



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

GUÍA QUIRÚRGICA DIGITAL PARA EL ALARGAMIENTO DE  
CORONA ESTÉTICO

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**CIRUJANA DENTISTA**

P R E S E N T A:

JESSICA EDIT ROJAS SÁNCHEZ

TUTOR: C.D. ABRAHAM GARCÍA ORNELAS



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.

## **AGRADECIMIENTOS**

*Gracias a mis padres Esperanza y Víctor por todo el esfuerzo y apoyo durante esta etapa de mi vida, gracias por su ejemplo, por enseñarme que todo lo puedo en Cristo que me fortalece, gracias por nunca dejarme, por siempre estar presentes. Gracias por tanto amor, por enseñarme a ser una persona responsable y valiente.*

*Los amo!*

*Gracias a mi hermano Víctor por ser un gran ejemplo, a mi hermana Karime por todo su amor y cariño, por ser siempre mi paciente estrella y hacerme compañía cuando la necesite, por animarme y ser mi ejemplo de fortaleza y amor. Te amo hermanita!*

*A Karim gracias por el esfuerzo, amor y apoyo para que este momento pudiera volverse realidad.*

*A mi abuelita Susy gracias por ser mi ejemplo de fortaleza y valentía, por mostrarme que siempre se puede salir adelante no importando las circunstancias. Te amo abue!*

*A mis tíos Erika y José Luis gracias por siempre ser ese ejemplo de que con esfuerzo y perseverancia se puede llegar muy lejos. Gracias Juan, Mitch, Megan, porque se que siempre estuve en sus oraciones, por ser mis pacientes y darme siempre todo su amor; Iris, Beto, gracias por su apoyo; Vanessito gracias por ser la mejor prima y permitirme ser tu ejemplo, te quiero con todo mi corazón.*

*Gracias Jonatan por siempre estar presente, por enseñarme que siempre se puede ser una mejor persona solo necesitamos esforzarnos un poco mas, gracias por ser mi ejemplo de dedicación, perseverancia y paciencia, gracias por nunca soltarme y darme siempre todo tu amor.*

*Gracias a mis amigas Itzel, Andrea y Azucena por las risas y los momentos increíbles que pasamos en la facultad, porque sin ustedes nada hubiera sido lo mismo, tantas risas y momentos de estrés compartidos, gracias por ser mis mejores amigas y ahora colegas. Las amo infinitamente.*

*Gracias Dios porque con tus bendiciones y amor me permites cumplir esta meta. Porque tu me diste la fortaleza para lograrlo.*

*Gracias a todos y cada uno de los maestros dentro y fuera de la facultad por sus enseñanzas y compartir sus conocimientos para formar en mí una gran Cirujana Dentista.*

*Gracias al Doctor Enrique Cisneros y al Aula digital de la División de estudios de posgrado e investigación de la facultad de odontología de la UNAM, por las facilidades brindadas para que este trabajo se pudiera concluir de manera exitosa.*

*Gracias a la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Facultad de odontología por permitirme cumplir uno de mis más grandes sueños. Y sé que este no es el final sino solo el comienzo de una gran carrera.*

## Índice

Introducción .....	1
Capítulo 1 Generalidades .....	3
1.1 Espesor biológico.....	3
1.2 Biotipos periodontales.....	4
Capítulo 2 Alargamiento de corona .....	6
2.1 Técnicas para aumentar la corona clínica .....	8
2.1.1 Indicaciones y contraindicaciones de la gingivoplastia.....	9
2.1.2 Indicaciones y contraindicaciones de la osteoplastia .....	10
2.1.3 Ventajas y desventajas de la osteoplastia.....	10
2.2 Alargamiento de corona estético .....	11
Capítulo 3 Guías quirúrgicas .....	12
3.1 Guías quirúrgicas digitales .....	14
Capítulo 4 Cirugía guiada .....	14
4.1 Definición de sistema CAD/CAM .....	15
4.2 Ventajas y desventajas del sistema CAD-CAM.....	17
4.3 Tomografía axial computarizada .....	17
4.4 Definición de sistema DICOM.....	19
4.5 Definición de STL .....	20
4.6 Métodos de elaboración de guías quirúrgicas digitales .....	20
4.6.1 Escaneo de modelos .....	21
4.6.2 Orientación del modelo, verificación de zonas de retención.....	23
4.6.3 Delimitado de la extensión de la guía quirúrgica .....	24
4.7 Ventajas y desventajas de las guías quirúrgicas digitales .....	27
Conclusiones .....	29
Referencias.....	30

## Introducción

En la actualidad el uso de herramientas digitales en la práctica odontológica es una tendencia que va en aumento, una de estas herramientas es el uso del diseño asistido por computadora y manufactura asistido por computadora (*en adelante "CAD/CAM" por sus siglas en inglés*).

Históricamente el inicio de la aplicación de la tecnología CAD/CAM de forma global fue en 1970. En las siguientes décadas el desarrollo tecnológico de estos sistemas creció en una infinidad de formas, mejoras y variantes. Su aplicación en odontología siempre ha tenido una especial afinidad en el área de rehabilitación oral para la confección de restauraciones como son coronas e incrustaciones, prótesis totales, prótesis removibles, férulas, etc. Esta evolución constante también generó sinergia con otras tecnologías como lo es la tomografía axial computarizada para crear guías quirúrgicas para la colocación de implantes dentales, guías para cirugía de tejidos duros (hueso), ortodoncia con alineadores, entre otras y usada de forma conjunta con tecnologías como el escaneo facial para crear guías y modelos para reconstrucción facial y diseño de sonrisa.

Hoy en día se suman más las áreas del conocimiento para la aplicación de los sistemas CAD/CAM en odontología, no solo en la parte de restauraciones, sino también de forma horizontal con áreas como la cirugía bucal, periodoncia, ortodoncia, odontopediatría y biomateriales dentales.

La aplicación de dichos sistemas nos permite potencializar la precisión en el sellado y dimensiones de las estructuras, utilizando materiales industrializados con cualidades estéticas, mecánicas, biológicas y funcionales superiores a los sistemas convencionales, así mismo favorece la reducción del tiempo de trabajo, la disminución del error humano y los costos de manufactura.

Para obtener mejores resultados durante los procedimientos quirúrgicos se ha implementado la elaboración de guías quirúrgicas digitales mediante sistemas

CAD/CAM a partir de una tomografía axial computarizada. Inicialmente, estas guías eran elaboradas para la colocación de implantes dentales, pero se ha comenzado a introducir en el área periodontal en la elaboración de guías quirúrgicas para alargamiento de corona y con esto lograr una mayor exactitud durante el acto quirúrgico, ya que la osteoplastia y la gingivoplastia estará calculada con base en dicha tomografía.

