrgicos, protésicos u ortodóncicos maxilomandibulares con mayor precisión gracias a la mayor resolución de la oclusión dental ⁽⁶⁾.

La digitalización de imágenes intrabucales presenta aún mejoras por desarrollar, como es la discrepancia ⁽⁶⁾.

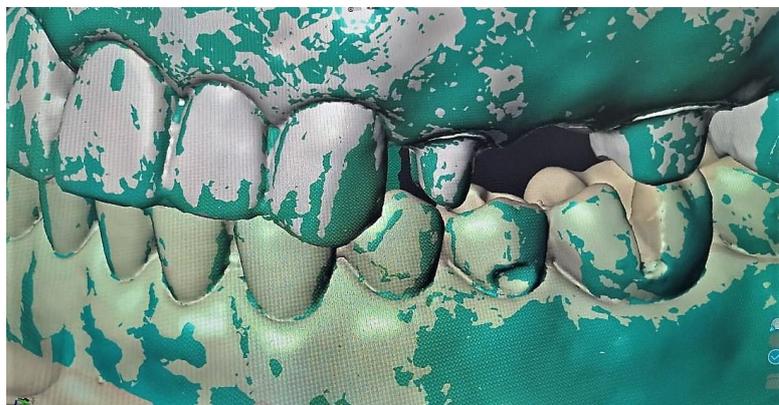


Figura 13. Escaneo de modelos de estudio con antagonista Fotografía tomada en el Laboratorio Digital de Prótesis Bucal e Implantología de DEPEI, Facultad de Odontología UNAM

El rayo láser posee un ángulo de incidencia igual a los 45° con respecto al plano de trabajo, para poder tomar datos tanto de las paredes axiales del muñón como sobre los planos oclusales ⁽¹⁸⁾.

El punto láser es leído por un sistema óptico que determina con exactitud la posición ⁽¹⁸⁾.

El tiempo promedio de escaneo de un muñón es de 5 minutos. El registro de oclusión, de la brecha y de las piezas vecinas también es escaneado ⁽¹⁸⁾.



Figura 14 Escaneo específico de piezas dentarias 1.3, 1.2, 1.1, 2.1, 2.2 y 2.3, para el diseño de prótesis. Fotografía tomada en el Laboratorio Digital de Prótesis Bucal e Implantología de DEPeI, Facultad de Odontología UNAM.

4.1 Ventajas de los modelos de estudio digitales

- Las imágenes pueden ser archivadas en formato digital, evitando el almacenamiento físico de los modelos de estudio en la consulta ⁽⁶⁾.
- Podemos maximizar las imágenes para localizar los puntos con más exactitud⁽⁶⁾.
- Pueden ser remitidas por internet a otros profesionales para la realización de consultas ortodóncicas sin tener que enviar los modelos físicos⁽⁶⁾.
- Se pueden enseñar las imágenes de los modelos a los propios pacientes para motivarlos durante su tratamiento⁽⁶⁾.
- Podemos realizar todo tipo de mediciones y cálculos ortométricos con gran exactitud, rapidez y de manera automática⁽⁶⁾.
- Se pueden recuperar en cualquier momento las imágenes de los modelos, así como las mediciones realizadas sobre ellos⁽⁶⁾.



Figura 15. Escaneo específico de las preparaciones. Fotografía tomada en el Laboratorio Digital de Prótesis Bucal e Implantología de DEPeI, Facultad de Odontología UNAM

4.2 Inconvenientes de los modelos de estudio digitales

- Las imágenes digitalizadas pueden presentar alguna alteración al ser escaneadas a pesar de realizar un correcto calibrado, como modelos incorrectamente vaciados o recortados ⁽⁶⁾.
- En casos de dentición mixta donde existen dientes en erupción, las imágenes de estos son complicadas para realizar mediciones sobre ellas⁽⁶⁾.
- El proceso de digitalización de los modelos es un proceso relativamente laborioso que debe realizarse bajo una serie de condiciones siempre reproducibles ⁽⁶⁾.

