



**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE MEDICINA ORAL**

**PLANIFICACIÓN DIGITAL EN IMPLANTES
DENTALES. REVISIÓN DE ALCANCE**
**Trabajo Especial de Grado para optar al título de
Odontólogo**

www.bdigital.ula.ve

**Autores: Br. Contreras María
Br. Zerpa Eduard
Tutor: Od. Gutiérrez Rodolfo**

Mérida – Venezuela, enero del 2022

AGRADECIMIENTOS

Al culminar esta meta, queremos hacer llegar el más profundo agradecimiento a todas aquellas personas que de una u otra forma han participado en nuestra preparación profesional brindándonos conocimientos, consejos, motivación, apoyo y confianza, por ello hoy también han triunfado ustedes.

A Dios todopoderoso y a la santísima Virgen por habernos dado la sabiduría y la fortaleza para que fuera posible alcanzar esta meta.

A nuestros padres extendemos nuestra más profunda gratitud, por su ejemplo de superación inalcanzable, por su comprensión y confianza, por su amor y amistad, este triunfo es de ustedes.

A nuestro tutor, Od. Rodolfo Gutiérrez, por su asesoría, dedicación, colaboración y apoyo durante la elaboración de nuestro Trabajo Especial de Grado.

A la ilustre Universidad de Los Andes por abrirnos las puertas y permitirnos alcanzar esta meta.

A todos ustedes cuyos nombres no aparecen en estas líneas, pero que siempre estuvieron y estarán presentes en nuestra preparación profesional.

A todos Gracias.

María Gabriela y Eduard.

INDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTOS	III
INDICE DE CONTENIDOS	IV
INDICE DE CUADROS.....	VI
RESUMEN	VII
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1 Definición y contextualización del problema	3
1.2 Objetivos de la investigación	6
1.2.1 Objetivo general	6
1.2.2 Objetivos específicos	6
1.3 Justificación	6
CAPITULO II	9
MARCO TEÓRICO.....	9
2.1 Antecedentes	9
2.1.1. Herramientas digitales en la planificación de implantes.....	9
2.1.2 Softwares utilizados en planificación digital de implantes dentales	24
2.2 Bases conceptuales	25
2.2.1 Planificación digital de implantes dentales asistida por softwares	25
2.2.2 Softwares de planificación digital en implantes dentales	31
2.2.3 Cirugía de implantes dentales guiada.....	33

2.2.4 Tomografía computarizada de haz cónico y tomografía computarizada ...	38
2.2.5 Escaneo intraoral.....	38
2.2.6 Guía quirúrgica.....	39
CAPÍTULO III.....	40
MARCO METODOLÓGICO.....	40
3.1 Nivel y diseño de la investigación	40
3.2 Procedimientos para la recolección de datos	40
3.3 Criterios de inclusión	41
3.4 Criterios de exclusión	41
3.5 Plan de análisis	41
CAPITULO IV.....	43
RESULTADOS.....	43
4.1 Presentación de los resultados	43
CAPITULO V.....	54
DISCUSIÓN.....	60
CAPÍTULO VI.....	60
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	68
6.2 Conclusiones	68
6.2 Recomendaciones	71
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72

INDICE DE CUADROS

Tabla 1.....	49
Tabla 2.....	49
Tabla 3.....	50
Tabla 4.....	51
Tabla 5.....	52

www.bdigital.ula.ve



**UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE MEDICINA ORAL**

**PLANIFICACIÓN DIGITAL EN IMPLANTES
DENTALES. REVISIÓN DE ALCANCE**
**Trabajo Especial de Grado para optar al título de
Odontólogo**