Las técnicas con guías quirúrgicas digitales nos permiten elaborar un plan preciso que será transferido al campo quirúrgico; para establecer una continuidad desde el diagnóstico, plan protésico y la fase quirúrgica, brindando al paciente un tratamiento mínimamente invasivo y facilitar al profesional su trabajo.

En el presente proyecto nos enfocaremos en describir el método de elaboración de guías quirúrgicas digitales para el alargamiento de corona estético basándonos en el uso de la tomografía axial computarizada.

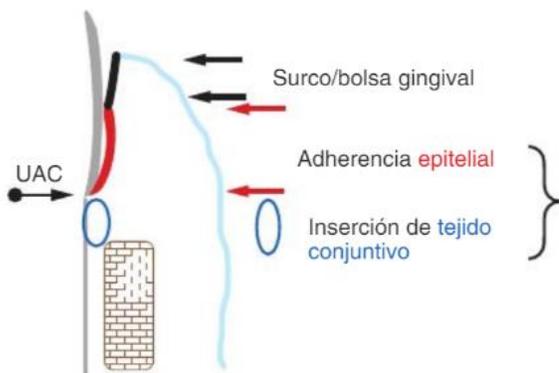
# Capítulo 1 Generalidades

## 1.1 Espesor biológico

Es muy importante tener conocimiento del espesor biológico (también conocido como espacio biológico) para una correcta planeación del tratamiento quirúrgico previo a la colocación de alguna prótesis dental, ya que la invasión de este durante las preparaciones o la toma de impresión provocarían efectos secundarios de diferentes magnitudes.

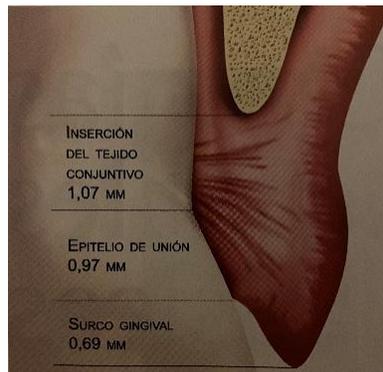
Cohen en 1962 denominó “espacio biológico” a la distancia entre la base del surco gingival y la cresta ósea”. Es decir, el espacio biológico comprende el epitelio de unión y la inserción del tejido conectivo en un total de 2.04 mm.<sup>2</sup>

Gottlieb (1921), Orban y Köhler (1924) documentaron que el tejido blando insertado en los dientes se compone de dos partes, una de tejido fibroso y una de epitelio. Se realizaron valoraciones isométricas para describir la longitud del surco, la adherencia epitelial (epitelio de unión) y la inserción de tejido conjuntivo. Se observó que la longitud de la inserción de tejido conjuntivo varió dentro de los límites 1,06-1,08 mm, mientras que la longitud del epitelio de unión fue de aproximadamente 1,4 mm en sitios con periodonto normal. En otras palabras, el espesor biológico de la inserción es de 2,5 mm en casos normales.



(fig. 1)<sup>4</sup> Esquema que describe el “ancho biológico” de la inserción del tejido blando a la cara vestibular de un diente con periodonto sano. Se considera que la longitud combinada del epitelio de unión (adherencia epitelial) e inserción de tejido conectivo presenta el “ancho biológico” de la inserción de tejido blando. Nótese que el surco gingival no es parte de la inserción.

El estudio realizado por Gargiulo, Wentz y Orban en 1961 verifico el promedio de las dimensiones verticales del surco gingival que resulto ser de 0.69 mm, el epitelio de unión de 0,97 mm, la inserción del tejido conectivo de 1,07 mm, lo anterior compone la unión dentogingival.<sup>2</sup>



(fig. 2)<sup>2</sup> espesor biológico en dientes anteriores

La violación del espesor biológico siempre resultara en un proceso inflamatorio de magnitud variable, que va a depender tanto de la intensidad de la agresión como del biotipo periodontal del paciente.

La violación de este espacio durante la preparación subgingival para coronas en áreas estéticas causa daños irreversibles. El espesor biológico al ser invadido suele reconstruirse a través de reabsorción ósea y migración apical del epitelio de unión, resultando en grados variados de recesión.<sup>2</sup>

## 1.2 Biotipos periodontales

Cuando hablamos de las dimensiones del tejido vestibular nos referimos a las características morfológicas de la encía, las cuales se encuentra relacionadas con el contorno de la cresta ósea, la forma de los dientes, la inclinación y posición final de los dientes totalmente erupcionados.

Existen dos tipos básicos de arquitectura gingival:

- ✓ biotipo festoneado acentuado
- ✓ biotipo plano.

Los pacientes con biotipo festoneado acentuado presentan dientes largos y angostos cuya corona se estrecha hacia el cuello, convexidad cervical delicada y superficies de contacto interdental diminutas situadas cerca del borde incisal. Los dientes anterosuperiores se encuentran rodeados por una encía libre delgada cuyo margen gingival se encuentra en la unión amelocementaria o apical a ella, el contorno marginal es muy festoneado. <sup>4</sup>



(fig. 3)<sup>4</sup> fotografía clínica de un paciente que pertenece al biotipo gingival “festoneado”

Los pacientes con biotipo gingival plano tienen incisivos con corona cuadrada y convexidad cervical pronunciada, la encía es más ancha y voluminosa, las superficies de contacto interdental son grandes y más apicales, las papilas interdentales son cortas. <sup>4</sup>



(fig. 4)<sup>4</sup> fotografía clínica de un paciente que pertenece al biotipo gingival “plano”

## Capítulo 2 Alargamiento de corona

El objetivo del alargamiento de corona es exponer una mayor cantidad de estructura dental, ya sea de un diente o de un grupo de dientes, con el fin de restablecer el espesor biológico apropiado, correspondiente a la dimensión fisiológica del epitelio de unión y la unión del tejido conectivo a la cresta alveolar, o por razones estéticas.

El tipo de procedimiento a realizar dependerá de las indicaciones para el tratamiento, las cuales se pueden clasificar en dos grupos como se muestra en la siguiente tabla.<sup>15</sup>

<b>INDICACIONES PARA EL TRATAMIENTO Y TIPOS DE PROCEDIMIENTOS QUIRÚRGICOS A REALIZAR</b>			
	<b>Indicaciones para el tratamiento</b>	<b>Procedimiento</b>	<b>Ejemplos clínicos</b>
<b>Grupo 1</b>	Corrección de sonrisa gingival/ acceso para limpieza de pacientes con exceso de tejido gingival	Por lo general implica realizar un remodelado del contorno gingival. En algunos casos estará indicado realizar un recontorneo óseo.	a) Erupción pasiva alterada b) Fibromatosis gingival hereditaria c) Agrandamiento gingival inducido por fármacos
<b>Grupo 2</b>	Facilitar el tratamiento restaurativo	Por lo general implica remoción y remodelación ósea y de tejidos gingivales.	a) Acceso a caries subgingivales u otros defectos b) Crear efecto férula para una futura corona c) Aumentar la corona clínica antes de la restauración

(Tabla 1)<sup>15</sup>

Uno de los objetivos que debemos tener en consideración para el tema que trataremos en el presente trabajo es brindar las condiciones adecuadas para la preparación dental, técnicas de impresión y una terminación marginal ideal para una mejor retención de la prótesis final.