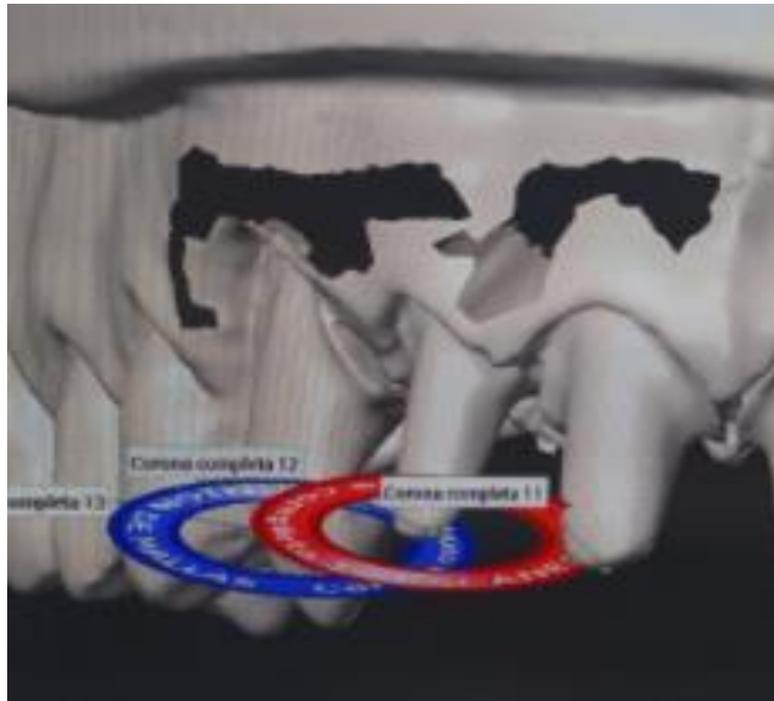


Figura 16. Segundo escaneo de pieza 1.2 marcado con error por el software por el reflejo de la luz del modelo de trabajo. Fotografía tomada en el Laboratorio Digital de Prótesis Bucal e Implantología de DEPEI, Facultad de Odontología UNAM.

Actualmente, los nuevos programas informáticos que se están utilizando y desarrollando, se basan en imágenes en 3D, lo cual facilita enormemente la localización de puntos, ya que los modelos se pueden observar desde todos los ángulos posibles ⁽⁶⁾.

CAPÍTULO 5 DISEÑO DENTAL

5.1 Definición

El diseño es siempre guiado por los parámetros que establece el sistema de computadora y que son cruciales para lograr la resistencia de la estructura



Figura 17 Selección de piezas para diseño de prótesis de seis unidades. Fotografía tomada en el Laboratorio Digital de Prótesis Bucal e Implantología de DEPel, Facultad de Odontología UNAM

El diseño de tipo tridimensional puede ser visualizado en cualquier dirección como parte del proceso de diseño e inclusive el grosor del margen (interfase) del cemento puede ser establecido⁽⁷⁾.

La selección de color de la estructura puede realizarse de entre 7 tonos pre-establecidos para correlacionarlo con la dentición natural del paciente⁽⁷⁾.

Por medio de programas de diseño gráfico, particulares para el trazado dental y específicos para cada sistema, se traslada la información

obtenida con el escáner al programa para diseñar la estructura protésica deseada (7).

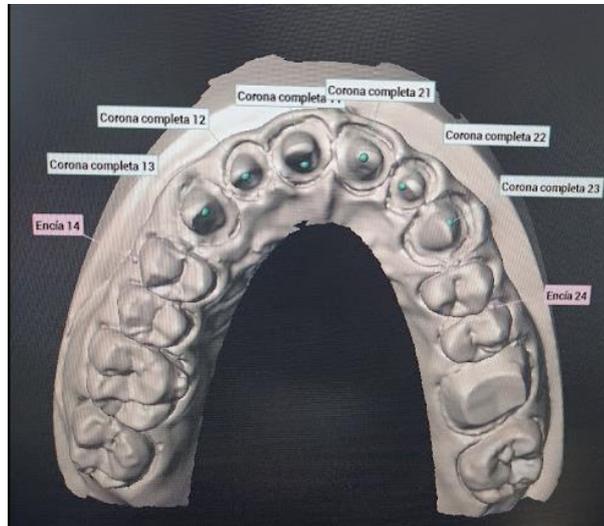


Figura 18 Selección de piezas para diseño de prótesis de seis unidades. Fotografía tomada en el Laboratorio Digital de Prótesis Bucal e Implantología de DEPEI, Facultad de Odontología UNAM