**Autores: Br. Contreras María
Br. Zerpa Eduard**

**Tutor: Od. Gutiérrez Rodolfo
Mérida – Venezuela, enero del 2022**

RESUMEN

Los implantes dentales se han convertido en una opción de tratamiento ampliamente utilizada para reemplazar los dientes ausentes. El éxito del tratamiento con implantes dentales está directamente relacionado con la evaluación del paciente y una buena planificación. El objetivo fue analizar las herramientas digitales utilizadas en la planificación en implantes dentales. Se realizó una revisión de alcance a través de una búsqueda electrónica de la información disponible en inglés y español mediante las bases de datos PubMed (MedLine), Science Direct (Elsevier), Registro Cochrane Central de Ensayos Controlados y en el buscador Google Académico. Se seleccionaron 20 artículos con publicación entre 2018 y 2021, tomando en cuenta revisiones sistemáticas de la literatura, estudios descriptivos, comparativos, explicativos y estudios *in vivo* en los que se emplean dentro de su planificación la tomografía computarizada de haz cónico, escáner intraoral, guía quirúrgica y software de planificación de implantes dentales. Los artículos analizados presentaron que la introducción de softwares integra la información de imágenes tridimensionales como la TC, CBCT y escáner intraoral, la cual ha dado lugar a un gran avance en la planificación del tratamiento con implantes virtuales, así como la creación de guías quirúrgicas para transferir la posición del implante dental al sitio quirúrgico. De allí que las numerosas herramientas de software especializadas actualmente disponibles hacen posible el vínculo directo entre la interpretación anatómica, la planificación del tratamiento quirúrgico- protésico y la ejecución quirúrgica precisa.

Palabras Clave: planificación digital; implantes dentales; herramientas; software.

INTRODUCCIÓN

El tratamiento con implantes dentales representa una opción terapéutica muy exitosa en la práctica odontológica desde hace algún tiempo, es por ello que se mantiene cada vez más como un tratamiento rehabilitador, que permite recuperar la integridad de las estructuras bucales, además de recuperar la función del sistema estomatognático, así como la estética y la fonética^{1,2}. En cuanto al diagnóstico y la planificación preoperatoria del tratamiento con implantes dentales, el protocolo consiste en una planificación que debe involucrar evaluación clínica del paciente, recopilación de exámenes complementarios de datos 3D como TC o CBCT donde el archivo resultante será un archivo DICOM (Digital Imaging Communication in Medicine), seguido del escaneado intraoral cuyo archivo resultante es un STL (Standard Tessellation Language); luego se lleva a cabo la superposición o alineación de archivos DICOM y STL a través del software para tal fin y finalmente la confección de guía quirúrgica^{3,4}.

Son diversos los softwares de planificación virtual para cirugía de implantes, entre los más reportados están coDiagnostiX[®] (Canadá), 3Diagnosys[®] (Italia), Siplant[®] (Bélgica), BlueSkyBio[®] (Egipto), Galimplant[®] y Nemoscan[®] (España), Dentslice[®] (Brasil), R2GATE[®] (Corea), Exocad[®] (Alemania), Mguide[®] y BenQ AB Guided Service[®] (Israel), NobelGuide[®] y DTX Studio[®] (Suiza), X-Guide[®] (EE. UU), SMART Guide[®] (Hungría), Implant Studio 3Shape[®] (Dinamarca). Dichos softwares presentan en su menú la opción de analizar y procesar todos los cortes tomográficos encontrados en la carpeta correspondiente a un paciente determinado, de manera que el profesional pueda elaborar de forma interactiva, el plan de tratamiento con la selección del número, tamaño y disposición de los implantes de acuerdo a los cortes tomográficos y la rehabilitación protésica^{2, 5-7}.

En los últimos años, la evolución de la implantología ha estado relacionado con la tecnología digital, cuyo enfoque principal ha sido la investigación de técnicas menos invasivas y más predecibles que resulten en tiempos de tratamientos reducidos⁸. Es por ello, que surge la siguiente investigación cuyo objetivo será

determinar las herramientas digitales utilizadas en la planificación en implantes dentales. La misma se desarrollará a través de un estudio de nivel explicativo con diseño documental, que permitirá aumentar el conocimiento dentro del contexto de la odontología digital⁹.

A continuación, el presente Trabajo Especial de Grado está estructurado en V capítulos conformados de la siguiente manera: capítulo I expresa el planteamiento del problema, con la definición y la contextualización del problema, el objetivo general y objetivos específicos y por último la justificación. El capítulo II, marco teórico, incluye los antecedentes de la investigación y bases conceptuales. En el capítulo III, el marco metodológico que incluye el nivel y diseño de la investigación, procedimientos para la recolección de datos, criterios de inclusión, criterios de exclusión y plan de análisis de resultado. El capítulo IV presentación de los resultados y finalmente el capítulo V que expresa la discusión que se continúa con el capítulo VI que presenta las conclusiones y recomendaciones.

www.bdigital.ula.ve

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Definición y contextualización del problema