En este procedimiento es primordial conservar el espesor biológico, ya que se ha comprobado que la invasión de este puede generar inflamación gingival, formación de bolsas periodontales y pérdida de hueso alveolar, lo que nos llevaría a un fracaso del tratamiento protésico.

Se recomienda que haya por lo menos 3.0 mm entre el margen gingival y la cresta ósea<sup>1</sup>, ya que esto permite un espesor biológico adecuado cuando la restauración sea colocada 0.5 mm dentro del surco gingival.

El procedimiento quirúrgico de alargamiento de corona puede requerir únicamente retirar tejido blando, o bien, tejido blando y hueso alveolar, esto dependerá de la cantidad de encía insertada que tengamos en el diente a rehabilitar. Si tenemos 3mm de tejido en sentido coronal con relación a la cresta ósea<sup>1</sup> se podrá realizar únicamente la gingivectomía; En caso contrario, se requerirá un procedimiento por colgajo y recontorneado óseo.

Para la planeación de un alargamiento de corona se deben considerar varios puntos, entre los cuales se encuentran los siguientes:

- La relación corona raíz que resultara después del procedimiento
- La cantidad de encía insertada,
- Estética
- Soporte periodontal que perderían los dientes adyacentes posterior al procedimiento
- Requerimientos restauradores protésicos
- Cantidad de soporte periodontal remanente.<sup>6</sup>

Debemos tomar en cuenta las siguientes indicaciones y contraindicaciones de un alargamiento de corona, las cuales se muestran en la siguiente tabla.

<b>Indicaciones</b>	<b>Contraindicaciones</b>
<b>Fracturas dentarias y/o caries que invaden el espesor biológico</b>	Estética: lesiones en una sola pieza dentaria en sector anterior
<b>Muñones dentarios cortos que requieren aumentar una retención mecánica</b>	Cuando la osteotomía a realizar complique el pronóstico de las piezas vecinas
<b>Estética, en caso de coronas dentarias cortas (sonrisa gingival)</b>	
<b>Facilitar higiene en los márgenes de las restauraciones</b>	
<b>Corrección del margen gingival</b>	

(tabla 2)<sup>3</sup>

## **2.1 Técnicas para aumentar la corona clínica**

Existen varias técnicas para realizar un alargamiento de corona, entre las cuales podemos mencionar las siguientes:

- Gingivectomía/ gingivoplastia
- Osteoplastia/ osteotomía
- Colgajo posicionado apicalmente
- Extrusión ortodóntica forzada rápida
- Extrusión ortodóntica forzada lenta
- Combinación quirúrgica y mecánica para el alargamiento de corona

Para el caso que nos ocupa, nos enfocaremos al análisis de las técnicas mediante gingivoplastia y osteoplastia, la primera consiste en dar un remodelado al contorno gingival, mientras la segunda tiene como objetivo en crear una forma fisiológica del hueso alveolar mediante una cirugía por colgajo con resección ósea. Los dos procedimientos quirúrgicos mencionados serán necesarios para realizar un alargamiento de corona estético.

Es importante mencionar que el contorno gingival depende del contorno óseo, por lo que la cirugía de resección ósea (fig.5) es un procedimiento correctivo, conservador y preventivo. Su objetivo principal es establecer una relación entre el alveolo-cresta ósea y la restauración protésica, con el objetivo de restablecer las dimensiones del espacio biológico, optimizar la estética, la oclusión y la función masticatoria. <sup>2</sup>



(fig. 5)<sup>15</sup> Recontorneo óseo en incisivo lateral

### 2.1.1 Indicaciones y contraindicaciones de la gingivoplastia

Indicaciones	Contraindicaciones
<b>Aumento de la altura coronal</b>	Inflamación de los tejidos gingivales
<b>Corrección de la arquitectura gingival</b>	Presencia de tejido fino

<b>Corrección de la simetría gingival (contorno y forma)</b>	Presencia de una franja estrecha de encía adherida (menos de 1-2mm)
--	---

*(tabla 3)<sup>2</sup>*

### 2.1.2 Indicaciones y contraindicaciones de la osteoplastia

Indicaciones	Contraindicaciones
<b>Margen del tallado con invasión del espesor biológico</b>	Encía queratinizada suficiente
<b>Coronas clínicas cortas que dificultan la impresión o retención de piezas protésicas</b>	Movilidad dental mínima
<b>Caries subgingivales</b>	Exigencias de soporte óseo para la prótesis planeada
	Largo adecuado de la corona clínica para la restauración

*(tabla 4)<sup>2</sup>*

### 2.1.3 Ventajas y desventajas de la osteoplastia

Ventajas	Desventajas
<b>La retención clínica final es mejor para la colocación de corona unitaria o como pilar de puente fijo</b>	Alteración de la proporción corona raíz
<b>Mejor visualización de los bordes de la preparación</b>	Los dientes adyacentes también pierden soporte óseo

<b>Evita la colocación de márgenes subgingivales y como consecuencia un deterioro de la encía</b>	El diámetro de la raíz es menor que el de la corona
<b>Facilitar la higiene de los dientes restaurados</b>	

(tabla 5)<sup>2</sup>

## 2.2 Alargamiento de corona estético

En la sociedad, actualmente una sonrisa armoniosa es símbolo de belleza. Son varios los factores que determinan una sonrisa estética, tales como la forma y posición de los dientes, el nivel del tejido gingival, la posición de los labios, entre otros. Todos los anteriores sirven como referencia para dar el enfoque del tratamiento dental en cada paciente.

Las consideraciones estéticas actualmente son de suma importancia al momento de tomar decisiones en el plan de tratamiento, esto sin dejar de lado la salud periodontal del paciente para lograr un éxito en el tratamiento protésico final.

El alargamiento de corona estético está indicado cuando tenemos una exposición excesiva de la encía. Idealmente la sonrisa debe exponer una mínima cantidad de encía, esto es de 1 a 2 mm de encía en el sector anterior superior en pacientes adultos; y el contorno gingival debe ser simétrico y en armonía.<sup>6</sup>

El borde inferior del labio superior limita la cantidad de encía que se expone al sonreír. Los pacientes que presentan una línea labial alta exponen una amplia zona de tejido gingival, lo que provoca en muchas ocasiones una preocupación por la estética ya que se observa una sonrisa gingival. Es posible mejorar la estética dentofacial por medio de una combinación de tratamientos periodontales y protésicos.