Se realiza el escaneo específico de la pieza o piezas que se han de restaurar, terminado el escaneo se determina la línea de terminación de nuestra preparación.

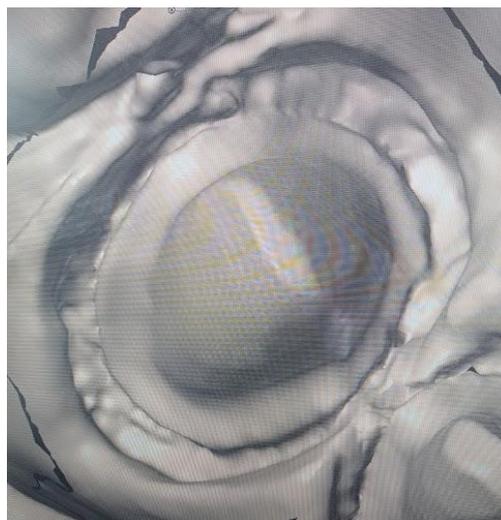


Figura 19. Delimitación de márgenes de terminación. Fotografía tomada en el Laboratorio Digital de Prótesis Bucal e Implantología de DEPEI, Facultad de Odontología UNAM

Una vez detectada la línea de terminación cervical y el eje de inserción de los pilares, es posible determinar la anatomía dental, las dimensiones de los púnticos, los pilares y los conectores.



Figura 20 Prototipo de Diseño para elaboración de prótesis de seis unidades en archivo STL. Fotografía tomada en el Laboratorio Digital de Prótesis Bucal e Implantología de DEPeI, Facultad de Odontología UNAM

El programa de digitalización y diseño es proporcionado por cada sistema. Es posible diseñar desde restauraciones parciales y carillas hasta coronas individuales, estructuras de varias unidades y supraestructuras dependiendo del material y del sistema. El diseño de la restauración es almacenado en un archivo y puede ser enviado al centro de producción o al equipo de procesado para que machine la estructura ⁽⁷⁾.

CAPÍTULO 6 SISTEMA DE IMPRESIÓN 3D

6.1 Definición

El término impresión 3D es generalmente usado para describir la fabricación de un objeto por medio de la técnica de adición⁽¹⁰⁾.

La planeación de un proceso de diseño por medio de la reconstrucción de imágenes y un modelo de la región de interés para la simulación de las posibles técnicas mecánicas de la caracterización⁽²¹⁾.

La fabricación por adición ha tenido diferentes aplicaciones en el campo médico. En la creación de un modelo para la fabricación de un órgano o tejido en impresión 3D, se utilizan los estudios de imágenes médicas de los pacientes intentando preservar al máximo la anatomía de las estructuras que se desean reproducir⁽²¹⁾.

