



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PROTOCOLO DE PLANIFICACIÓN VIRTUAL EN IMPLANTES PARA  
PACIENTES EDÉNTULOS**

**Autoras**

Marlyn Álvarez

C.I: 29.629.479

Isabella Giovannetti

C.I: 28.119.391

Urb. Yuma II, calle N.º 3. Municipio San Diego Teléfono: (0241) 8714240 (master) –

Fax: (0241) 8712394



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA**  
**UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**ESCUELA DE ODONTOLOGÍA**



**PROTOCOLO DE PLANIFICACIÓN VIRTUAL EN IMPLANTES PARA**  
**PACIENTES EDÉNTULOS**

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de  
**ODONTÓLOGO**

**Autoras**

Marlyn Álvarez

C.I: 29.629.479

Isabella Giovannetti

C.I: 28.119.391

**Tutor**

Od. Jesús Pérez

San Diego, junio de 2023.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE Ciencias de la Salud  
ESCUELA DE Odontología

### CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Mediante la presente hago constar que he leído el Proyecto de Trabajo de Grado, elaborado por el(a) los ciudadano(a) Isabella Giovannetti y Marilyn Alvarez, titular de la cédula de identidad N° 28.119.391 ; 29.629.479, para optar al grado académico de Odontólogo, cuyo título es

" Protocolo de planificación en implantes de pacientes edentulo "

adscrito a la línea de investigación: odontología clínica y correctiva, y declaro que acepto la tutoría del mencionado Proyecto de Trabajo de Grado durante su etapa de desarrollo hasta su presentación y evaluación por el jurado evaluador que se designe; según las condiciones del Reglamento de Estudios de la Universidad José Antonio Páez.

En San Diego, a los nueve días del mes de Noviembre del año dos mil veintidos.

Jesús Arcaute  
(Firma autógrafa)  
Nombres y  
apellidos

N° de la Cédula de Identidad

20268472



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA**



**CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN PÚBLICA  
DEL TRABAJO DE GRADO**

Quien suscribe, Od. Jesús Pérez, portador(a) de la cédula de identidad N°20.268.172, en mi carácter de tutor (a) del trabajo de grado presentado por las ciudadanas Marlyn Álvarez, titular de la cédula de identidad N° 29.629.479 y Isabella Giovannetti, titular de la cédula de identidad N° 28.119.391 titulado **“PROTOCOLO DE PLANIFICACIÓN VIRTUAL EN IMPLANTES PARA PACIENTES EDÉNTULOS”** presentado como requisito parcial para optar al título de **ODONTÓLOGO**, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 30 días del mes de Mayo del año dos mil veintitrés.

*Dr. Jesús Pérez Cantela*  
Res. Cirugía Bucal y Maxilofacial  
C.I. 20.268.972  
MPPS: 34.667 COV: 33.576

Od. Jesús Pérez  
C.I.20.268.172



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
 UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
 FACULTAD DE CIENCIAS PARA LA SALUD  
 ESCUELA DE ODONTOLOGÍA



ACTA DE APROBACION DEL TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ciencias de la Salud, para la evaluación del trabajo de grado titulado: "PROTOCOLO DE PLANIFICACIÓN VIRTUAL EN IMPLANTES PARA PACIENTES EDÉNTULOS" Realizado por las ciudadanas Marlyn Álvarez, titular de la cédula de identidad N° 29.629.479 y Isabella Giovanetti titular de la cédula de identidad N° 28.119.391, cursantes de la carrera de ODONTOLOGÍA, hace constar después de analizar su contenido y oída su exposición oral, considera que reúne los méritos suficientes para su aprobación.

En San Diego a los 27 días del mes de junio del año 2023

*[Firma manuscrita]*

Jurado  
 Nombre: *Romelio Pineda R*  
 C.I.: *4457113*

*[Firma manuscrita]*

Jurado  
 Nombre: *Braedys Riquelme*  
 C.I.: *19507948*



*Dr. Jesús Pérez Cautín*  
 Res. Cirugía Bucal y Maxilofacial  
 C.I. 20268972  
 197 COV. 31376

Tutor Académico  
 Nombre: *Jesús Pérez Cautín*  
 C.I. *20268972*

Fecha: *27-06-23*

## **AGRADECIMIENTOS**

Hoy primeramente agradezco a Dios y la Virgen por darme la oportunidad de llegar a esta meta tan soñaba para mí y ponerme en el camino Ángeles que han hecho todo esto posible.

Mi mamá que con mucho esfuerzo y dedicación me dio la oportunidad de estudiar la carrera de mis sueños desde muy pequeña y que hoy en día después de tantos años, esfuerzo, llantos y sonrisas se ha materializado.

Mis hermanas que desde niña me han apoyado en todo y creído en mí esto es un logro de las tres.

A mis abuelos que no sé por dónde empezar agradecer, gracias por cuidarme con amor, por apoyarme en todo lo me he prepuesto en la vida, por simplemente estar ahí para mí.

A mis profesores y casa de estudio gracias por cada enseñanza compartida, cariño, lecciones sin ustedes nada de esto tampoco sería posible.

Gracias a mis amigos por estar en cada momento que los necesite y acompañarme en esta hermosa etapa de mi vida. Gracias a unas de las personas que más me dijo que si podía, fue mi ángel desde que pise la universidad no puedo estar más agradecida por cada vez que prestaste tu hombro para llorar, tus abrazos para un logro y tú voz para decir hoy a final de la meta SI SE PUDO.

“Que tus sueños siempre sean más grande que tus miedos”

**Marlyn Álvarez**

## **AGRADECIMIENTOS**

Primero quiero agradecerle a Dios por darme la oportunidad de estar donde estoy hoy día y por guiarme en los pasos para llegar a la cima y cumplir mis sueños.

Agradezco a mis papás, porque nunca me dejaron rendirme y siempre confiaron en mí en todo momento, han sido mi mayor apoyo en este camino en todos los sentidos, han secado mis lágrimas pero también me han visto disfrutar un sueño que ya hoy es realidad, y sin ellos no lo hubiese logrado

Le doy las gracias a mi hermano, porque estuvo presente en todo momento, siempre supo cómo aconsejarme y llenarme de fuerza para seguir adelante

Y por último quisiera agradecer a mis amigos y familiares por creer siempre en mí y jamás dudar de mis capacidades!!

**Isabella Giovannetti**

## **DEDICATORIAS**

A mi Mamá y mis pilares.

**Marlyn Álvarez**

## **DEDICATORIAS**

Esta meta alcanzada va dedicada a mis papás, porque siempre confiaron en mí y a diario me dan ánimos de seguir adelante y continuar con algo que ahora es una realidad! Mis papás siempre han sido mi mayor apoyo emocional, y ellos siempre me dieron un empujón y los ánimos necesarios para cumplir mis sueños, han sido mi fuente más grande de inspiración!

Quiero dedicarle este logro también a mi abuela Deyanira que me ve desde el cielo, estás son una de las tantas metas que me escucho hablar en sus últimos meses de vida, y a pesar de que no entendía mucho cuando le contaba acerca de clínica integral o cirugía, siempre busco la manera de aconsejarme, llenarme de fuerza y valor para poder continuar, le doy las gracias a ella por confiar en mí y en mi sabiduría; una vez más, a mi abuelita puedo decir que lo logré, y esta vez este logro va dedicado a ella!

**Isabella Giovannetti**

## INDICE GENERAL

Paginas preliminares	iii
<b>RESUMEN IFORMATIVO</b>	xii
<b>ABSTRACT</b>	xiii
<b>INTRODUCCIÓN</b>	14
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>EL PROBLEMA</b>	
1.1 Planteamiento del Problema	16
1.1.1 Formulación del Problema	22
1.2 Objetivos de la Investigación	22
1.2.1 Objetivo General	22
1.2.2 Objetivos Específicos	23
1.3 Justificación de la Investigación	23
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 Antecedentes de la Investigación	25
2.2 Bases Teóricas	28
2.3 Definición de términos básicos	34
2.4 Bases Legales	35
<b>CAPÍTULO III</b>	
<b>MARCO METODOLÓGICO</b>	
3.1 Tipo de Investigación	36
3.2 Nivel de investigación	36
3.3 Procedimiento metodológico	36
<b>CAPÍTULO IV</b>	
<b>DIAGNOSTICO Y FACTIBILIDAD</b>	
4.1 Etapa diagnóstica	38
4.2 Etapa de factibilidad	38
4.3 Etapa de diseño	40
4.4 Conclusiones	41
<b>CAPÍTULO V</b>	
<b>LA PROPUESTA</b>	
5.1 Presentación de la propuesta	43
5.2 Objetivos de la propuesta	43
5.3 Estructura de la propuesta	44
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	55

## INDICE DE IMÁGENES

<b>Imagen 1.</b> Ejemplo de posicionamiento de los marcadores	44
<b>Imagen 2.</b> Carga de la serie DICOM y generación de superficies en la tomografía.	46
<b>Imagen 3.</b> Definición del canal mandibular	47
<b>Imagen 4.</b> Curva panorámica y marcadores	48
<b>Imagen 5.</b> Importar mallas de diseño de la prótesis dental con marcadores de referencia	49
<b>Imagen 6.</b> Datos de tomografía y escaneo para la alineación en pacientes edéntulos	50
<b>Imagen 7.</b> Evaluación de las superficies de la prótesis escaneada.	51
<b>Imagen 8.</b> Selección de la serie y tipo del implante en la biblioteca de fabricantes	52
<b>Imagen 9.</b> Inserción de los implantes y ajuste de la rehabilitación	53
<b>Imagen 10.</b> Diseño y ajuste de la guía quirúrgica	54



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE CIENCIAS PARA LA SALUD  
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA



**PROTOCOLO DE PLANIFICACIÓN VIRTUAL EN IMPLANTES PARA  
PACIENTES EDÉNTULOS**

Autores: Marlyn Álvarez y Isabella Giovanetti

Tutor: Od. Jesús Pérez

Fecha: junio de 2023

**RESUMEN**

**Introducción:** La planificación quirúrgica de los implantes dentales debe ser cuidadosa y considerar numerosos factores relacionados al paciente para obtener una cirugía efectiva y de esa manera garantizar el éxito de la rehabilitación. Referente al proceso de planificación la actualización de tecnologías empleadas en la odontología facilita al operador obtener modelos virtuales exactos que pueden ser procesados por un software que asista la planificación de la cirugía de implantes. **Objetivo General:** Mostrar un protocolo actualizado de planificación virtual en implantes para pacientes edéntulos. **Metodología:** Se llevó a cabo una investigación descriptiva y proyectiva en la modalidad proyecto factible, para determinar la necesidad, importancia y factibilidad. **Resultados:** El diseño y creación del protocolo es viable gracias a la disponibilidad de herramientas y simplicidad operacional del programa Exoplan de Exocad. **Conclusiones:** la planificación de implantes de manera virtual representa ventajas para el operador en relación a la efectividad y precisión de la cirugía de implantes así como también las ventajas para el paciente edéntulo.