Las causas de una sonrisa gingival pueden deberse a diferentes factores como son:

- Labio superior corto
- Erupción pasiva alterada
- Crecimiento maxilar excesivo
- Combinación de los anteriores

Una asimetría gingival o discrepancia en la altura de las encías en el frente anterior también puede ser corregida mediante un alargamiento de corona. <sup>7,8</sup>

Si la causa de la exposición gingival excesiva es la longitud insuficiente de las coronas clínicas, está indicado realizar el alargamiento de las coronas para reducir la cantidad de encía expuesta, lo que a su vez modificará favorablemente la forma de los dientes anteriores. <sup>4</sup>



(fig 6)<sup>9</sup> antes (superior) y después (inferior) del alargamiento de corona

### Capítulo 3 Guías quirúrgicas

Las guías quirúrgicas son aditamentos que nos orientan en la fase diagnóstica y quirúrgica, facilitando el procedimiento a realizar.

Las guías quirúrgicas deben poseer propiedades de rigidez, estabilidad y precisión para garantizar exactitud y seguridad durante los procedimientos quirúrgicos.<sup>10</sup>

La guía es esencial para contrastar la información obtenida mediante un estudio tomográfico con una predeterminación protésica elaborada con base en hallazgos

clínicos y a la proyección de los parámetros de la rehabilitación, permitiendo tanto la planificación quirúrgica como protésica. <sup>10</sup>

Una guía quirúrgica de resina acrílica o modelada al vacío a partir de un acetato, generalmente se elabora posterior a un encerado de diagnóstico en modelos de estudio para establecer el nivel deseado de la cresta ósea, la precisión de estas mediciones varía según el biotipo periodontal y las características específicas de la zona a intervenir, incluyendo la anatomía de la raíz del diente, la morfología dental, las recesiones gingivales y el grosor del hueso bucal. Como resultado, este método de elaboración de guías quirúrgicas puede no ser precisa para pacientes que presentan recesiones óseas, dando como resultado una estética impredecible después del tratamiento. <sup>18</sup>

Dichas guías son económicas, sin embargo, presentan problemas de estabilidad que comprometen la seguridad del procedimiento quirúrgico.



(fig.7)<sup>20</sup> Guía quirúrgica de acetato al vacío sobre modelo de yeso, vista frontal



(fig.8)<sup>20</sup> Guía quirúrgica de acetato modelada al vacío

### **3.1 Guías quirúrgicas digitales**

La “odontología digital” sería el término más apropiado para denominar esta tendencia, esto involucra el poseer un juicio bien estructurado sobre el conocimiento de técnicas convencionales vigentes en combinación con la habilidad en el manejo de software y aplicaciones específicas en odontología.

Con el uso de guías quirúrgicas 3D se puede obtener una guía quirúrgica precisa y estable, asegurando que los procedimientos durante el acto quirúrgico sean adecuados y seguros.

## **Capítulo 4 Cirugía guiada**

Las técnicas quirúrgicas guiadas con base en criterios clásicos de previsibilidad se han utilizado ampliamente en la implantología, inicialmente con el objetivo de reducir la morbilidad quirúrgica y ofrecer al paciente un tratamiento quirúrgico/protésico menos invasivo.

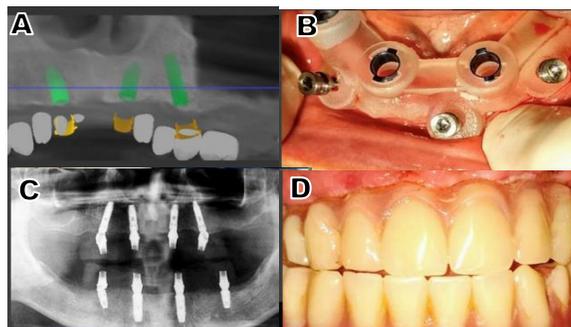
En 2002, Van Steenberghe y colaboradores sugieren un protocolo para la cirugía guiada que preconizaba la planeación con base en los datos proporcionados por una tomografía computarizada asociada a un software tridimensional. La transferencia de la planeación virtual para el campo operatorio fue realizada con guías rígidas obtenidas por procesos de prototipos rápidos (SLA).

Actualmente, las tomografías computarizadas y software especializados han permitido la planeación quirúrgica en un ambiente virtual a partir de una precisa visualización ósea tridimensional no solo en la planeación para la colocación de implantes, también en otras áreas quirúrgicas como alargamiento de corona.

Cuando es comparada con la técnica convencional, la cirugía guiada trae múltiples beneficios para el paciente y el cirujano dentista. El cuadro postoperatorio de una

cirugía guiada es excelente, como un procedimiento mínimamente invasivo que no presenta colgajos quirúrgicos y suturas, además reduce el dolor y el edema postoperatorio.

A pesar de necesitar una mayor inversión financiera y una planeación previa más detallada y precisa, la presencia de una guía quirúrgica prototipada ayuda a proteger las estructuras anatómicas críticas, simplificando los procedimientos clínicos y reduciendo el tiempo quirúrgico y protésico. Sin embargo, para la indicación de una cirugía guiada, la selección y la preparación del caso son primordiales para llevar a cabo la planeación, diseño y confección.



(fig, 9)<sup>21</sup> A) Planeación de colocación de implantes en imagen radiográfica.. B) Guía quirúrgica basada en tomografía axial computarizada en boca. C) ortopantomografía posterior a la colocación de implante en arcad superior e inferior. D) Prótesis transicional

#### 4.1 Definición de sistema CAD/CAM

Según la definición del glosario de términos prostodónticos, CAD/CAM es el acrónimo en inglés de diseño asistido por computadora y fabricante, manufactura o mecanizado asistido por computadora. ( *Computer Aided Design-Computer Aided Manufacturer*).<sup>14</sup>

El nombre CAD/CAM se utilizó por primera vez en 1983 con la creación del sistema Procera® de Nobel Biocare®, esta tecnología consiste en la digitalización de modelos, diseño en 3D mediante un software específico y la manufactura, sin embargo, la primera aplicación de esta tecnología en odontología fue el año de 1973 por el Prof. F. Duret.

Históricamente los CAD comenzaron como una ingeniería tecnológica computarizada, mientras los CAM eran una tecnología semiautomática para el control de máquinas de forma numérica. Pero estas dos disciplinas se han ido mezclando gradualmente hasta conseguir una tecnología suma de las dos, de tal forma que los sistemas CAD/CAM son considerados, hoy día, como una disciplina única identificable.