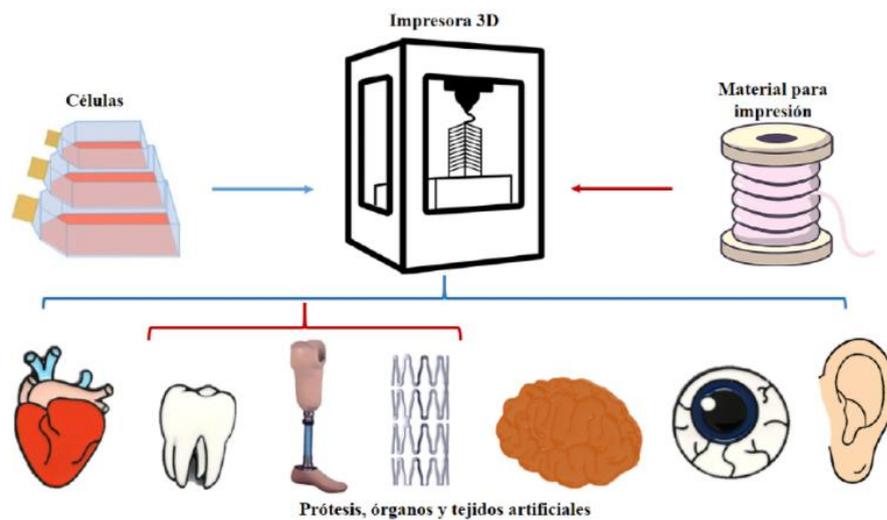


Figura 21. Esquema general de bioimpresión 3D, (-) aplicaciones que pueden o no llevar células.⁽²¹⁾

6.2 Formato Digital

Los equipos de impresión 3D reconocen la información tridimensional, es decir, representada en forma de triángulos en el formato *Standard Triangle Language* (STL) ⁽⁸⁾.

El primer paso es leer un archivo STL o varios archivos STL. El modelo STL se compone de triángulos discretos⁽⁸⁾.

El algoritmo utiliza la orientación de un triángulo para determinar qué lado del triángulo representa el interior del objeto que se va a crear y qué lado bordea el espacio vacío. Este concepto de "dictado de orden de vértice" es importante y se utiliza en todo el algoritmo. Cuando se hace un corte a cierta altura (valor de paso Z), el algoritmo verifica cada triángulo en el modelo STL para verificar que se cruza con el plano de corte⁽⁹⁾.

En cuanto a la imagen 3D el "3DSlicer" puede configurar los datos de volumen de imagen, como la superficie del modelo triangulado, la representación de volumen, la renderización y el efecto tridimensional estereoscópica, haciendo la imagen más cercana a la real.

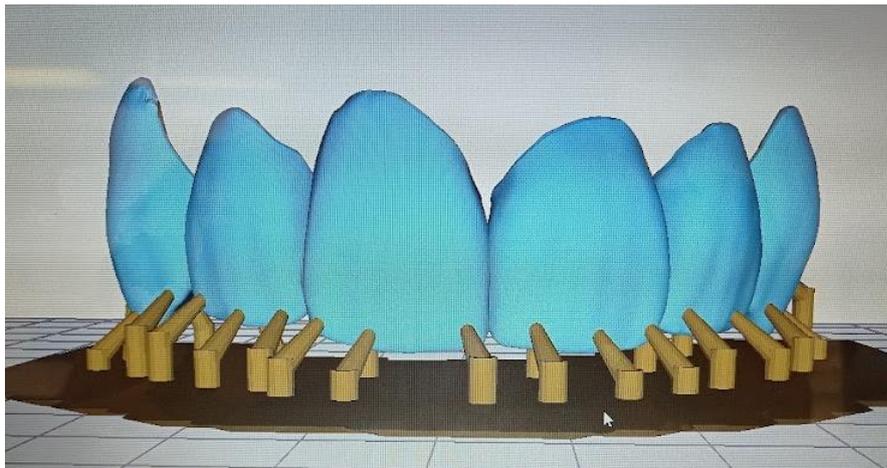


Figura 22 Modelo STL de seis unidades con estructura de sujeción en software Slicer V1.3.6 Fotografía tomada en el Laboratorio Digital de Prótesis Bucal e Implantología de DEPel, Facultad de Odontología UNAM

El software es una aplicación de visualización de imágenes médicas. Su gran diferencia está en su gran amplitud en cuanto a funcionalidad, extensibilidad, portabilidad entre plataformas y licencia de software de código abierto. ⁽¹²⁾.

La impresión tridimensional requiere de un equipo y software especial, en el que a partir de un diseño o imagen el objeto se va construyendo capa por capa (tecnología de fabricación por adición) ⁽¹⁷⁾.