**Palabras clave:** Implantes, Planificación virtual, Cirugía guiada



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE CIENCIAS PARA LA SALUD  
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA



**VIRTUAL PLANNING PROTOCOL IN IMPLANTS FOR EDENTULOUS PATIENTS**

Author: Marlyn Álvarez y Isabella Giovanetti  
Tutor: Od. Jesús Pérez  
Date: june 2023

**ABSTRACT**

**Introduction:** The surgical planning of dental implants must be careful and consider numerous factors related to the patient to obtain an effective surgery and thus guarantee the success of the rehabilitation. Regarding the planning process, the updating of technologies used in dentistry makes it easier for the operator to obtain exact virtual models that can be processed by software that assists in the planning of implant surgery.

**General Objective:** Show an updated virtual planning protocol in implants for edentulous patients. **Methodology:** A descriptive and projective investigation was carried out in the feasible project modality, to determine the need, importance and feasibility **Results:** The design and creation of the protocol is viable thanks to the availability of tools and operational simplicity of the Exoplan de Exocad program

**Conclusions:** virtual implant planning represents advantages for the operator in relation to the effectiveness and precision of implant surgery as well as advantages for the edentulous patient.

**Keywords:** Implants, Virtual planning, Guided surger

## INTRODUCCIÓN

La implantología es una rama de la odontología que ha evolucionado a grandes pasos durante las últimas décadas, utilizando a su favor la implementación de tecnologías computacionales para obtener los modelos del maxilar o la mandíbula del paciente mediante escaneo con una cámara intraoral o con imágenes tomográfica para estudiar el caso particular de cada paciente de manera tridimensional. Lógicamente, estas actualizaciones en la implantología permiten realizar una planificación virtual de la cirugía de implantes.

Es bien sabido, que el éxito del tratamiento con implantes depende en gran parte del conocimiento del operador y la planificación del caso, asimismo, deben considerarse otros factores relacionados al paciente con la ingesta de medicamentos, la presencia de enfermedades sistémicas y la topografía del maxilar para seleccionar el implante adecuado e identificar el sitio ideal para su inserción.

Se considera que la exposición de un protocolo de planificación virtual de implantes para pacientes edéntulos será provechoso para los estudiantes de cirugía de la UJAP y para el gremio odontológico en general, ya que se pretende educar sobre las herramientas necesarias para llevar a cabo esta planificación virtual y así orientar al operador sobre las indicaciones y ventajas.

Dicho esto, la presente investigación se divide en cinco capítulos que siguen los pasos del proceso metodológico, en el primer capítulo se encuentra el planteamiento de la problemática para dar al lector un panorama general sobre la planificación virtual en

implantología. Asimismo, se introduce la pregunta de investigación junto con la justificación de la misma y se establecen los objetivos. Más adelante, en el capítulo dos se presentan los antecedentes y marco teórico donde se exploran a profundidad las variables de este estudio.

Seguidamente, en el capítulo tres se expone la metodología con la que se llevarán a cabo el cumplimiento de los objetivos. Una vez explicada la metodología, en el capítulo cuatro se presentaran los datos obtenidos en conjunto con su debido análisis para dar cierre a la investigación en el capítulo cinco donde se presentan las conclusiones y recomendaciones finales del trabajo.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA**

#### **1.1 Planteamiento del problema**

La formación del profesional de la odontología debe comprender un adecuado conocimiento de las ciencias en las que se fundamenta, conocimiento de las estructuras anatómicas y su funcionamiento en estado de salud y enfermedad para su posterior tratamiento, debe conocer las especialidades de la odontología que permitan al clínico un correcto diagnóstico y planificación del tratamiento. De acuerdo a las ramas de la odontología, en este trabajo se hablará de la cirugía bucal, puntualmente sobre la implantología (1).

Dentro de la cirugía bucal específicamente, se entiende que tiene como finalidad el tratamiento quirúrgico de la patología dentro de la cavidad bucal. La implantología dental como especialidad de la odontología ha constituido un importante avance de la Odontología en los últimos 30 años. La alta predictibilidad de las técnicas quirúrgicas empleadas y su baja incidencia de fracasos han hecho que se deba considerar la colocación de implantes dentales como primera elección en la rehabilitación-restauración bucodental (2,3).

En el éxito de los tratamientos implantológicos influyen diversos factores, algunos no controlables por el profesional, como la condición sistémica del paciente que pueda predisponer o propiciar alguna complicación, y otros que pueden controlarse en mayor

o menor medida a través de una adecuada planificación. Algunos factores que pueden influir en el tratamiento de implantes sobre todo en la fase post operatoria son la higiene bucal, la presencia de hábitos tóxicos (tabaco, alcohol y otros) y el tipo de alimentación, sin embargo, estos factores pueden ser modificados por el paciente si el odontólogo comunica el riesgo que estos hábitos representan en el proceso post operatorio (3, 4).

Lemus, Almagro y León definen el implante como un elemento aloplástico (sustancia inerte, extraña al organismo humano) que se inserta en el hueso debajo del periostio con la finalidad de reponer una pieza dental ausente. De esta forma la terapéutica con implantes dentales involucra dos especialidades de la odontología, cirugía y rehabilitación (5). Este trabajo se centrará únicamente en la planificación quirúrgica y el procedimiento de inserción del implante.

Los implantes fueron desarrollados inicialmente en traumatología para estabilizar fracturas, en la década de 1910 los implantes se fabricaban a partir de aleaciones metálicas, sin embargo, la secuela por usar estas aleaciones fue la corrosión dentro del organismo que en algunos pacientes tenía efectos tóxicos. En respuesta a esta problemática, en 1932 Erdle y Prange patentaron el Vitallium un material que no contenía hierro y que se utilizó como el material de implantes por excelencia. En 1940 Bothe, Beaton y Davenport en Estados Unidos compararon la reacción corrosiva del Vitallium en comparación con otros metales, como el titanio. Describieron una mayor capacidad de unión al hueso del implante de titanio respecto a otros materiales y una mejor biocompatibilidad ya que no produce corrosión (6).

A pesar de que en 1941 el primero en utilizar los implantes como un anclaje subperióstico en los maxilares para sostener una prótesis dental fue el doctor Gustav Dahl en Suecia, se considera a Branemark como el padre de la implantología moderna en odontología, debido a sus trabajos en la Universidad de Gothenburg y Lund, ambas en Suecia, sobre microscopía vital en el comportamiento de estos implantes tanto en animales como en humanos, demostrando la biocompatibilidad y capacidad de oseointegración de los implantes dentales de titanio y sus beneficios en la odontología. El sistema de implantes diseñado por Branemark fue aprobado oficialmente por el Consejo Nacional Sueco de Salud y Bienestar en 1975 y comercializándose bajo la aprobación de la Asociación Dental Americana dentro de Estados Unidos hasta el año 1985 (6).

Ya para el año 2004 existían numerosas marcas de implantes, casa fabricantes, distintos equipos, aditamentos, tecnologías y sistemas, lo cual ameritó que se realizara la “Declaración de Principios de Calidad de los Implantes Dentales” en Suecia en el 2008 (6). Teniendo en cuenta que la aplicación cotidiana de los implantes en odontología es relativamente reciente, se resalta la importancia de que el odontólogo esté constantemente en actualización de sus conocimientos.

Los implantes dentales osteointegrados surgen como sustitutos artificiales de los órganos dentarios perdidos, por medio de la instalación de postes de titanio dentro del hueso y que posteriormente permiten la instalación de coronas artificiales sobre los muñones protésicos diseñados, permitiendo la rehabilitación de la oclusión dental,

ofreciendo grandes ventajas desde tres puntos de vista fundamentales: estética y función, reabsorción ósea y sobrecarga en otras piezas (7).

Respecto a la oseointegración, el término se introdujo para referirse a la aceptación y anclaje de piezas de titanio colocadas en el hueso. La oseointegración es la conexión firme, estable y duradera entre un implante sujeto a carga y el hueso que lo rodea. El éxito de esta conexión o interfase hueso-implante depende de factores biológicos y sistémicos del paciente y de las características del implante y su superficie la interfase hueso-implante dental se caracteriza por las propiedades favorables al crecimiento y formación de nuevo hueso alveolar que posee el implante en su superficie y por el diseño del mismo, lo que le permite distribuir adecuadamente las cargas mecánicas ejercidas durante la masticación (8).