La tecnología CAD/CAM representa una parte importante del CIM que significa computer integrated manufacturing (producción integrada computarizada). La cadena de producción puede ser dividida en tres elementos básicos:<sup>5</sup>

- Escaneo, operación que permite convertir un objeto físico en una serie de datos numéricos
- El modelado de CAD
- La producción mediante un método sustractivo o aditivo<sup>5</sup>

El primer paso de esta técnica consiste en la digitalización de modelos utilizando un escáner ya sea de forma directa en la boca del paciente o indirecta sobre modelos de trabajo o impresiones, ambos métodos registran por medio de imágenes fotográficas o de video el modelo sobre el cual se trabajará para posteriormente generar mediante un software un archivo tridimensional (nube de puntos).

Este archivo tridimensional es exportado al software de diseño en la cual se le indican las referencias y parámetros de ubicación espacial y a partir de los cuales se puede diseñar desde una incrustación hasta una prótesis total, para posteriormente confeccionar restauraciones mediante el frezado de bloques o discos de materiales industrializados.



(fig. 10)<sup>21</sup> laboratorio digital

## 4.2 Ventajas y desventajas del sistema CAD-CAM

La innovación aportada por el CAD/CAM en el área odontológica con respecto a los procedimientos tradicionales incluye diversos aspectos, pero a su vez tenemos ciertas desventajas que también deben ser tomadas en cuenta.

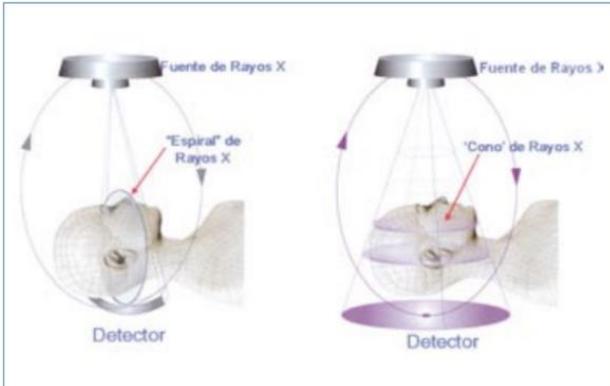
Entre las ventajas podemos mencionar la disminución de fases y etapas de trabajo, también logramos estandarizar los resultados en cuanto a precisión y control de calidad ofreciendo la mejor opción de tratamiento a nuestros pacientes. Una de las desventajas más importantes es el costo de los equipos, la habilidad en el manejo de la aplicación, conocimiento sobre los materiales e incremento del costo en el tratamiento.

## 4.3 Tomografía axial computarizada

La Tomografía Computarizada (en adelante TC) fue desarrollada por G.N. Hounsfield en 1967 y desde el primer prototipo ha sufrido una evolución gradual hasta 6 generaciones distintas cuya clasificación se basa en la organización de las distintas partes del sistema y por el desplazamiento físico del haz.

La tomografía computarizada de haz cónico CBCT (CONE BEAN CT) difiere de la imagen de TC en que el volumen tridimensional de los datos es adquirido en el curso

de un solo barrido del escáner, usando una simple y directa relación entre sensor 2D y fuente de radiación que rotan sincrónicamente alrededor de la cabeza del paciente.<sup>11</sup>



(fig. 11)<sup>11</sup> Esquema que muestra la adquisición de la imagen en el TAC (izda.) y en el CBCT (dcha.)

La mayoría de los aparatos escanean al paciente de pie o sentados. La fuente de rayos X y el detector rotan entre 180 y 360 grados alrededor de la cabeza del paciente. El haz de rayos es de forma cónica y obtiene un volumen de datos cilíndrico o esférico descrito como field of view (por su acrónimo en inglés FOV), el tamaño del FOV es variable, dependiendo esto del escáner utilizado. Algunos escáneres permiten ajustar la altura del cilindro del FOV para capturar una zona específica, esto tiene la ventaja de reducir la radiación.



(fig. 12)<sup>11</sup> Esquema que muestra los diferentes tamaños de FOV de más pequeño (izda.) a más grande (dcha.)

Las imágenes 3D están constituidas por voxels, el tamaño de cada voxel depende de su altura, anchura y grosor o profundidad. En TC los voxeles son anisotrópicos, es decir, no son idénticos en todos los planos, lo que limita la precisión de las imágenes reconstruidas en determinados planos. Pero con los datos CBCT, los voxeles son isotrópicos, es decir, iguales en longitud, altura y profundidad, lo que permite mediciones geométricamente precisas en cualquier plano.<sup>11</sup>

Las imágenes pueden observarse en los tres planos ortogonales: axial, sagital y coronal, en una única pantalla, lo que nos permite como clínicos una visión tridimensional real del área de interés y con esto llegar a un diagnóstico y hacer un plan de tratamiento adecuado.

La Tomografía Computarizada se ha utilizado ampliamente en los últimos años porque proporciona información de la estructura maxilofacial en tres dimensiones. Sin embargo, los datos de TC pueden no reproducir un modelo dentofacial 3D preciso debido a la resolución limitada y a los artefactos metálicos, por ejemplo, implantes y brackets de ortodoncia.<sup>17</sup>

#### **4.4 Definición de sistema DICOM**

DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) es un estándar cuyo objetivo principal es garantizar la igualdad de condiciones desde el momento de la adquisición de un estudio imagenológico hasta el momento de ser desplegado en pantalla o impreso en papel radiográfico.<sup>12</sup>

Es importante que la intensidad de la escala de grises debe ser las mismas sin importar el medio de visualización de la imagen, permitiendo que cualquier especialista observe cualquier tipo de dispositivo diagnóstico.<sup>12</sup>

El formato de archivo DICOM destinado para almacenar y transmitir archivos de imágenes médicas es ampliamente utilizado debido a una serie de ventajas, entre las que podemos mencionar que los archivos no se pueden modificar o manipular y

se almacenan de forma unificada para que estén vinculados a un archivo de imágenes y sistema de comunicaciones (PACS, por sus siglas en inglés Picture Archiving and Communication System) incluso si el equipo ha cambiado.<sup>16</sup>

Existen una serie de razones prácticas para el almacenamiento DICOM de los datos de escaneo 3d de un paciente. Primero, los datos de escaneo fácil y oral son información personal, además de los datos obtenidos del usuario. Segundo, una vez que los datos de escaneo 3D se integran con las imágenes existentes en el PACS, será posible una planificación y evaluación del tratamiento. Tercero, la encapsulación hace la gestión de registros mas eficiente al permitir el uso del sistema PACS.<sup>16</sup>

#### **4.5 Definición de STL**

STL (una abreviatura de “stereolithography”) es un formato de archivos gráficos tridimensionales, creado para sistemas CAD, en odontología ha sido utilizado para diseñar restauraciones, guías para implantes o cirugías ortognáticas.<sup>16</sup>

Los archivos STL son comúnmente utilizados para la impresión 3D y captura de figuras geométricas en malla, pero no contiene información de color o textura.<sup>16</sup>

#### **4.6 Métodos de elaboración de guías quirúrgicas digitales**

El diseño asistido por computadora y los sistemas de fabricación asistida por computadora han revolucionado la planificación quirúrgica en el área odontológica. Al integrar datos de imágenes de tejidos duros y blandos, tendremos un paciente virtual 3D en el cual podemos realizar un tratamiento no invasivo y a su vez predecir los resultados de este.