Figura 23. Progreso de fabricación por adición de prótesis de seis unidades. Fotografía tomada en el Laboratorio Digital de Prótesis Bucal e Implantología de DEPel, Facultad de Odontología UNAM

Las principales tecnologías utilizadas para depositar y modelar materiales biológicos son: la inyección, la microextrusión y la impresión asistida por láser ⁽²⁰⁾.



Figura 24. Impresora 3D “Anycubic Photon”® Fotografía tomada en el Laboratorio Digital de Prótesis Bucal e Implantología de DEPel, Facultad de Odontología UNAM

La impresión 3D agrupa diversas tecnologías de manufactura aditiva, como ácido poliláctico, resinas fotopolimerizables, PMMA y otros materiales que se utilizan en otros ramos ⁽¹⁷⁾.

La impresora 3D consiste en un brazo multieje (cartesiano) con una boquilla extrusora, una fuente de energía y un sustrato para depositar el material fundido. (17)



Figura 25 Componentes de impresora 3D “*Anycubic Photon*”® Fotografía tomada en el Laboratorio Digital de Prótesis Bucal e Implantología de DEPeI, Facultad de Odontología UNAM

Las principales tecnologías para depositar y modelar materiales biológicos son la inyección, microextrusión y la impresión asistida por láser.

6.3 Características de la impresión 3D

La impresión 3D se caracteriza por la alta precisión que puede lograr, con acabados superficiales superiores a los obtenidos por otras tecnologías.

6.4 Usos y Odontología

Presentan una gran gama de áreas como son, el sector aeroespacial y militar, arquitectura, automovilismo, productos de consumo, educación, medicina y odontología, sobre estas dos últimas nos referiremos más en extenso.



Figura 26. Modelo con dados de trabajo Geller, prótesis fija de seis unidades y estructura de sujeción. Fotografía tomada en el Laboratorio Digital de Prótesis Bucal e Implantología de DEPeI, Facultad de Odontología UNAM.

Es tal la versatilidad en cuanto a usos que nos entregan la impresoras 3D que es factible poder realizar, utilizando los materiales correctos, planos de alivio oclusal, coronas provisionales con máximo ajuste cervical lo que permite salud periodontal óptima, cubetas individuales estandarizando el espesor de material de impresión, modelos educativos tipo Geller,

pruebas de estructuras y bases protésicas previo a enmuflar, patrones calcinables para prótesis fija y bases metálicas para prótesis parciales removibles, todo esto sin considerar las infinitas posibilidades de usos relacionados a estructuras de uso diario, como clamps, arcos de Young, partes de instrumentales dañadas e incluso cuñas, siendo la imaginación el límite en cuanto a posibilidades⁽²²⁾.

Implantes Dentales

Es empleada en el desarrollo de implantes dentales, tal es el caso de Yan y col., que en el año 2019 desarrollan nuevos rellenos dentales personalizados con acción terapéutica prolongada utilizando la impresión 3D, esto debido a la alta incidencia de la caries dental ⁽²¹⁾.

Se obtuvieron moldes molares de ácido poliláctico (PLA) o acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) mediante escaneo 3D, los rellenos dentales de tinidazol (TNZ) fueron fabricados por prensado térmico utilizando los moldes personalizados impresos en 3D. Los rellenos dentales desarrollados fueron capaces de liberar tinidazol durante una semana. La manufactura aditiva se puede emplear para fabricar rellenos dentales con alta resistencia mecánica y liberación de fármacos personalizada. Además de contar con un bajo costo y con una gran variedad de materiales para la impresión 3D- ⁽²¹⁾

6.5 Limitantes

Tiene tres limitantes en la impresión 3D:

- Dimensiones del objeto a imprimir.
- Tiempo.
- El costo ⁽¹⁹⁾.

Sólo puede aplicarse a estructuras que no excedan ciertas dimensiones ya que las impresoras no son capaces de producir modelos extremadamente grandes, como el cuerpo entero ⁽¹⁹⁾.