Para garantizar una adecuada rehabilitación final es fundamental que el clínico considere y planifique minuciosamente la cirugía de implantes, con tal fin es necesario evaluar el estado de salud general del paciente ya que este puede influir en el fracaso del procedimiento quirúrgico o incluso retrasar el proceso de cicatrización y de oseointegración, se debe considerar el tipo de implante, longitud y calibre, situación anatómica del paciente, ya que en muchos casos cuando existe un paciente edéntulo total puede presentarse atrofia de los maxilares y proximidad a las estructuras anatómicas importantes, para ello la asistencia computarizada permite mayor precisión y simplicidad en el procedimiento (9).

El paciente edéntulo total tiene necesidades protésicas que deben ser tomadas en cuenta para la fase de planificación quirúrgica, en algunos casos se presenta una atrofia severa de las crestas alveolares en el paciente edéntulo, por lo tanto el tratamiento con prótesis convencionales no resulta viable por falta de retención y estabilidad. En este sentido, la inserción de implantes dentales y la posterior rehabilitación con sobre-dentaduras puede ser un método eficaz. La evaluación radiológica y virtual del paciente edéntulo es fundamental para estudiar la densidad ósea del reborde residual, los patrones de reabsorción y el ancho del reborde, de esta forma será posible para el clínico seleccionar el tipo y tamaño del implante así como también la ubicación de la inserción (10).

La proyección de cirugía de implantes de manera asistida o guiada por computador actualmente se realiza de manera inversa ya que se planifica la cirugía en base a la prótesis que el paciente va a recibir. La prótesis es la que va a dictar cómo y dónde se deben de colocar los implantes, según la disponibilidad ósea anatómica. Este proceso de planificación virtual permite un modelo interactivo de los maxilares para evaluar si el paciente necesita variaciones en el tratamiento o angulaciones especiales en la colocación del implante, tomando en consideración la dimensión vertical y la oclusión que se quiere reproducir en la prótesis total (11).

La planificación virtual o asistida por computadora surge de la actualización constante y acelerada de la tecnología de softwares y su aplicación médica. Estos programas informáticos permiten la captación de información de diferentes fuentes, hacer su

procesamiento y ponerla a la disposición de los cirujanos. Los programas informáticos, que inicialmente se enfocaban en el apoyo y asistencia a la visualización de las imágenes radiológicas, actualmente procesan archivos que generan guías para usar como medios complementarios de diagnóstico y en el procedimiento quirúrgico, todo a través de procesos de elaboración digital a partir del escaneo de los maxilares (12).

Aunado a la importancia de esta planificación virtual, la advertencia de los factores de riesgo y del análisis individualizado del paciente son importantes para garantizar el éxito del tratamiento de implantes. Según Salgado y col. los implantes dentales constituyen la opción terapéutica más predecible en la reposición total o parcial de los dientes perdidos, con tasas de supervivencia alrededor del 95%, sin embargo, determinados factores de riesgo pueden predisponer a presentar menores tasas de éxito (13).

El éxito de la terapia con implantes reside en gran parte en la planificación del tratamiento, con el fin de garantizar la realización exitosa de la cirugía de implantes se introducen los software de planificación virtual de la cirugía a modo de contar con un protocolo y una cirugía guiada obteniendo procedimientos seguros, mínimamente invasivos y con excelente tasa de supervivencia. La literatura describe que una colocación del implante totalmente guiada, mientras se fija la guía con anclajes al hueso y sin levantar un colgajo, es el protocolo que mayor precisión que se ha demostrado hasta la fecha (14).

De acuerdo a lo expuesto, en este trabajo surge la inquietud de describir un protocolo de planificación virtual de implantes en pacientes edéntulos, debido a las constantes actualizaciones científicas en esta área y la implementación de nuevas tecnologías. También, es preciso recalcar que actualmente no existe algún protocolo de planificación virtual de implantes dentro del área de cirugía de la UJAP para los pacientes edéntulos que ameritan esta rehabilitación protésica implanto-soportada, por lo tanto, cabe realizar un estudio de factibilidad para determinar que este protocolo sea aplicable para los estudiantes de cirugía.

Asimismo, es propósito de este trabajo de investigación dar a conocer el protocolo adecuado de planificación de cirugía de implantes asistido por Software a los estudiantes de odontología y odontólogos generales detallando las herramientas necesarias, las ventajas y el proceso de planificación virtual de implantes para la rehabilitación de un paciente edéntulo de una forma sencilla y concreta.

### **1.1.1 Formulación del problema**

¿Cuáles será la factibilidad de diseño y presentación de un protocolo de planificación virtual de implantes para la atención de pacientes edéntulos?

## **1.2 Objetivos de la investigación**

### **1.2.1 Objetivo General**

Proponer un protocolo actualizado de planificación virtual en implantes para pacientes edéntulos.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- 1 Determinar la secuencia en la planificación de implantes dentales en pacientes edéntulos
- 2 Describir las herramientas necesarias para la planificación
- 3 Especificar las ventajas de la planificación virtual sobre la convencional

### **1.3 Justificación de la investigación**

Ante la cirugía de implantes son muchas las complicaciones que pueden ocurrir y muchos los factores que deben considerarse para lograr una inserción precisa y efectiva del implante dental, sobre todo en pacientes edéntulos totales que pueden presentar atrofia maxilar y mandibular, irregularidades óseas u otras variaciones anatómicas que demandan una planificación impecable del procedimiento quirúrgico. Para ello, actualmente se introducen tecnologías de asistencia computarizada y dispositivos para el escaneo de los maxilares y la posterior planificación de la colocación del implante de manera adecuada.

De igual forma, la constante actualización de softwares y sistemas de escaneo y planificación demanda la permanente actualización de conocimientos, a nivel institucional se justifica esta investigación gracias a la difusión de conocimientos sobre el correcto protocolo de planificación virtual en implantes para la rehabilitación del paciente edéntulo dirigido a los estudiantes de cirugía bucal en la Universidad José Antonio Páez y que el presente estudio motive al desarrollo de nuevas investigaciones al respecto.

Por otro lado, a nivel metodológico la investigación se desarrolla para diseñar y describir el protocolo de planificación virtual y requiere de la revisión de la literatura actualizada por medio de artículos científicos publicados en revistas científicas especializadas y médicas. Esto propicia un aporte científico en odontología a través de la fundamentación teórica de este trabajo que sustenta la presentación de un protocolo de planificación virtual de implantes.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes de la investigación**

A continuación, se exponen algunos trabajos previos que han abordado estas variables para poder evaluar las posturas de otros autores y su aporte a este trabajo, estos antecedentes están ordenados según el año de publicación, desde el más antiguo al más reciente.

Flugge y col. (2022) hicieron una revisión sobre las tecnologías digitales para la planificación de implantes, haciendo énfasis en la revisión del software de planificación virtual para la cirugía de implante guiada. Concluyen que no todos estos programas tienen contemplados los sistemas de implantes a utilizar y que dependiendo del sistema de software utilizado, existen opciones limitadas para una configuración virtual, articuladores virtuales y la visualización de una configuración protésica virtual. Los sistemas de implantes utilizados por el médico son importantes para decidir qué sistema de software elegir, ya que existe una discrepancia entre los sistemas de implantes disponibles y la cantidad de sistemas admitidos en cada software (15).

Solano y col. (2021), publicaron un caso clínico utilizando una técnica de doble escaneo para la planificación digital. Describen una cirugía guiada sin colgajo para la rehabilitación protésica mediante implantes en pacientes edéntulos totales a través de un abordaje mínimamente invasivo. Se abordó una paciente femenina de 50 años que

presentaba edentulismo total en mandibular y parcial en maxilar donde los dientes remanentes (13 y 23) poseían mal pronóstico y se indicó su extracción, el diagnóstico fue realizado a través de una tomografía y se realizó el escaneo de modelos bimaxilares, ambas imágenes DICOM (sobre la tomografía y el modelo) fueron exportadas al programa Exoplan de Exocad de planificación virtual, la combinación de estas imágenes permitió la reproducción en 3D de la rehabilitación protésica y la posterior fabricación de la guía quirúrgica (16).

Los autores finalmente afirman que este abordaje sin colgajo y asistido por computadora permite reducir errores en el procedimiento, reduce las molestias post operatorias en el paciente, permite un procedimiento más rápido y con mayor porcentaje de éxito (16).

Gutiérrez y col. (2021), publicaron un caso clínico describiéndolas nuevas técnicas de planificación y tratamiento para la rehabilitación maxilar con implantes cigomáticos. Evaluaron a una paciente de 76 años edéntula total con antecedentes complicados de salud y con atrofia maxilar severa, donde la exploración clínica fue complementada por una tomografía y exportadas las imágenes DICOM en el software de planificación Mimics (Materialise, Belgium), tomando como referencia la propuesta de diseño protésico realizado en ExoCAD y DentalCAD, al sobreponer las imágenes y diseños en 3D fue posible confeccionar una guía quirúrgica para cuatro implantes cigomática que servirían de pilares de prótesis total. Los autores afirman que este protocolo de

trabajo que simplifica la toma de registros, abarata los costes y acorta el tiempo quirúrgico para la realización de una prótesis total de carga inmediata (17).

Kernen y col. (2020), publicaron una revisión del software de planificación virtual para cirugía de implante guiada, enfatizando aspectos técnicos como la importación y visualización de datos, diseño y fabricación de guías de perforación, el cual tuvo como propósito describir las limitaciones de estos sistemas de planificación virtual disponibles. Para ello evaluaron varios softwares: coDiagnostiX™, DentalWings, Canadá (CDX); Simplant Pro™, Dentsply, Suecia (SIM); Smop™, Swissmeda, Suiza (SMP); NobelClinician™, Nobel Biocare, Suiza (NC); Implant Studio, 3Shape, Dinamarca (IST). Los criterios de evaluación incluyeron formatos y gestión de datos, así como el flujo de trabajo para el diseño y producción de guías de perforación (18).