Los procedimientos quirúrgicos han evolucionado en la constante necesidad de lograr rehabilitaciones más eficaces y satisfactorias para los pacientes; en este contexto, los implantes dentales son una opción terapéutica con la que se obtiene un anclaje firme de los púnticos o prótesis al hueso y a los tejidos. Se denominan implantes dentales a los elementos aloplásticos que se alojan en tejido óseo o por debajo del periostio, con la finalidad de conservar dientes naturales o de reponer piezas dentarias ausentes. La colocación del implante mejora de forma ostensible el soporte y la fijación de la prótesis completa.^{1,2,9,10}

Durante los últimos años se han producido avances tecnológicos y biológicos importantes en implantología, de allí que en el año 1988 la compañía Columbia Scientific (EE. UU) introdujo el primer software dental, que convirtió cortes axiales de tomografía computarizada en imágenes de cortes transversales de las crestas alveolares para diagnóstico y evaluación. Para el año 1991, se usó el software ImageMaster combinado, el cual proporcionó la característica adicional de colocar imágenes gráficas de implantes dentales en las imágenes transversales; la primera versión de SimPlant (Columbia Scientific 1993) permitió la colocación de implantes virtuales de dimensiones exactas en vistas transversales, axiales y panorámicas de imágenes de tomografía computarizada¹¹⁻¹³.

Aunado a ello, Simplant 6.0 (Columbia Scientific) agregó al software la creación de una representación tridimensional de la superficie de la imagen reformateada; para el año 2000 se introdujo la primera cirugía guiada por navegación dinámica en el

campo de la implantología y en el año 2002 la compañía Materialise (Lovaina, Bélgica) compró Columbia Scientific e implementó la tecnología que permitió realizar osteotomías a una profundidad y dirección exacta a través de una guía quirúrgica; desde entonces, varias empresas han introducido su propio software de planificación previa y modalidades de guía quirúrgica para permitir un abordaje guiado^{3,11}.

En cuanto al diagnóstico y la planificación preoperatoria del tratamiento con implantes dentales, el protocolo consiste en un examen clínico, modelos de estudio, radiografías periapicales y panorámicas, cuyas limitaciones inherentes de estas técnicas radiográficas bidimensionales se superaron con la adopción de la tomografía computarizada digital (TC), y posteriormente, el uso más generalizado de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT)¹⁴; por lo tanto, contribuye a la predeterminación exacta del tratamiento a seguir, e integra en el diagnóstico de manera interactiva anatomía, biomecánica funcional y estética^{15,16}.

Por otra parte, la cirugía de planificación digital en implantes dentales puede ser estática o dinámica cuyo abordaje puede ser con o sin colgajo mucoperióstico; el primer enfoque utiliza una guía quirúrgica, obtenida a partir de imágenes 3D, aunque la posición del implante no se puede alterar intraoperatoriamente, utiliza máquinas de perforación especialmente diseñadas y la ubicación del implante generalmente se transfiere a la guía; en contraste, el segundo enfoque utiliza el posicionamiento virtual del implante a partir de las imágenes 3D y proporciona un efecto real para el posicionamiento del implante intraoperatoriamente^{15,17,18}.

Asimismo, dichas cirugías requieren de una planificación que debe involucrar aspectos como, evaluación clínica del paciente intra y extraoral mediante fotos, videos e imagenología diagnóstica (panorámica); recopilación de datos 3D como TC o CBCT para el análisis tridimensional de la disponibilidad ósea, el archivo resultante será un archivo DICOM (Digital Imaging Communication in Medicine), seguido del escaneado intraoral cuyo archivo resultante es un STL (Standard Tessellation Language); luego se lleva a cabo la superposición o alineación de archivos DICOM y STL a través del software y finalmente la confección de guía quirúrgica^{3,19-22}.

La incorporación de la imagenología diagnóstica, a través de TC y CBCT, es uno de los primeros aspectos a considerar de la planificación; la cual permite al clínico generar múltiples cortes tomográficos en diversos planos de una región anatómica que se pretenda estudiar, haciendo de esta forma la reconstrucción de las estructuras anatómicas en una imagen 3D⁵⁻⁷, de ello Kim et al.²³ plantean que la TC ha sido considerada como el gold estándar de la precisión diagnóstica, pero la CBCT presenta un mayor grado de precisión, imágenes de alta calidad, costos razonables y con baja dosis de radiación.