La limitación se supera actualmente al producir una versión en miniatura de una estructura grande mediante pos-procesado o dividiendo el modelo completo en partes más pequeñas que se pueden combinar después de la impresión ⁽²⁰⁾.

Una limitación importante son el tiempo y el costo que se invierte en la generación de objetos 3D. En la actualidad, el uso generalizado de prototipos rápidos para la planificación quirúrgica o el diseño de implantes individuales no parece justificarse porque los procedimientos de planificación o los implantes estándar son suficientes. Sin embargo, en los casos complicados, los costos adicionales pueden compensarse por los tiempos operativos reducidos y una mayor tasa de éxito del procedimiento quirúrgico ⁽²⁰⁾.

El tiempo necesario para producir un objeto 3D también limita su uso en cirugía a casos electivos y lo hace inadecuado para situaciones de emergencia ⁽¹⁹⁾.

Conclusiones

La odontología ha evolucionado e innovado la manera en que se realiza, el hecho de tener en la actualidad recursos que nos faciliten las técnicas y disminuyan los tiempos de trabajo, no nos garantiza el éxito de nuestros tratamientos.

Es importante que el cirujano dentista conozca los fundamentos según la restauración, además de contemplar la historia de la enfermedad de nuestras piezas dentarias para proporcionar así el tratamiento restaurador adecuado que garantice la recuperación de la salud, función y estética de nuestro sistema estomático.

Si bien sabemos que el proceso CAD reduce el tiempo de trabajo en sillón con nuestro paciente, también se debe considerar que como operadores debemos entender y conocer el sistema digital que estamos utilizando, además de contar con los conocimientos necesarios en función del diseño de una prótesis fija, que aunque pareciera una tarea sencilla, es la base del éxito de nuestra restauración.

Diseñar una prótesis fija con sistema CAD nos ofrece la oportunidad de mejorar o modificar los componentes en función del beneficio que se pueda proporcionar al paciente.

El verdadero reto se encuentra en la habilidad que tenga el operador para hacer uso del software y determinar las dimensiones adecuadas para la restauración de las preparaciones e iniciar el proceso de impresión.

No olvidemos que la impresión tridimensional tiene una gran precisión, lo cual para el operador clínico es una gran ventaja pues aparte de disminuir los tiempos de sillón también nos reduce la cantidad de citas que pueda llegar a tener nuestro paciente.

El éxito de nuestro tratamiento es un trabajo en conjunto de nuestras habilidades como operador, la cooperación que tenga nuestro paciente, los materiales que utilizamos, el sistema utilizado y el diseño elaborado; cada etapa es importante y realizarlas de manera adecuada se verá reflejado en el éxito y tiempo de vida útil de nuestro tratamiento.

Referencias bibliográficas

- 1 Gacetadental.com. [citado el 10 de noviembre de 2021]. Disponible en: https://gacetadental.com/wpcontent/uploads/2021/05/335_LABORATORIO_EnvolucionProtesis.pdf
2. Carvajal C. Protesis fija. Mediterraneo; 2003.
3. Medina-Sotomayor Priscilla, Ordóñez Paola, Ortega Gabriela. Precisión de los sistemas de impresión digital intraoral en odontología restauradora: Una revisión de la literatura. Odovtos [Internet]. 2021 Apr [consultado 2021 Oct 08]; 23 (1): 64-75. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2215-34112021000100064&lng=en. <http://dx.doi.org/10.15517/ijds.2020.41442.4>
4. Fradeani M. Análisis estético: Parte 1: Un enfoque sistemático del tratamiento protésico. New Malden, Inglaterra: Quintessence Publishing; 2004.
5. Watanabe Velásquez R, Salcedo Moncada D, Ochoa Tataje J, Horna Palomino H, Herrera Cisneros M, Paz Fernández JJ. Rehabilitación oral con prótesis fija. Odontol Sanmarquina. 2014; 11 (2): 96.
6. Paredes Vanessa, Gandia José Luis, Cibrián Rosa. Registros diagnósticos digitales en ortodoncia: Situación actual. Med. oral patol. oral cir.bucal (Internet) [Internet]. 2006 Feb [citado 2021 Nov 14] ; 11(1): 88-93. Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S16986946200600100020&lng=es.
7. Rúa Ramirez EB, Jimenez Diaz F, Gutierrez Arias GA, Villamizar NI. Impresión 3D como Herramienta Didáctica para la Enseñanza de Algunos Conceptos de Ingeniería y Diseño. Ingeniería. 2018;23(1):70.
8. Gerke Bárbara Aline, Yamashita Amanda Lury, Sigua-Rodriguez Eder Alberto, Olate Sergio, Iwaki Lilian Cristina Vessoni, Iwaki-Filho Liogi. Análisis Descriptivo y Cualitativo de Tres Software Gratuitos Usados para la Conversión de Formato DICOM para STL. Int. J. Odontostomat. [Internet]. 2019 Mar [citado 2021 Nov 15] ; 13(1): 103-111. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-381X2019000100103&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X2019000100103>.
- 9 Org.za. [citado el 15 de noviembre de 2021]. Disponible en: http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-