La técnica de la que hablaremos en este trabajo utiliza un flujo de trabajo digital para realizar el alargamiento de corona mediante el uso de un programa para diseñar digitalmente una sola guía quirúrgica para la gingivoplastia y la resección ósea.

La técnica consiste en obtener archivos STL a partir de escaneos intraorales, un diseño digital de la nueva forma del diente y de un escaneo de tomografía de haz cónico, el escaneo intraoral y la tomografía que se encuentran en archivos DICOM se convierten a formato STL. Los archivos obtenidos se superponen y serán utilizados para el diseño de la guía quirúrgica para realizar el alargamiento de corona. <sup>18</sup>

La guía quirúrgica está compuesta por una banda superior labial que representa la medición del ancho biológico en función de la posición prevista del margen gingival futuro, diseñado digitalmente, que nos indicara el nivel donde debe realizarse la resección ósea mediante una alveolotomía, el borde inferior de la banda indica el nivel de la incisión marginal principal.<sup>18</sup>

Si se realiza un diagnóstico adecuado se puede predecir la nueva posición del margen gingival y la forma de la corona.

A continuación, se mencionarán los pasos a seguir para el diseño de la guía quirúrgica digital:

#### **4.6.1 Escaneo de modelos**

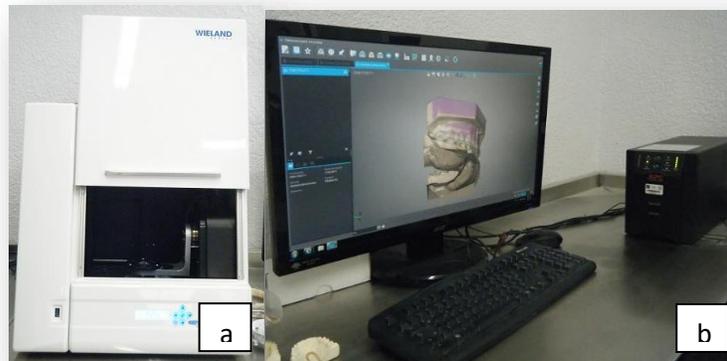
En la parte de digitalización (escaneo de modelo) y diseño de la Guía quirúrgica se acudió al Aula digital de la División de estudios de posgrado e investigación de la facultad de odontología de la UNAM, la cual cuenta con un escáner de laboratorio

de la marca Weiland de ivoclar digital y con el software de diseños Dental Wings en su versión 9.



(fig. 13)<sup>21</sup> escáner, fresador y horno de sintizado Weiland, Ivoclar

El software cuenta con la aplicación para hacer coronas y puentes, restauraciones sobre implantes, modelos de laboratorio para ortodoncia, estructuras para prótesis removibles, dentaduras y férulas oclusales. De esta última aplicación se utilizaron las herramientas de escaneo y modelado para el diseño de la guía quirúrgica



(fig. 14)<sup>21</sup> Sistema CAD (software DWOS de Dental Wings).  
a) Escáner de laboratorio, b) Diseño de la férula de estabilización <sup>FD</sup>

Previo al escaneo de modelos es necesario realizar un encerado de diagnóstico aditivo, para determinar la longitud y anchura de los dientes basados en una valoración clínica para determinar si el espesor de tejido se encuentra dentro de los parámetros posibles. Posteriormente, el encerado es cubierto con un polvo (IPS Contrast Spray labside - Ivoclar Vivadent) específico para eliminar el brillo que genera la cera y lograr que la luz del escáner de laboratorio logre un escaneo preciso.



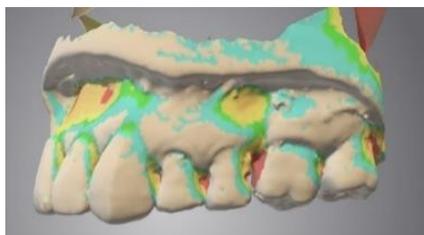
(fig. 15)<sup>21</sup> IPS Contrast Spray labside - Ivoclar Vivadent



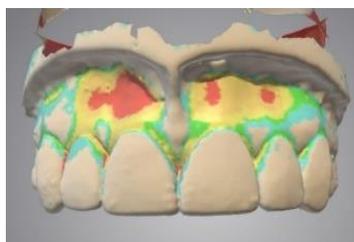
(fig. 16)<sup>21</sup> modelo con capa de spray de contraste listo para ser colocado en el escáner de laboratorio

#### 4.6.2 Orientación del modelo, verificación de zonas de retención.

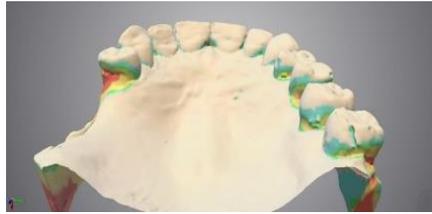
Una vez realizado el escaneo de modelo es necesario procurar un eje de inserción a la guía quirúrgica para su fácil posicionamiento y verificar que no se cuente con zonas de retención que impida el asentamiento correcto de la futura guía quirúrgica.



(fig. 17)<sup>21</sup> modelo digital, vista lateral



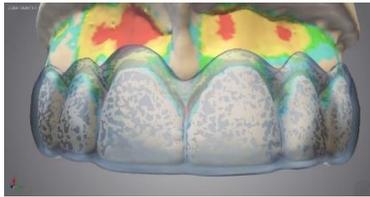
(fig. 18)<sup>21</sup> modelo digital, vista frontal



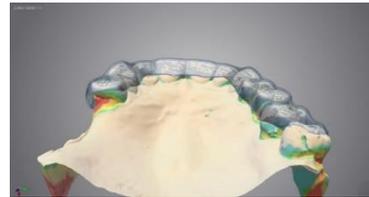
(fig.19)<sup>21</sup> modelo digital,  
vista oclusal

#### 4.6.3 Delimitado de la extensión de la guía quirúrgica

Basándonos en la valoración clínica y en el encerado de diagnóstico se procede a delimitar los límites exteriores, así como el grosor del de la guía el cual debe tener un mínimo de 2mm.