Los autores observaron que todos los sistemas tienen una interfaz DICOM ("Imágenes digitales y comunicación en medicina") para la importación de datos radiográficos. Posterior a la evaluación concluyeron que todos los sistemas evaluados son funcionales pero el diseño de la rehabilitación y la férula quirúrgica debe ser sumamente individualizado y tomando en consideración el tipo de implante a utilizar para evitar variaciones en la planificación (18).

Ordoñez y col. (2018), publicaron un estudio titulado "Tratamiento de pacientes edéntulos mandibulares con cirugía guiada y carga inmediata" con el objetivo de presentar los resultados clínicos del tratamiento de implantes con carga guiada a través de la cirugía guiada por ordenador en pacientes edéntulos mandibulares; se evaluaron

24 pacientes que fueron diagnosticados inicialmente con una tomografía computarizada de haz cónico o CBCT por sus siglas inglés, se rehabilitó con 8 a 10 implantes de carga inmediata y se realizó un seguimiento post operatorio a los 3 meses y evaluación a largo plazo a los 48 meses. Los datos provenientes de la tomografía fueron exportados en el software Galimplant 3D para la elaboración férulas quirúrgicas perforables a modo de planificar el procedimiento quirúrgico sin colgajo. Los autores concluyeron que este método de planificación de implantes asistido por tomografía y software de visualización 3D para la rehabilitación de carga inmediata constituye una opción con elevada tasa de éxito (19).

## **2.2 Bases Teóricas**

### **Implantología**

La implantología dental contemporánea en su era actual se inicia a partir de los conceptos desarrollados inicialmente por Per-Ingvar Branemark respecto a los implantes dentales de titanio en 1981, en la actualidad han revolucionados los principios biológicos de la integración tisular. La implantología bucofacial ha constituido un importante avance de la odontología en los últimos 30 años. La alta predictibilidad de las técnicas quirúrgicas empleadas y su baja incidencia de fracasos han hecho que se deba considerar la colocación de implantes dentales como primera elección en la rehabilitación restauración bucodental (15).

Hay distintos factores que influyen en el éxito del tratamiento con implantes, estos pueden dividirse entre los inherentes al profesional y los inherentes al paciente. En relación al paciente existen factores no controlables como las enfermedades sistémicas, en este caso es imprescindible que el clínico identifique las condiciones que perjudican el tratamiento como por ejemplo si el paciente es diabético, hipertenso, con antecedentes infecciosos o presencia de enfermedades autoinmunes. También hay factores que dependen del paciente y que se relacionan a la conducta, un ejemplo sería el hábito del tabaco, consumo de alcohol o drogas y mala higiene bucal (3).

Por otro lado, se establece que un implante es un dispositivo médico fabricado para reemplazar una estructura biológica ausente, suplantar a una estructura dañada, o mejorar una estructura existente. Actualmente la mayoría de los implantes intra-óseos tienen forma de una raíz dental y los materiales para su fabricación emplean materiales altamente biocompatibles como el titanio, que permite una unión al hueso biológicamente estable denominada oseointegración, es una rama en constante evolución que cada vez presenta técnicas más rápidas, predecibles y mínimamente invasivas (6,15).

### **Oseointegración**

Branemark definió el término de oseointegración como una conexión directa estructural y funcional entre el hueso vivo, ordenado, y la superficie de un implante sometido a carga funcional. La oseointegración representa un proceso y no un

resultado, donde dicho proceso comprende la formación del hueso, la adaptación a la función y la reparación (8).

El material más frecuentemente utilizado en la realización de los implantes dentales ha sido el titanio comercialmente puro, debido a que presenta una gran biocompatibilidad y constituye el material ideal para conseguir la oseointegración con éxito a largo plazo tras la carga funcional. La biocompatibilidad del titanio está relacionada con las propiedades de su óxido de superficie. En contacto con el aire o el agua, el titanio rápidamente forma un espesor de óxido de 3-5 nm a la temperatura ambiente. El óxido más frecuente es el dióxido de titanio. Este óxido es muy resistente al ataque químico lo que hace que el titanio sea uno de los metales más resistentes a la corrosión y que contribuye a su biocompatibilidad (16).

Por su parte, la interfase hueso-implante dental se caracteriza por las propiedades favorables al crecimiento y formación de nuevo hueso alveolar que posee el implante en su superficie y por el diseño del mismo, lo que le permite distribuir adecuadamente las cargas mecánicas ejercidas durante la masticación. Por lo tanto, esta interfase debe considerarse como el resultado de la interacción de un conjunto de factores que modulan la respuesta biológica y que determinan el éxito de la oseointegración, entre los que se encuentran la respuesta inmune del paciente, el procedimiento de inserción, las características fisiológicas del hueso receptor, los factores mecánicos del implante, su superficie y la acción de fuerzas mecánicas sobre el hueso y el implante (16).

En otro sentido, se describe que el hueso alveolar está formado por dos estructuras: el proceso alveolar y la cortical alveolar. Una lesión en este tipo de hueso, como la producida durante el procedimiento de inserción de un implante dental, se recupera siguiendo las etapas del proceso de cicatrización del hueso intra-membranoso. Este proceso consiste de cuatro etapas, cada una asociada a un evento biológico característico: 1) formación del hematoma (sangrado y coagulación), 2) degradación del coagulo y limpieza de la herida (fibrinolisis), 3) formación de tejido granular (fibroplasia y angiogénesis), y 4) síntesis y mineralización de nuevo hueso (modelamiento y re-modelamiento óseo) (8).

Las características de la lesión causada en el hueso alveolar como consecuencia del procedimiento quirúrgico de inserción del implante dental determinan la viabilidad del proceso de cicatrización y del nuevo hueso. Estas características están en relación directa con la calidad del hueso y con el procedimiento quirúrgico utilizado. El proceso de oseointegración se divide en: óseo-inducción y óseo-conducción. La oseoinducción es el proceso a través del cual las células madre se diferencian en las células oseogénicas que forman el tejido óseo. La deposición de nuevo hueso por parte de estas células se conoce como oseogénesis. Existen dos tipos de oseogénesis: oseogénesis a distancia y oseogénesis de contacto. En la primera, el tejido óseo se forma desde la superficie del hueso circundante. En la segunda, la formación de tejido óseo se produce desde la superficie del implante. Es decir, la formación de hueso en la región peri-

protésica tiene dos direcciones: desde la superficie del hueso circundante hacia el implante desde la superficie del implante hacia el hueso circundante (8).

### **Planificación virtual**

En la implantología actual del siglo XXI hay una serie de conceptos clásicos que están dejando de ser aceptados. Entre ellos están: la pérdida ósea crestral rápida y temprana, unos tiempos de espera grandes para la colocación de la prótesis y cirugías con alto grado de morbilidad, todo esto ha cambiado los objetivos actuales del tratamiento implantológico, dirigiéndolos hacia la cirugía de implantes guiada y mínimamente invasiva, la confección de prótesis tanto inmediatas como finales realizadas por CAD/CAM y, como consecuencia, el acortamiento de los tiempos de espera tras la colocación de los implantes (17).

La actualización constante de las técnicas de diagnóstico por imagen, el gran empuje de las compañías fabricantes de software de diagnóstico y planificación virtual y su constantes evolución para minimizar los rangos de discrepancia entre planificación y colocación final de implantes ha conseguido que las opciones de guiado sean cada vez mejores, diversas y seguras (17).

En la última década, la cirugía guiada de los implantes asistida por ordenador y su posterior carga inmediata prostodóncica se ha ido incorporando a la práctica implantológica especializada. La posibilidad de realizar en una misma sesión operatoria la técnica quirúrgica y prostodóncica está representando un protocolo clínico

exitoso que reduce significativamente el tiempo de tratamiento y mejora de forma muy positiva la calidad de vida oral (18).

La técnica de cirugía implantológica guiada se basa en el diagnóstico por imagen mediante una tomografía computarizada de haz cónico (TCHC) y la posterior utilización de las imágenes digitales de una forma dinámica interactiva con un sistema informático 3D para realizar la planificación del tratamiento del paciente. La TCHC permite valorar la anatomía del maxilar superior y de la mandíbula e identificar aquellas estructuras de especial interés en la cirugía implantológica como son el seno maxilar, las fosas nasales y el nervio dentario inferior con los agujeros mentonianos desde una perspectiva tridimensional. Desde un punto de vista de la planificación quirúrgica, las imágenes obtenidas por la TCHC permite conocer también el grado de calidad o densidad óseas previamente a la cirugía para seleccionar el tipo de fresado más adecuado para la inserción de los implantes con el objetivo de conseguir una buena estabilidad primaria sobre todo en los protocolos de carga inmediata (19).

La transferencia de las imágenes obtenidas por la tomografía a programas informáticos especializados en la cirugía implantológica guiada permite realizar una planificación del tratamiento de forma individualizada y diseñar la férula quirúrgica con las diversas guías para la inserción de los implantes en longitud y en diámetro, así como su inclinación u orientación espacial según las características de la anatomía de los maxilares, previamente obtenida por la TCHC. Esta guía quirúrgica permite la inserción de los implantes de una forma mínimamente invasiva, sin necesidad de

realizar colgajo lo que simplifica el tratamiento y beneficia al paciente porque evita molestias dolorosas (19).