A su vez, como método alternativo se realiza el escaneo intraoral (EI) o doble escaneo; el primero incluye prótesis en boca del paciente utilizando resina radiopaca y el segundo es un escaneo de dos pasos, la exploración primaria consiste en que el paciente lleva la prótesis y la exploración secundaria solo permite la obtención de imágenes de la prótesis; por lo tanto, capturará las características intraorales para crear una impresión digital tanto del modelo óseo como protésico del caso clínico a rehabilitar²⁴⁻²⁶.

Por su parte, la guía quirúrgica permite la transferencia de la idea mapeada previamente al sitio de colocación del implante, reduciendo la incertidumbre en sus posiciones designadas (angulación y profundidad); la misma se prepara en manualmente o mediante métodos asistidos por computadora después de la planificación preoperatoria; cuyo diseño debe estar preparado para el tipo de superficies de soporte, ya sea dentario, mucoso, óseo o especial^{3,4}; de las cuatro Tatakis et al.² expresan que las guías con soporte óseo tienen una desviación significativamente mayor en el ángulo, el punto de entrada y el vértice del implante en comparación con cualquiera de las dos guías apoyadas en dientes o mucosas.

Son diversos los softwares de planificación virtual para cirugía guiada; dichos softwares presentan en su menú la opción de analizar y procesar todos los cortes tomográficos encontrados en la carpeta correspondiente a un paciente determinado, de manera que el profesional pueda elaborar de forma interactiva, el plan de tratamiento con la selección del número, tamaño y disposición de los implantes de acuerdo a los cortes tomográficos y la rehabilitación protésica^{2,5-7}.

Finalmente, durante las últimas décadas los especialistas en implantología, periodoncia, prostodoncia, cirugía bucal y cirugía maxilofacial consideran que el abordaje mediante planificación digital ofrece una colocación del implante más predecible, preciso, menos invasivo; más aún cuando el procedimiento es realizado sin colgajo en el cual el tiempo intraoperatorio, el dolor postoperatorio, cicatrización postquirúrgica y las complicaciones se ven minimizadas, por lo tanto surge la necesidad de saber ¿Cuáles son las principales herramientas digitales utilizadas en la planificación preoperatoria en implantes dentales?

1.2 Objetivos de la investigación

1.2.1 Objetivo general

Analizar las herramientas digitales utilizadas en la planificación en implantes dentales.

1.2.2 Objetivos específicos

1. Describir las herramientas utilizadas en planificación digital en implantes dentales en las diferentes especialidades de la Odontología.
2. Determinar las ventajas y desventajas de las herramientas utilizadas en planificación digital para implantes dentales.
3. Identificar los casos en los que se usan las herramientas de planificación digital en implantes dentales.

1.3 Justificación

La cirugía planificada mediante software digital ha simplificado la planificación preoperatoria para la rehabilitación que involucra cirugía de implantes dentales; cada día es más utilizada en diferentes especialidades de la Odontología a nivel mundial,

capaz de guiar la cirugía y formar parte de la rutina de tratamiento, debido a que esta técnica presenta una gran ventaja relacionada con la precisión en la posición de colocación del implante en comparación con la cirugía a mano alzada o semi-guiada¹; además, de simplificar todos los procedimientos desde la fase de diagnóstico hasta la realización de la rehabilitación protésica final^{18,25-27}.

En esta técnica una de las herramientas utilizadas, es la férula o guía quirúrgica ya sea con soporte dentario o mucoso; permite que no se ejecute elevación de colgajo siendo el trauma quirúrgico mínimo, ya que la incisión circular se circunscribe al área de acceso del implante y los orificios están situados en la posición precisa permitiendo sólo perforar hasta la profundidad preestablecida; por todo ello, los efectos secundarios suelen minimizarse en gran medida, pues existe mayor posibilidad de mantener el periostio intacto, en las vertientes vestibulares y lingual o palatina de la cresta, mejora la respuesta biológica y clínica^{22,28}.

Con la tomografía computarizada y el escáner intraoral, el especialista obtiene una descripción completa y objetiva en 3D de las estructuras óseas del paciente antes de la intervención quirúrgica con una exposición baja a la radiación, evitando así las complicaciones quirúrgicas potencialmente graves, como lesiones en las estructuras anatómicas (nervios, vasos o el seno maxilar); pues durante la preparación del lecho del implante y la inserción del implante, se puede navegar por la posición 3D de los instrumentos en tiempo real en una pantalla de acuerdo con la planificación^{1,2}.