(fig.20)<sup>21</sup> delimitado de guía  
quirúrgica y grosor, vista  
frontal



(fig.21)<sup>21</sup> delimitado de guía  
quirúrgica y grosor, vista  
oclusal

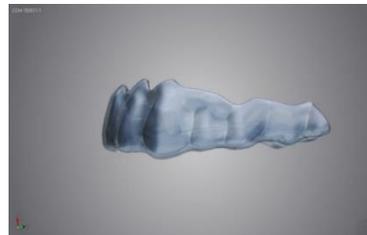


(fig.22)<sup>21</sup> delimitado de guía quirúrgica y grosor, vista  
lateral

Se verifica que la forma y dimensiones estén dentro de los parámetros correctos para evitar que los espesores sean muy delgados y no sea posible imprimir.

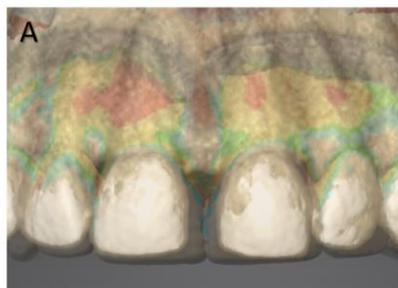


(fig.23)<sup>21</sup> guía quirúrgica digital, vista frontal

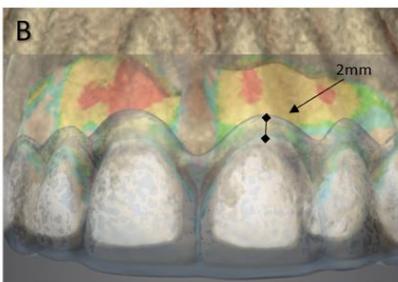


(fig.24)<sup>21</sup> guía quirúrgica digital, vista lateral

Posteriormente se hace el recorte de los límites interiores, de nueva cuenta verificando no hacer espesores mínimos de 2 mm en todos los sentidos con el propósito de generar una guía quirúrgica resistente a la manipulación y que no se deforme al momento de insertarla en el paciente.



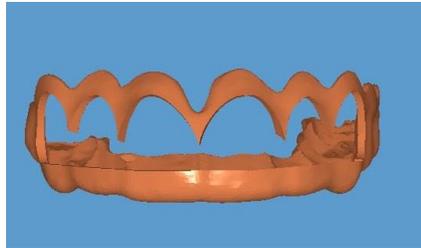
(fig.25)<sup>22</sup> A) imagen tomográfica con guía quirúrgica



B) imagen tomográfica, mostrando el espesor de 2 mm en la guía quirúrgica

El bisel interno de la guía quirúrgica nos permitirá evidenciar el espesor de tejido blando que se pretende remover y el bisel externo los límites de tejido óseo adecuados que se modificará.

Terminado el diseño de la guía quirúrgica se guardó el diseño en formato STL en una memoria USB para su posterior impresión por método aditivo en un laboratorio dental.



(fig. 26)<sup>21</sup> guía quirúrgica sin modelo virtual

En el laboratorio, la información fue procesada y se convirtieron los datos en un archivo solo de lectura en el software de la impresora BEGO VARSEO (fig.26). Ésta utiliza una resina tipo IV que es biocompatible con los tejidos orales y la duración de la impresión fue de 1 hora 20 minutos. Después se necesitan otros 30 minutos más, en lo que se limpia con alcohol, se verifica si no se quedaron residuos o excedentes de resina, se cortan los excedentes, pasa por otro proceso de fotopolimerizado para su posterior alisado y pulido.



(fig.27)<sup>22</sup> Impresora o estereolitografo de la marca Bego Varseo. (

Una vez impresa y preparada la guía, una cita previa o antes del inicio de la cirugía es importante verificar de manera minuciosa el correcto asentamiento de la guía, tomando en cuenta la correcta posición, que la rigidez sea adecuada y que permite su manipulación tanto para su apoyo al limitar la zona quirúrgica como su fácil remoción. En la figura 26 podremos observar la guía durante la cirugía de alargamiento de corona estético.



(fig. 28)<sup>21</sup> a) colocación de guía quirúrgica para gingivoplastia b) levantamiento de colgajo para realizar osteotomía con guía quirúrgica colocada c) remoción de tejido óseo y gingival d) resultado inmediato a la cirugía de alargamiento de corona

#### 4.7 Ventajas y desventajas de las guías quirúrgicas digitales

El realizar procedimientos quirúrgicos utilizando herramientas digitales es una tendencia que cada día se convierte en la norma, basándose en un conocimiento bien estructurado de áreas quirúrgicas, rehabilitación oral y manejo de herramientas

digitales nos permiten realizar procedimientos más predecibles, menos invasivos y estables, además, fomentando una mejor comunicación con equipo de trabajo y paciente.

Sin embargo, el realizar este tipo de procedimientos requiere como ya se mencionó un conocimiento teórico muy claro en las áreas quirúrgicas y clínicas para determinar la posible aplicación de manera confortable, no todos los casos que requieren un procedimiento de este tipo pueden ser resueltos con esta técnica principalmente debido a las condiciones topográficas que puede presentar cada paciente, además, el uso de estas tecnologías implican un costo adicional considerable para el paciente que en ocasiones puede exceder un presupuesto convencional en un 30% hasta un 70%.

Por otra parte, hasta el momento en el que se realizó este trabajo no existe una aplicación específica para hacer guías quirúrgicas digitales para alargamiento de corona estético, las alternativas son utilizar software para la para el diseño de guías quirúrgicas para implantes, software para confección de férulas oclusales y su modificación con las herramientas del sistema que fue la variación utilizada en este trabajo o utilizar software libre el cual no cuenta con los algoritmos para el diseño y confección implicando un conocimiento más profundo sobre diseño de estructuras tridimensionales. Las opciones con aplicaciones específicas requieren de una licencia para su uso, la cual no es de compra directa comúnmente, se requiere primero adquirir una aplicación base y después adquirir la aplicación específica si es que existe. En el caso de los software libres o aplicados en general implica conocimiento más avanzado para calcular todas las variables que pueden generar una dificultad operacional de todo tipo en su diseño y en la manipulación clínica.

## **Conclusiones**

Se puede concluir que al utilizar guías quirúrgicas digitales obtendremos mejores resultados en el tratamiento, ya que su elaboración está basada en la tomografía axial computarizada del paciente, y un escaneo de modelos con un previo encerado de diagnóstico, los cuales en conjunto nos proporciona datos precisos para hacer un adecuado plan de tratamiento, favoreciendo el resultado final del procedimiento.

El uso de tecnologías digitales en la odontología está ganando terreno muy rápidamente basándose en técnicas convencionales y potencializando resultados. El conocimiento y el uso de estas tecnologías son primordiales para la formación de cirujanos dentistas, siempre considerando un conocimiento bien estructurado de áreas básicas como son anatomía, biomateriales dentales y oclusión, así como de áreas quirúrgicas y de rehabilitación que se debe complementar con la competencia en el manejo de medios digitales.

En específico el realizar guía quirúrgica digital para alargamiento de corona estético representa una de las variantes que expresa la gran diversificación y profundidad a las que se puede llegar.