Mediante la asistencia virtual y con el uso de un software de planificación, se puede optimizar su ubicación antes de la cirugía. Así, los implantes pueden ser planificados para soportar una prótesis que proporcione los requisitos biológicos, funcionales y estéticos ideales y al mismo tiempo respetar la anatomía maxilar o mandibular obtenida por las imágenes de la CBCT. Esta técnica puede, por supuesto, contribuir para un éxito a largo plazo de la rehabilitación con estos implantes. En este sentido, una revisión sistemática indicó una tasa media de éxito del 97,3%, utilizando la técnica de cirugía guiada y después de un período de seguimiento de al menos 12 meses (18,19).

### **2.3 Definición de términos**

**Cirugía guiada:** Se refiere a la asistencia del proceso quirúrgico mediante el apoyo de diseño en computador proyectando la anatomía y planificando la posición del implante (13).

**Implante:** Elemento aloplástico que se inserta en el hueso debajo del periostio con la finalidad de reponer una pieza dental ausente (3).

**Implantología:** Rama de la odontología que se encarga de rehabilitación de la estructura dental perdida o ausente a través de la inserción de un implante dental dentro del hueso alveolar (15).

**Oseointegración:** Se comprende de oseoinducción y oseokonducción, es la conexión directa estructural y funcional entre el hueso vivo y la superficie de un implante (8).

**Prótesis total:** Rehabilitación removible de todo el maxilar o mandíbula en una arcada edéntula total. Generalmente fabricada de acrilatos (20).

**Software:** Referente a los programas u operativa de la información empleada por un computador (21).

**Titanio:** Es un metal perteneciente al grupo de los elementos de transición, puede ser utilizado en aleaciones como sustituto del aluminio (21).

#### **2.4 Bases legales**

Las bases legales se diseñaron considerando inicialmente la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela por su artículo 83 ya que el estado debe garantizar y promover la salud, así mismo, la Ley del Ejercicio de Odontología en su artículo 16 determina que la comunidad odontológica debe promover y aportar a la innovación y progreso científico dentro del ejercicio de la profesión; por último el Código de Deontología Odontológica en su artículo 2 expresa que el profesional de la odontología debe estar en constante capacitación y actualización para brindar tratamientos de calidad y seguros, todo esto respalda y ampara el diseño de un protocolo virtual de implantes para la Universidad José Antonio Páez (22-24).

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### **3.1 Tipo de investigación**

Este trabajo se enmarcó en la línea de investigación de Odontología Clínica y Correctiva indicada por las normativas de la Escuela de Odontología UJAP debido a que se relaciona con el estudio de disciplinas clínicas como la cirugía bucal e implantología.

Este trabajo tuvo una modalidad factible debido a que tiene el propósito de realizar un protocolo de planificación virtual de implantes para pacientes edéntulos.

#### **3.2 Nivel de la investigación**

La investigación fue descriptiva y de un nivel proyectivo debido ya que se proyectó diseñar y proponer el protocolo de planificación virtual de implantes en pacientes edéntulos.

#### **3.3 Procedimiento metodológico.**

Como se trata de un proyecto factible se deben respetar las etapas de diagnóstico, factibilidad y diseño:

**Etapas de diagnóstico:** Se realizó la recopilación y análisis de la información para diagnosticar la situación actual alrededor de la problemática, es decir, respecto a un protocolo de planificación de implantes en pacientes edéntulos de manera virtual y orientado a los pacientes de cirugía de la UJAP, interpretados dichos datos fue posible definir la necesidad de diseño y elaboración de este protocolo.

**Etapa de factibilidad:** Se indagó sobre la factibilidad en distintos aspectos: técnico, económico, institucional y operacional, para determinar la viabilidad de este protocolo.

**Etapa de diseño:** Una vez definida la necesidad y viabilidad en el capítulo cinco de este trabajo se presenta un apartado donde se describe a detalle el diseño en distribución y contenido del protocolo, así como también las herramientas necesarias para aplicarse, donde finalmente el protocolo se muestra elaborado en su totalidad dirigido fundamentalmente al área de cirugía de la UJAP.

## **CAPÍTULO IV**

### **DIAGNOSTICO Y FACTIBILIDAD**

#### **4.1 Etapa diagnóstica**

Se considera necesaria la realización de un protocolo virtual de implantes ya que dentro de la Escuela de Odontología de la Universidad José Antonio Páez (UJAP) no existen actualmente manuales, guías o protocolos que eduquen a los estudiantes sobre el proceso de planificación en implantología y que ilustre las herramientas necesarias junto con el paso a paso clínico. De la misma manera, a nivel nacional no existe registro de la presencia o aplicación de protocolos para la planificación de la cirugía de implantes con herramientas digitales y softwares de planificación como el Exocad-exoplan o Exoplan de Exocad.

Cabe destacar que la implementación de herramientas tecnológicas en odontología es cada vez más necesaria, el flujo de trabajo digital en cirugía bucal específicamente en implantología facilita el proceso de planificación, permite una mayor precisión de inserción del implante y la reducción del tiempo operatorio, por lo tanto, el diseño de un protocolo de planificación de implantes con la ayuda de un software resultaría provechoso para los estudiantes de odontología de la UJAP.

#### **4.2 Etapa de factibilidad**

Se entiende que un trabajo es factible cuando es posible de realizar y aplicar, para determinar la factibilidad de la presente propuesta se fragmenta el estudio de la

viabilidad en cuatro aspectos: factibilidad técnica, operacional, económica e institucional.

**Factibilidad técnica:** Esta factibilidad se define según la disponibilidad de las herramientas necesarias para llevar a cabo el protocolo descrito:

- **Imágenes Tomográficas (Cone-Beam):** pueden ser procesadas fácilmente en cualquier centro imagenológico, y pueden ser provistas por el paciente o por el odontólogo.
- **Computadora o laptop con acceso internet:** es bien sabido que la mayoría de estudiantes actualmente cuentan con una computadora de uso personal con acceso internet en donde se puede aplicar y procesar el software de planificación virtual.
- **Exoplan de Exocad (software de planificación en cirugía bucal):** este programa de planificación virtual permite la visualización de imágenes tridimensionales del paciente, es sencillo de usar, está enfocado a principiantes con opciones de configuración simples y automatizadas, además su licencia anual es económica diseñada para estudiantes y odontólogos de todos los niveles.

**Factibilidad Operacional:** la aplicabilidad del protocolo se define de manera operacional gracias a las instrucciones precisas e ilustradas que se proveen a través de un formato de infografía que puede ser consultado por el estudiante las veces que sean necesarias, solo se requiere de la instalación del software de planificación y la

introducción de las imágenes de tomografía del paciente y la configuración del programa dentro de una computadora de escritorio o una laptop.

**Factibilidad Económica:** el protocolo de planificación virtual de implantes para pacientes edéntulos propuesto en este trabajo de investigación amerita de inversión la licencia anual del software Exocad Plan de 25\$, el cual puede ser financiado por la Escuela de Odontología de la UJAP para el uso de los estudiantes en el área de cirugía o pago de manera individual por el estudiante que esté interesado en tener la herramienta para el uso en su práctica clínica cuando se amerite.

**Factibilidad Institucional:** al constituir un aporte y un avance científico se considera que la Escuela de Odontología de la UJAP estará interesada y proactiva en la implementación de un protocolo de planificación virtual de implantes que solo amerita una tomografía y una computadora y que además educa a los estudiantes de odontología en procesos actualizados de planificación digital en implantología.

### **4.3 Etapa de diseño**

#### **Contenido y formato del protocolo:**

Con apoyo en videos tutoriales encontrados en internet directamente del fabricante del software de planificación virtual ExoPlan de Exocad, el protocolo se diseña para detallar los pasos de manera puntual e instructiva de cómo se realiza la planificación virtual en implantología para pacientes edéntulos, desde la introducción de las imágenes de tomografía dentro del programa y los ajustes de configuración recomendados hasta la aplicabilidad de la reproducción tridimensional de las

estructuras maxilares del paciente para la selección del implante, fabricación de una guía quirúrgica y otras consideraciones.

El protocolo en toda su extensión será presentado en el siguiente capítulo de este trabajo.

#### **4.4 Conclusiones**

Ahora bien, luego de la realización del estudio de factibilidad será posible dar resolución a los objetivos específicos planteados en el capítulo I. Inicialmente, para determinar la secuencia de planificación virtual de implantes se comienza con la cita de consulta del paciente edéntulo y la evaluación del reborde óseo donde se puede indicar la cirugía de implantes para garantizar una rehabilitación retentiva, desde el punto de vista de la cirugía implantológica la planificación de implantes es una manera más efectiva y segura.

Tras la evaluación clínica intraoral del paciente se indicará una radiografía panorámica y una tomografía del maxilar y mandíbula que el operador debe estudiar para plantear el tratamiento y la posible necesidad de referir a un especialista. El software una vez instalado, se debe hacer el registro del usuario e iniciar un nuevo proyecto, una vez allí se cargan las imágenes de las tomografías que deben estar en formato .DCM dentro de la computadora, el programa reconocerá las vistas para las visualizaciones axiales, transversales y tangenciales.

Una vez seleccionada la ventana del corte del maxilar se podrá desplegar la opción de planificación del implante para evaluar la distribución espacial en el maxilar o mandíbula, el software tiene las opciones de selección de distintos sistemas de

implantes que contienen las dimensiones del implante (longitud, calibre, sistema de entramado, conexión del cabezal), el programa también permitirá posicionar el implante con su inclinación y la rehabilitación de la corona final o de la prótesis implanto-soportada para predecir la oclusión y la devolución de la dimensión vertical. Una vez que la planificación esté definida se puede confeccionar una guía quirúrgica para el momento de la inserción del implante.