Por consiguiente, las imágenes en 3D se transforman en formato DICOM y STL, lo que permite elegir el tamaño adecuado de los implantes, proporciona un entorno virtual que imita el procedimiento quirúrgico, que muestra la ubicación coronal y apical del implante en un modelo de imagen 3D, todo ello es realizado en secciones transversales para visualizar el hueso cortical y trabecular; y se comprueban otros planos para implantes de colocación ideal^{3,16,19}.

Todo esto confirma que, los softwares pueden integrar la información de varias herramientas de imágenes tridimensionales dando lugar a un gran avance en la planificación del tratamiento con implantes dentales, puesto que tienen en cuenta tanto las estructuras anatómicas vitales circundantes como los requisitos protésicos.

Igualmente, las numerosas herramientas de software especializadas actualmente disponibles hacen posible el vínculo directo entre la interpretación anatómica, la planificación del tratamiento quirúrgico y protésico y la ejecución quirúrgica precisa^{2,9,10}.

Al plantear lo relevante que resulta conocer las herramientas digitales utilizadas en la planificación en implantes dentales, se consideró realizar una *revisión de alcance* de la literatura, conocido en inglés como *scoping review*²⁹. Manchado et al.³⁰ se refieren a estas como revisiones exploratorias que describen el conocimiento actual sobre un tema de salud en una síntesis de la evidencia existente que reúne diferentes diseños de estudio, intervenciones y medidas de impacto con el propósito de crear nuevas hipótesis, líneas de investigación o formular métodos de trabajo más convenientes para investigaciones futuras. Las revisiones de alcance comparten con las revisiones sistemáticas un número importante de procesos, ambas utilizan métodos rigurosos y transparentes para identificar y analizar exhaustivamente toda la bibliografía pertinente relacionada con una pregunta de investigación. *Las revisiones de alcance* de la literatura se caracterizan por una serie de particulares que permiten explorar lo que se ha hecho sobre un tema, quién, donde y de qué manera se ha realizado; a partir de los resultados obtenidos en este tipo de revisiones, se pueden generar hipótesis sobre futuras preguntas de investigación y proponerse ámbitos de estudio que no están suficientemente desarrollados³⁰.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

A continuación, se citan artículos científicos previos organizados en subtítulos con un orden temático, iniciando con las herramientas digitales, seguido los softwares utilizados en la planificación de implantes dentales; estos a su vez de acuerdo al tipo de artículo como revisión sistemática y estudios in vivo; y en orden cronológico del más reciente al más antiguo.

2.1.1. Herramientas digitales en la planificación de implantes

2.1.1.1 Revisiones sistemáticas

En el año 2020, Yogui et al.¹ realizaron una revisión sistemática con el propósito de comparar la colocación de implantes dentales guiada por computadora y a mano alzada, cuya búsqueda fue realizada en bases de datos como PubMed/MEDLINE, Scopus y Cochrane Library 2006 hasta abril de 2020 e identificaron 1508 referencias, cuyo criterio de elección era que el estudio evaluara la pérdida de hueso marginal (MBL) alrededor de los implantes dentales y las complicaciones (mecánicas y biológicas); solo 4 estudios se consideraron elegibles, en los cuales participaron un total de 154 pacientes, los cuales recibieron 597 implantes (383 mediante cirugía guiada por ordenador y 214 mediante cirugía a mano alzada). Los estudios presentaron las siguientes características: dos estudios utilizaron implantes de conexión interna (333 implantes) y dos estudios utilizaron implantes de conexión

externa (264 implantes), con implantes dentales de diferentes diámetros (rango de 3,3 a 5 mm) y longitudes (rango de 7 a 15 mm), todos los estudios utilizaron guías quirúrgicas, tres estudios evaluaron implantes en el maxilar y la mandíbula y un estudio evaluó implantes solo en el maxilar; en cuanto al colgajo de acceso, dos estudios utilizaron la técnica sin colgajo o mini colgajo, un estudio utilizó colgajo mínimamente invasivo para cirugía guiada por computadora y cirugía de colgajo abierto para cirugía a mano alzada, y un estudio utilizó colgajo abierto y sin colgajo para cirugía guiada por computadora y colgajo abierto para cirugía a mano alzada. Concluyen que, tanto las cirugías guiadas como las a mano alzada producen resultados similares en términos de MBL, complicaciones y tasas de supervivencia del implante.