78902014000200005

10 Jiménez Marcela P. Nueva Generación de Muñones Estéticos de Resina Reforzada con Fibras de Vidrio: Presentación de un Caso Clínico. Acta odontol. venez [Internet]. 2001 Dic [citado 2021 Nov 21] ; 39(3): 69-74. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652001000300009&lng=es.

11. De Estomatología F, Para Q, El O, De G. BENEMÉRITA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE PUEBLA “REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DEL DISEÑO DE PÓNTICO OVOIDE” [Internet]. Disponible en: <https://repositorioinstitucional.buap.mx/bitstream/handle/20.500.12371/4575/889219TL.PDF?sequence=1>

12. Gerke Bárbara Aline, Yamashita Amanda Lury, Sigua-Rodriguez Eder Alberto, Olate Sergio, Iwaki Lilian Cristina Vessoni, Iwaki-Filho Liogi. Análisis Descriptivo y Cualitativo de Tres Software Gratuitos Usados para la Conversión de Formato DICOM para STL. Int. J. Odontostomat. [Internet]. 2019 Mar [citado 2021 Nov 21] ; 13(1): 103-111. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-381X2019000100103&lng=es. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X2019000100103>.

13. Rehabilitación oral libre de metal: prótesis parcial fija adhesiva cerámica [Internet]. Gaceta Dental. 2009 [consultado el 23 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://gacetadental.com/2009/05/rehabilitacin-oral-metal-free-prtesis-parcial-fija-adhesiva-cermica-30951/>

14. o González-Ramírez A del R. Tiempo de vida de las restauraciones dentales libres de metal: revisión sistemática. Revista ADM [Internet]. : 116–20. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2016/od163d.pdf>

15 Watanabe Velásquez R, Salcedo Moncada D, Tataje J, Horna H, Cisneros M, José J, et al. ODONTOLOGÍA SANMARQUINA Caso Clínico [Internet]. 2008 Dic. Disponible en: https://sisbib.unmsm.edu.pe/bvrevistas/odontologia/2008_n2/pdf/a13v11n2.pdf

16. Euan Salazar RI. EVALUACION DEL AJUSTE MARGINAL DE CORONAS DE ZIRCONIO FABRICADAS CON DOS SISTEMAS CAD-CAM EN PREPARACIONES CON DOS DIFERENTES DISEÑOS DE LINEAS DE TERMINACIÓN [TESIS DOCTORAL]. [UNIVERSITAT UNIVERSAL DE CATALUNYA]; 2014. p. 25–8.

17 César-Juárez Ángel Adrián, Olivos-Meza Anell, Landa-Solís Carlos, Cárdenas-Soria Víctor Hugo, Silva-Bermúdez Phaedra Suriel, Suárez Ahedo Carlos et al . Uso y aplicación de la tecnología de impresión y bioimpresión 3D en medicina. Rev. Fac. Med. (Méx.) [revista en la Internet]. 2018 Dic [citado 2021 Oct 13] ; 61(6): 43-51. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-17422018000600043&lng=es. <https://doi.org/10.22201.fm.24484865e.2018.61.6.07>.