Posteriormente, y como fue descrito en el estudio de la factibilidad, las herramientas necesarias para la planificación virtual de implantes son una computadora con acceso a internet y sistema operativo Windows, iOS de Mac o Linux código libre, el software Exocad Plan y una tomografía computarizada. Dichas herramientas se consideran accesibles para el estudiante promedio de odontología.

Por último, se tiene que la planificación de implantes de manera virtual representa ventajas para el operador en relación a la efectividad y precisión de la cirugía de implantes así como también las ventajas para el paciente edéntulo que se traducen en una rehabilitación retentiva, segura y duradera.

## **CAPÍTULO V**

### **LA PROPUESTA**

#### **5.1 Presentación de la propuesta**

Este protocolo surge de la necesidad de proveer a los estudiantes otras alternativas para la atención de pacientes edéntulos cuyo reborde óseo es insuficiente para tener retención en una prótesis total removible y se indica la rehabilitación con implantes dentales.

Actualmente, no existe un protocolo para indicar los estudiantes de odontología el paso a paso de la planificación de la cirugía de implantes utilizando un software de planificación virtual. Según lo descrito en la factibilidad de este estudio se demuestra la viabilidad e importancia del diseño e implementación del protocolo de planificación de implantes.

#### **5.2 Objetivos de la propuesta**

Educar a los estudiantes de cirugía sobre la planificación virtual de implantes en pacientes edéntulos

Describir las herramientas necesarias para la planificación virtual de implantes

Detallar el paso a paso del diagnóstico y diseño del plan de tratamiento de implantes en pacientes edéntulos

Ilustrar el uso del software de planificación virtual de implantes

### 5.3 Estructura de la propuesta

#### INDICACIONES DIAGNÓSTICAS

El paciente edéntulo que es evaluado clínicamente y se determina que amerita rehabilitación con prótesis implanto-soportada a causa de falta de reborde óseo que la rehabilitación total convencional sería insuficiente, de modo que será necesario realizar una evaluación radiológica y tomográfica para la cirugía de implantes dentales:

- Antes de la tomografía se deben colocar de 6 a 8 marcadores de referencia en cada prótesis utilizando materiales radiopacos como la gutapercha o resina y estos se posicionan de manera arbitraria en distintas áreas de la prótesis (fondo de vestíbulo, línea media, bordes incisales, caras oclusales, sector anterior y posterior) buscando distribuirlos lo más equitativo posible ya que sirven de orientación en la planificación de la cirugía.



Imagen 1. Ejemplo de marcadores en prótesis superior



Imagen 2. Ejemplo de marcadores en prótesis superior e inferior



Imagen 3. Ejemplo de marcadores en prótesis inferior

- Se indica tomografía computarizada (TC) bimaxilar, el archivo debe estar almacenado de manera digital en formato .DCM

Se deben seguir los siguientes pasos en Exoplan de Exocad para realizar la planificación de la cirugía de implantes del paciente edéntulo:

**A Iniciar un proyecto:** Cargar escaneos de modelos y/o tomografías computarizadas.

**A1** Seleccionar la serie DICOM correspondiente a los datos de la TC del paciente, se activará automáticamente el modo asistente, se recomienda continuar con este modo por el resto de la planificación.

**A2** Si el paciente es edéntulo bimaxilar Exoplan permitirá la planificación de un maxilar a la vez.

**A3** Dentro del control DICOM se pueden obtener distintas visualizaciones por superficie (isosuperficies, radiografías y “solid” que serían las densidades) diferenciando entre tejidos duros y blandos. Es posible generar superficies y definir las densidades y vistas dentro del visualizador DICOM.

**A4** Los elementos de la interfaz permiten combinar vistas como por ejemplo, la axial que se muestra de manera predeterminada y la vista panorámica.

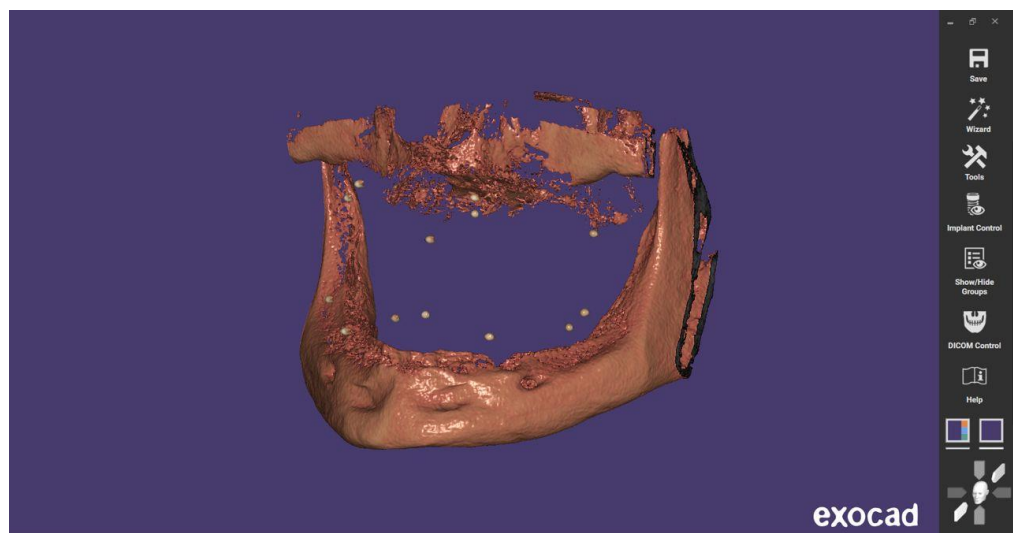


Imagen 4. Carga de la serie DICOM y generación se superficies en la tomografía.

## **B Definición del canal mandibular, curva panorámica y marcadores**

**B1** El canal mandibular se define cuando hay posibles posiciones de implantes en la zona adyacente, la posición del canal mandibular se debe marcar desde distintas vistas y realizar los ajustes para que el programa calibre y determine el recorrido del canal marcándolo en sus límites con una línea amarilla

**B2** El programa permite la configuración manual o automática de la curva panorámica, Exoplan sugiere la delimitación de la curva según distintos puntos anatómicos y bajo distintos casos (pacientes dentados, parcialmente edéntulos, edéntulos totales), también se pueden abarcar algunas secciones de la cresta ósea o la extensión total del reborde óseo. La curva se señala con líneas amarillas paralelas entre sí y con distintos puntos de orientación situados de manera automática por el programa o distribuidos a propósito.

**B3** Los marcadores son puntos que se establecen en la malla de diseño y que pueden ser transformados a objetos de colisión, puntos de contacto, puntos de referencia anatómica, dientes pilares, puntos de anclaje. En la tomografía y en la malla de diseño se pueden señalar estos marcadores de interés de manera automática y bloquear su posición en el espacio.

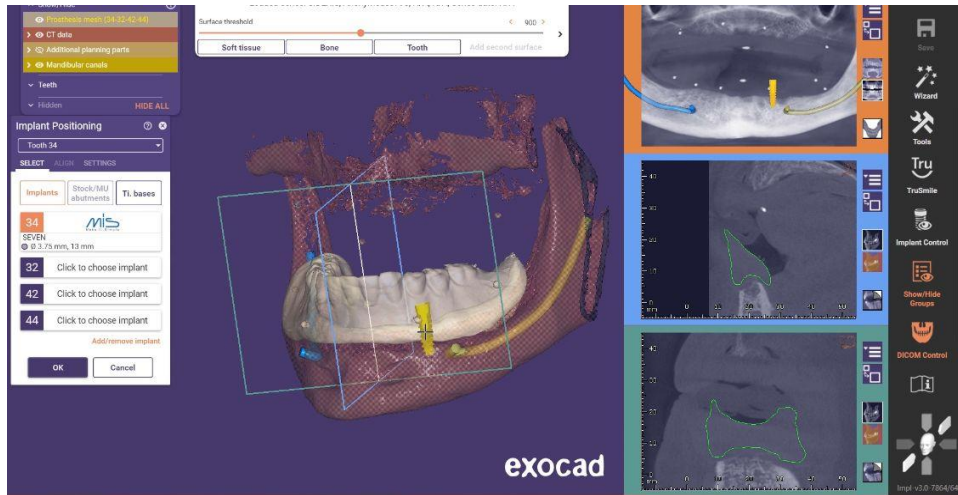


Imagen 5. Definición del canal mandibular

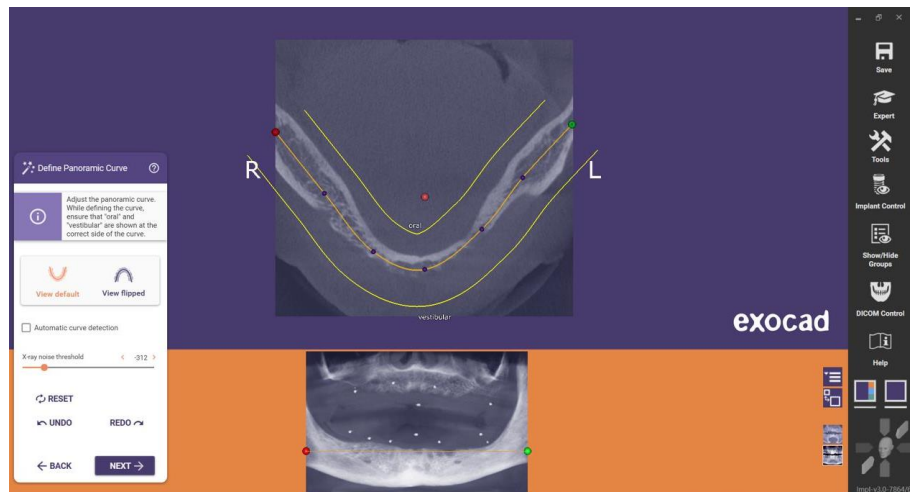


Imagen 6. Curva panorámica y marcadores

**C Flujos de trabajo y alineación:** Se puede separar la tomografía del maxilar y escaneo de los modelos o la prótesis dental.