En los siguientes años los costos y aplicación de estas tecnologías serán el nuevo estándar de oro, el día de hoy están en ese camino de la migración de métodos análogos a digitales.

## Referencias

- 1 Carranza FA, Newman MG, Takei HH, Klokkevold PR. Periodontología clínica. Onceava edición. Amolca;2014
- 2 Ottoni J, Magalhaes LF. Cirugía plástica periodontal y periimplantar. Sau Paulo: Artes Médocas; 2007
- 3 Romanelli HJ, Adams Pérez EJ. Fundamentos de cirugía periodontal. Primera edición. Colombia: AMOLCA; 2004
- 4 Lang NP, Lindhe J. Periodontología clínica e implantología odontológica [Internet]. 6a edición. Editorial Médica Panamericana; 2017 [cited 2020 Mar 8]. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat02025a&AN=lib.MX001002058752&lang=es&site=eds-live>
- 5 Fabrizio Montagna, Maurizio Barbesi. Cerámicas, Zirconio y CAD/CAM, 1 ed. : Garani.S.A.S; 2013.
- 6Gutiérrez F. Alargamiento de corona y gingivoplastia. Kiru. 2009; 6(1): 57-63
- 7Ferrús J, Echevarría A, Morante Mudarra S, Vignoletti F, Sanz M. Alargamiento coronario: importancia clínica y técnicas. Gaceta Dental: Industria y Profesiones, Universidad Complutense de Madrid. 2006: p. 62-73.
- 8Herrero F, Scott J B, Yukna R A. Clinical comparasion of desired versus actual amount of surgical crown lengthening. Periodontol. 1995; 66(7): 568-571.
- 9Aroni MAT, Pigossi SC, Pichotano EC, de Oliveira GJPL, Marcantonio RAC. Esthetic crown lengthening in the treatment of gummy smile. The international journal of esthetic dentistry [Internet]. 2019 [cited 2020 Mar 23];14(4):370–82. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cmedm&AN=31549103&lang=es&site=eds-live>
- 10 Henao J, Sebastián Ramos J, H. Valencia C, Adams I, Alberto Rico C, Manuel Escandón J, et al. Elaboración de un nuevo tipo de guías quirúrgicas para implantes dentales mediante impresión 3D. Informador Técnico [Internet]. 2018 Jan [cited 2020 Mar 24];82(1):78–89. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=130634640&lang=es&site=eds-live>

- 11Lenguas, A.L., Ortega, R., Samara, G., López, M.A. Tomografía computerizada de haz cónico. Aplicaciones clínicas en odontología; comparación con otras técnicas. *Cient Dent* 2010;7;2:147-159
- 12SERNA SERNA, WALTER, TRUJILLO LEMUS, JUAN PABLO, RIVERA PIEDRAHITA, JORGE HERNANDO, DESCRIPCIÓN DEL ESTÁNDAR DICOM PARA UN ACCESO CONFIABLE A LA INFORMACIÓN DE LAS IMÁGENES MÉDICAS. *Scientia Et Technica* [Internet]. 2010;XVI(45):289-294. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84917249053>
- 13Tariq F. Alghazzawi BDS, MS, MSMtE. Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. *Journal of prosthodontic research* 2016; (60).
- 14 The Glossary of Prosthodontic Terms: Ninth Edition. *Journal of Prosthetic Dentistry* [Internet]. 2017 May 2 [cited 2020 Apr 2];117:e1–105. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=c8h&AN=122414303&lang=es&site=eds-live>
- 15 Kalsi HJ, Bomfim DI, Hussain Z, Rodriguez JM, Darbar U. Crown Lengthening surgery: An overview. *Primary dental journal* [Internet]. 2020 Jan 29 [cited 2020 Apr 20];8(4):48–53. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cmedm&AN=32127094&lang=es&site=eds-live>
- 16 Hwang JJ, Jung Y-H, Cho B-H. The need for DICOM encapsulation of 3D scanning STL data. *Imaging science in dentistry* [Internet]. 2018 Jan 1 [cited 2020 May 1];48(4):301–2. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edskst&AN=edskst.JAKO201809863000536%3aJAKO&lang=es&site=eds-live>
- 17Kang S-H, Lee J-W, Lim S-H, Kim Y-H, Kim M-K. Dental image replacement on cone beam computed tomography with three-dimensional optical scanning of a dental cast, occlusal bite, or bite tray impression. *International Journal of Oral & Maxillofacial Surgery* [Internet]. 2014 Oct [cited 2020 May 1];43(10):1293–301. Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ddh&AN=98480609&lang=es&site=eds-live>
- 18 Passos L, Soares FP, Choi IGG, Cortes ARG. Full digital workflow for crown lengthening by using a single surgical guide. *The Journal of prosthetic dentistry* [Internet]. 2019 Nov 28 [cited 2020 May 6]; Available from: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cmedm&AN=31787273&lang=es&site=eds-live>

19 Xiaoqiang L, Jingting Y, Jianfeng Z, Jianguo T. A digitally guided dual technique for both gingival and bone resection during crown lengthening surgery. The Journal of Prosthetic Dentistry [Internet]. 2018 [cited 2020 May 6];(3):345. Available from:

<http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsovi&AN=edsovi.00005267.201803000.00010&lang=es&site=eds-live>

20 David Santiago Caceres Aguilar, Yara Loyanne de Almeida Silva Levi, Caroline de Marques Lucheti, Fabiana Gouveia Straioto, Marisol Corvino Nogueira, Elcia Maria Varize Silveira, Luciana Prado Maia. **Corrección de sonrisa gingival: del planeamiento digital a la técnica quirúrgica.** Acta Odontológica Venezolana. Volumen 56, No. 2, Año 2018.  
<https://www.actaodontologica.com/ediciones/2018/2/art-3/>

21 FUENTE PROPIA

22 (<http://media.dentalcompare.com/m/25/article/172097-400x300.jpg>)

23 [https://www.google.com/search?q=IPS+Contrast+Spray+labside+-+Ivoclar+Vivadent&sxsrf=ALeKk02pCM8zfnInJZOYxv2d0V2FXa\\_Klw:1599149842659&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjGp8Gysc3rAhVN7qwKHZEQA\\_oQ\\_AUoAXoECAsQAw&biw=1280&bih=610#imgrc=ZWvkucfCJqxhvM](https://www.google.com/search?q=IPS+Contrast+Spray+labside+-+Ivoclar+Vivadent&sxsrf=ALeKk02pCM8zfnInJZOYxv2d0V2FXa_Klw:1599149842659&source=Inms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjGp8Gysc3rAhVN7qwKHZEQA_oQ_AUoAXoECAsQAw&biw=1280&bih=610#imgrc=ZWvkucfCJqxhvM)