18 Vilarrubí Alejandra, Pebé Pablo, Rodríguez Andrés. Prótesis fija convencional libre de metal: tecnología CAD CAM-Zirconia, descripción de un caso clínico. Odontoestomatología [Internet]. 2011 Dic [citado 2021 Nov 23] ; 13(18): 16-28. Disponible en: http://www.scielo.edu.uy/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S168893392011000200003&lng=es.

19. [García-Valadez L, Espinoza-Gutiérrez A, Rivas-Montero J, Hernández-Méndez V, Santiago-García A, Banegas-Ruiz R, Cesar-Juárez A, Palmieri-Bouchan R. Impresión de modelos 3D para fracturas de radio distal: un estudio piloto en el Instituto Nacional de Rehabilitación. Rev Sanid Milit Mex. 2017;71\(4\):366-73.](#)

20 César-Juárez Ángel Adrián, Olivos-Meza Anell, Landa-Solís Carlos, Cárdenas-Soria Víctor Hugo, Silva-Bermúdez Phaedra Suriel, Suárez Ahedo Carlos et al . Uso y aplicación de la tecnología de impresión y bioimpresión 3D en medicina. Rev. Fac. Med. (Méx.) [revista en la Internet]. 2018 Dic [citado 2021 Nov 23] ; 61(6): 43-51. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-17422018000600043&lng=es. <https://doi.org/10.22201.fm.24484865e.2018.61.6.07>.

21 Valenzuela-Villela KS, García-Casillas PE, Chapa-González C, Valenzuela-Villela KS, García-Casillas PE, Chapa-González C. Progreso de la Impresión 3D de Dispositivos Médicos. Revista mexicana de ingeniería biomédica [Internet]. 1 de abril de 2020 [consultado el 23 de noviembre de 2021]; 41 (1): 151–66. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-95322020000100151#f2

22 Ulloa P, Poblete D. Análisis de impresora 3D Guía para realizar una correcta elección para el uso clínico odontológico [Internet] [Tesina]. [Universidad del Desarrollo Facultad de Ciencias de la Salud]; 2018 [consultado el 13 de noviembre de 2021]. pag. 17–9. Disponible en: <https://repositorio.udd.cl/bitstream/handle/11447/2778/Documento.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Anexos

Figura 1 Cráneo maya

Figura 2 Incrustación de dientes de buey

Figura 3 Esquema de prótesis fija

Figura 4 Modelo con dados de trabajo (Fuente Directa)

Figura 5 Preparación supragingival

Figura 6 Preparación Yuxtagingival

Figura 7 Terminación marginal para prótesis adhesiva

- Figura 8 Resina para impresión (Fuente directa)
- Figura 9 Impresión de prótesis de 6 unidades (fuente directa)
- Figura 10 Escaneo de modelo de trabajo (Fuente directa)
- Figura 11 Escáner dental (Fuente directa)
- Figura 12 Primer escaneo (Fuente directa)
- Figura 13 Modelo de estudio con antagonista (Fuente directa)
- Figura 14 Escaneo específico en modelo de trabajo (Fuente directa)
- Figura 15 Escaneo específico (fuente directa)
- Figura 16 Escaneo marcado con error por el software (fuente directa)
- Figura 17 Odontograma de selección (Fuente directa)
- Figura 18 Selección de piezas para PPF (Fuente directa)
- Figura 19 Delimitación de márgenes de la restauración (Fuente directa)
- Figura 20 Prototipo de diseño de PPF (Fuente directa)
- Figura 21 Esquema de usos de impresión 3D
- Figura 22 Modelo STL en software Slicer (Fuente directa)
- Figura 23 Fabricación por adición (Fuente directa)
- Figura 24 Impresora 3D (Fuente directa)
- Figura 25 Componentes de Impresora (Fuente directa)
- Figura 26 Modelo con prótesis y estructura de sujeción