**C1** Los flujos de trabajo permiten ingresar otras “mallas de diseño” y diseñar en sobre posición.

**C2** Alineación de las tomografías computarizadas mediante la extracción de la malla de la prótesis y superposición en la tomografía del maxilar que ya se ha seleccionado y configurado previamente

**C3** Se debe evaluar el ajuste a través de marcadores y la visualización de los puntos de referencia marcados con anterioridad y de los puntos de gutapercha posicionados de manera pre-operatoria en la prótesis previamente escaneada

**C4** La sobre posición de ambos diseños permite evaluar la precisión, se recomienda realizarlo con la densidad “hueso” y a menor desviación de datos mayor precisión de la planificación.

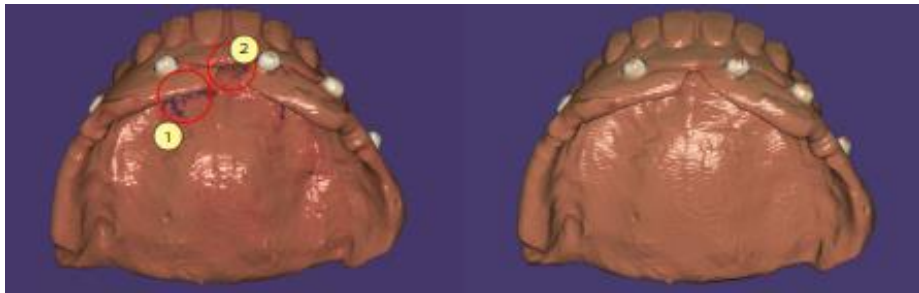


Imagen 7. Importar mallas de diseño de la prótesis dental con marcadores de referencia

**D Ajuste óptimo:** Se puede realizar el ajuste de manera automática, a través de la selección de superficies relevantes y de zonas a destacar, el programa ajustará inclinaciones y posición. También se puede realizar de manera manual.

**D1** Alineación a 3 puntos, se marcan puntos de relación en el espacio y en relación a la posición de los dientes protésicos la definición de estos puntos alinearán automáticamente los datos de la TC. Cuando se activa esta alineación el flujo de trabajo

se ajustará a un caso edéntulo, es decir, los pasos de flujo de trabajo aparecerán durante la planificación. Esto es útil cuando sólo se tienen los datos de la TC del paciente que lleva la prótesis y una exploración óptica de la prótesis pero no los datos de la TC de la prótesis por separado.

**D2** En las pestaña de evaluación se puede configurar el ajuste como aceptable o mejorar el ajuste al seleccionar ajuste óptimo y seguir los pasos si se está en el modo asistente.

**D3** Cuando se completa la alineación de mejor ajuste el modelo se mostrará en colores que ilustran la desviación del objeto de alineación a la visualización de las Isosuperficies mostradas de los datos de la TC

**D4** Si fuera necesario modificar el ajuste óptimo se puede recortar secciones de la malla del diseño y reajustarlas, seleccionar zonas para corregir superficies así como también destacar ciertas zonas con puntos de referencia

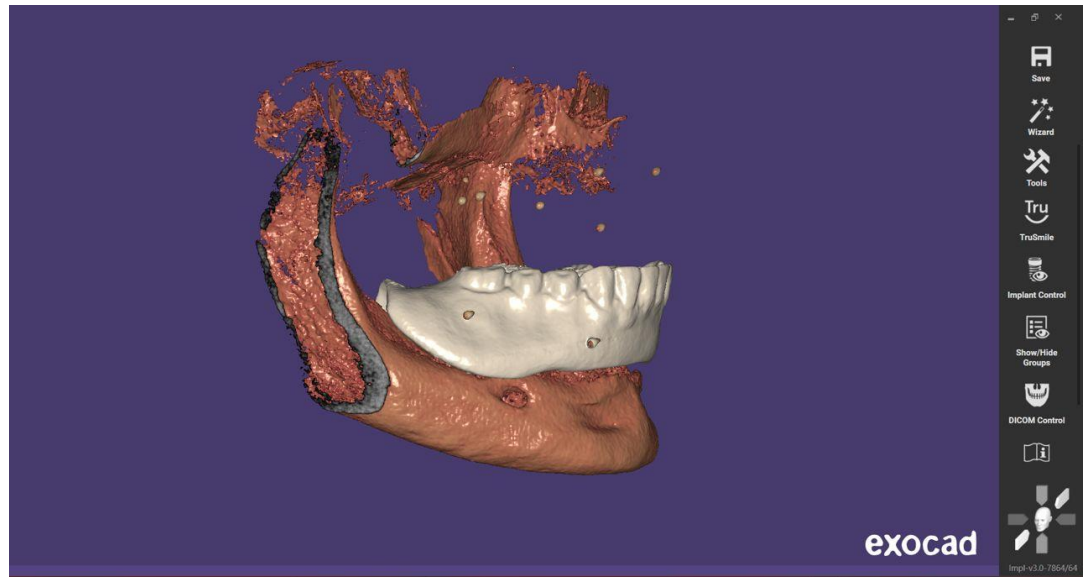


Imagen 8. Datos de tomografía y escaneo para la alineación en pacientes edéntulos

**E Planificación reversa:** Es posible planificar el implante desde la posición del modelo de la rehabilitación protésica definitiva, desde la rehabilitación hacia la cirugía

**E1** Escaneo de los modelos, con la malla de diseño del modelo se planificarán las dimensiones del implante en la TC

**E2** Se definen los puntos de contactos oclusales en relación a los dientes adyacentes del paciente si los hubiera o con otros puntos de referencia anatómica si son edéntulos

**E3** El programa sugiere de manera automática y especializada para cada caso el posicionamiento de los dientes protésicos y su correcto ajuste

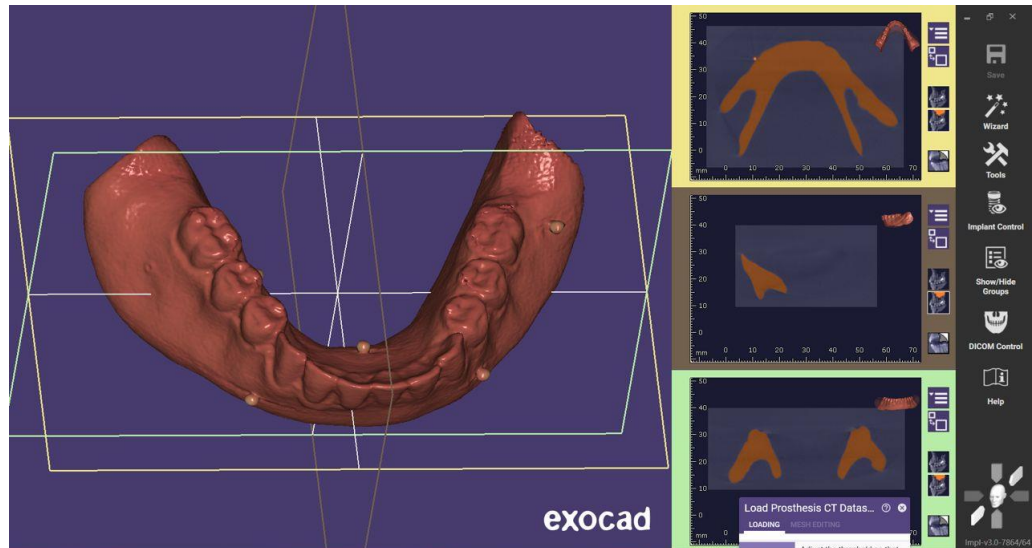


Imagen 9. Evaluación de las superficies de la prótesis escaneada.

**F Posicionamiento del implante:** Primeramente se escoge la serie del implante, el programa despliega un menú para seleccionar el tipo de implantes y sus piezas de fijación.

**F1** Biblioteca de fabricantes, el software tiene una opción con las distintas opciones comerciales y el tipo de implante. Se debe escoger la serie y tipo de implantes antes de posicionarlos.

**F2** Se debe registrar cual es el número de la unidad dentaria a reemplazar y se posicionará el implante en la zona indicada, el implante puede girarse, rotarse, inclinarse o moverse utilizando los controles de movimiento para el implante

**F3** La posición del implante puede evaluarse en distintas vistas preliminares, el implante puede aislarse y evaluarse de manera individual donde las superficies cambiarán de color para indicar qué partes del implante se encuentran sobre una superficie densa o blanda

**F4** Otro ajuste recomendable es paralelizar los datos de posición del implante con las dimensiones de la prótesis utilizando la superposición de mallas dentro del programa



Imagen 10. Selección de la serie y tipo del implante en la biblioteca de fabricantes

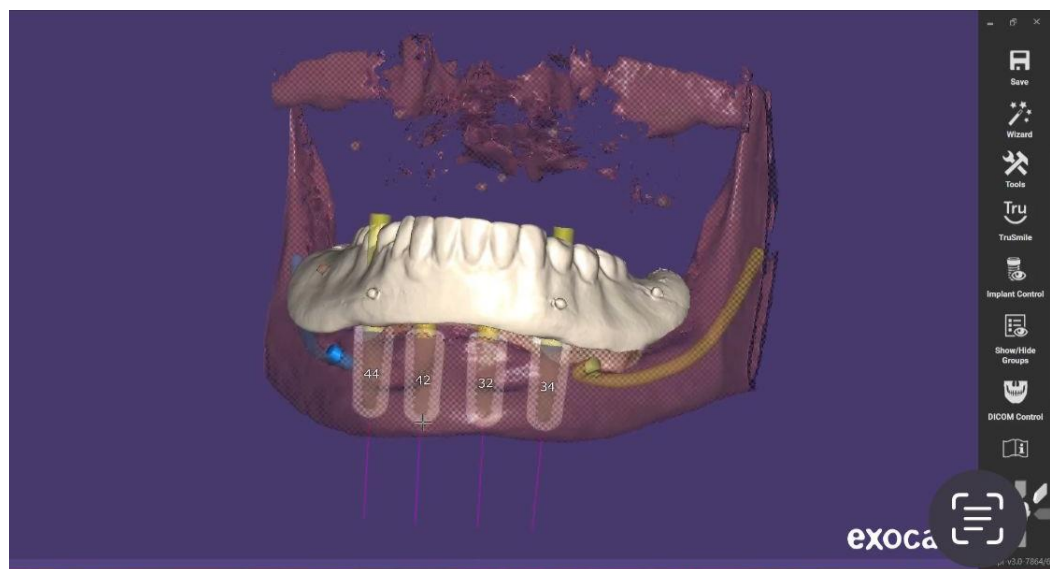


Imagen 11. Inserción de los implantes y ajuste de la rehabilitación

**G Diseño de la guía quirúrgica e impresión 3D:** al confeccionar la guía quirúrgica se debe prestar atención a los reparos anatómicos como el canal mandibular y los senos maxilares.

**G1** Diseño y posicionamiento de las anillas de perforación y de los pines de anclaje: Dentro del menú de guía quirúrgica se despliegan las opciones del diseño de anillas según su altura, grosor e inclinación para la inserción del implante; de la misma manera se ajustan los pines de anclaje.

**G2** El programa sugiere una opción para casos edéntulos, donde se puede diseñar la superficie de la férula que estará en contacto con la encía

**G3** Se puede perfeccionar el ajuste en el modo “diseño libre” de la parte externa e interna de la guía quirúrgica

**G4** Para verificar el ajuste de la prótesis se importan las mallas de diseño de la planificación de los implantes y se debe asegurar que no existen desviaciones importantes

**G5** Exoplan genera los archivos de las dimensiones de la guía quirúrgica para poder exportarlos e imprimirlos en una impresora 3D

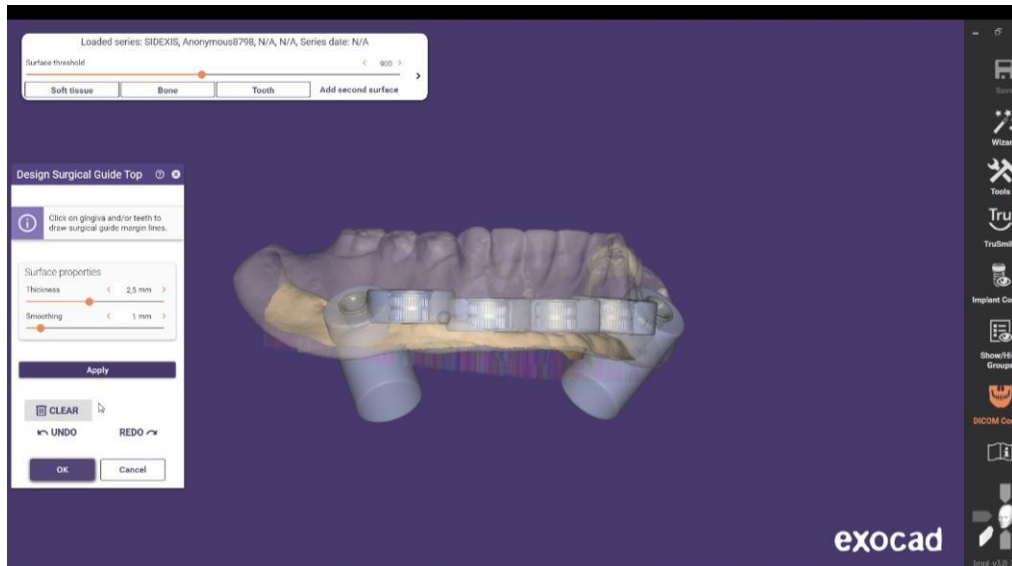


Imagen 11. Diseño y ajuste de la guía quirúrgica

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Donado M, Martínez J.M. Cirugía Bucal: Patología y técnica. Cuarta Edición. Ed Elsevier Masson. Barcelona: 2014.
2. Gay Escoda C. Tratado de Cirugía Bucal. Tomo I. Primera Edición. Ed Ergon. Madrid: 2004.
3. Sánchez Garcés MA, Vilchez Pérez MA, Cortell Ballester I, Núñez Urrutia S, Sala Pérez, Gay Escoda C. Revisión bibliográfica de Implantología Bucofacial del año 2008. Primera parte. Avances en Periodoncia. 2010; 22 (2): 91-107.
4. Guercio E, Dinatale E. Consideraciones estructurales y biológicas en la oseointegración. Revisión de la literatura. Acta odontol. Venez. 2009; 47 (1): 241-248.
5. Lemus Cruz LM, Almagro Urrutia Z, León Castell C. Origen y evolución de los implantes dentales. Rev haban cienc méd. 2009; 8 (4): 1-9
6. Rodas Rivera R. Historia de la implantología y la oseointegración, antes y después de Branemark. Rev Estomatol Hered. 2013: 23 (1): 39-43.
7. Ferrer Viant DV, Pérez Pérez O, Pérez Ruiz A, González Sabín C. Comportamiento del dolor en pacientes intervenidos por cirugía de implantes dentales. Rev Cienc Med Hab. 2013 19 (2): 226-233
8. Fochini AD, Leonardi N. Oseointegración, aspectos que determinan su éxito. Revisión de la literatura. Rev Methodo. 2020; 5 (4): 156-164.

9. Zurbano Cobas A, Zurbano Cobas L, Borges Machín AY, Mazamorra O`Farril T. Apuntes históricos sobre implantología oral y su impacto científico y sociocultural en los estudios estomatológicos. EDUMECENTRO. 2017; 9 (4): 114-128.
10. Velasco Ortega E, Medel Soteras R, García Méndez A, Ortiz García I, España López A, Núñez Márquez E. Sobredentaduras con implantes en pacientes geriátricos edéntulos totales. Av Odontoestomatol. 2015; 31 (3): 161-172.
11. Mesalles Subirá AJ, López del Moral J, García Notario A, Khatskelevich A. Cirugía mínimamente invasiva de implantes dentales guiada por ordenador. Medicent Electron. 2018; 23(2): 102-115.
12. Alexandre Oliveira N, Matos Garrido N, España López A, Jiménez Guerra A, Ortiz García I, Velasco Ortega E. Planificación de tratamiento con software para cirugía guiada en implantología oral. Avances en Odontoesmatología. 2019; 35 (2): 59-68.
13. Salgado-Peralvo AO, Wehbe AH, García Sánchez A, Matos Garrido N, Ortiz García I, Velasco Ortega E. Factores de riesgo en implantología oral. Revisión de la literatura. Rev Española Odontoestomatológica de Implantes. 2018; 22 (1): 1-8
14. Regidor E, Albizu N, Zarzuela L, Serrano I, Gross E, Ortiz-Vigón A. Revolución digital en pro de la cirugía implantológica mínimamente invasiva. El dentista moderno. 2020; 1 (1): 18- 25.

15. Pérez Padrón A, Pérez Quiñones JA, Díaz Martell Y, Bello Fuentes R, Castillo Matheu L. Revisión Bibliográfica sobre la implantología: causas y complicaciones. Rev Med Electron. 2020; 42 (1): 1-11.
16. Blanco López P, Monsalve Guil L, Matos Garrido N, Moreno Muñoz J, Nuñez Márquez E, Velasco Ortega E. La oseointegración de implantes de titanio con diferentes superficies rugosas. Av Odontoestomatol. 2018; 34 (3): 141-149.
17. Benet Iranzo F, Farnós Visedo A. Diagnóstico, planificación y tratamiento quirúrgico-protésico CAD/CAM con implantes en la zona estética (Parte I). Gaceta Dental. 2012; (238): 122-149.
18. Alexandre Oliveira N, Matos Garrido N, España López A, Jiménez Guerra A, Ortiz García I, Velasco Ortega E. Planificación de tratamiento con software para cirugía guiada en implantología oral. Av Odontoestomatol: 2020; 35 (2): 59-68.
19. Lorrio Castro JM, Sierra Armas L, García Ávila I, Lorrio Castro C, Gómez Font R. La rehabilitación con implantes en el paciente edéntulo maxilar mediante cirugía guiada y carga inmediata. Avances en Periodoncia. 2015; 27 (3): 117-124.
20. Mosby. Diccionario Mosby de Medicina y Ciencias de la Salud. Séptima Edición. Editorial Mosby. St. Louis, MO: 2005.
21. Diccionario de la Real Academia Española [Internet] 2019 [Consultado en Noviembre de 2022] Disponible en: <https://www.rae.es/>

22. Constitución de la República Bolivariana 1999 de Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 5.423 (Extraordinaria). Caracas, Venezuela.
23. Ley del Ejercicio de la Odontología. Caracas, del 5 de julio de 1974, página 7
24. Código de Deontología Odontológica, del 10 de agosto de 1972, aprobado en la XIX Convención Ordinaria del Colegio de Odontólogos de Venezuela, pág 02.
25. Ley sobre el Derecho de Autor en Venezuela, del 01 de octubre de 1993, publicada en la Gaceta Oficial N° 4.638 Extraordinaria, pág 5.
26. Arias F. El proyecto de investigación. Sexta Edición. Editorial Episteme. Caracas. 2012.
27. Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales. Quinta edición. Editorial FEDUPEL. Caracas. 2011.