En el año 2018, Seo y Juodzbaly¹⁰ en su revisión sistemática describieron la precisión de la colocación de implantes con una guía quirúrgica estereolitográfica con soporte mucoso y qué factores pueden influir en la precisión; para ello realizó una búsqueda a través de las bases de datos MEDLINE (PubMed) y EMBASE, los artículos incluyen estudios en humanos publicados en inglés desde octubre de 2008 a octubre de 2017, revisaron un total de 119 artículos y seleccionaron 6 de los artículos más relevantes. Los resultados muestran que, la precisión de la inserción del implante utilizando una guía quirúrgica estereolitográfica sobre mucosa en pacientes completamente edéntulos se vio afectada principalmente por factores variables como la técnica quirúrgica, el maxilar y el grosor de la mucosa; también, existe un alto nivel de precisión cuando se utilizaron guías quirúrgicas fijadas sobre mucosas en el maxilar, lo más probable es que esto se deba al hecho de que los tornillos de fijación y el mayor soporte de la superficie redujeron cualquier posible desplazamiento de la guía durante la cirugía. Concluyen que, la mayoría de los estudios examinados la guía quirúrgica estereolitográfica con soporte de mucosa, no mostró exceder desviaciones en apicalmente 2,19mm, en coronales 1,68 mm y en desviación angular 4,67 °; los cirujanos deben conocer las posibles desviaciones lineales y angulares del sistema. La precisión puede verse influenciada por la densidad ósea, el grosor de la

mucosa, las técnicas quirúrgicas, el tipo de maxilar y la longitud del implante, recomendando que deben realizar más estudios para descubrir qué maxilar puede tener una mejor precisión y cómo la experiencia puede influir en la precisión.

2.1.1.2 Artículos de investigación *in vivo*

En el año 2021, Raae et al.³ presentan un caso clínico con el objetivo de mostrar el posible curso de un tratamiento con implantes totalmente digital; paciente de 37 años de edad, quien al examen clínico presentaba ausencia de UD 35 y 45; en la TC presentó un déficit óseo horizontal moderado (UD 35) y pronunciado (UD 45); realizaron un escaneo de superficie (tríos® 3, 3Shape, Copenhague, Dinamarca). En el software de planificación (CoDiagnostiX®, Montreal, Canadá), crearon las configuraciones de diagnóstico y se seleccionaron los implantes. Los resultados muestran que, los espacios extensos requirieron un diámetro de implante no reducido y en el espacio interoclusal limitado requirió el uso de implantes con una altura reducida del cuello del implante mecanizados, las posiciones de los implantes orientadas protésicamente y quirúrgicamente lograron una pared ósea vestibular suficientemente dimensionada en la UD35(1,2 mm), mientras que en la UD45 solo quedaron 0,7mm; fabricaron una guía quirúrgica de perforación apoyada sobre el diente utilizando procesos estereolitográficos aditivos (Straumann P-Series de Rapidshape; Straumann, Basilea, Suiza). La curación postoperatoria resultó ser sencilla, en el chequeo anual se presentaron tejidos blandos periimplantarios clínicamente libres de irritación con valores de sondaje ≤ 3 mm y condiciones óseas radiológicamente estables en ambos lados. Concluyen que, los protocolos de tratamiento modernos en implantología se centran en una menor morbilidad y resultados centrados en el paciente, la planificación digital de una cirugía de implante estática puede minimizar la necesidad de aumento óseo mediante la utilización ideal de la cresta residual y, por lo tanto, mejor satisfacción del paciente.

En el año 2021, Regidor et al.⁹ en sus casos clínicos de restauración inmediata sobre implante unitario y restauración inmediata de arcada completa implanto-

soportada describieron un protocolo de trabajo completamente guiado por ordenador, desarrollado por un grupo de restauradores, periodoncistas e implantólogos, en dos pacientes aplicando los mismos estudios previos: CBCT, escaneado intraoral y fotografías faciales, dentro de un software de diseño (3Shape Dental System ®) y planificación (CoDiagnostix®, Straumann, Implant Studio® 3Shape) que representó la anatomía facial e intraoral del paciente, con la combinación de archivos 2D (.jpg) y archivos 3D (.stl) (RealView™ Engine 3Shape), determinando los parámetros estéticos de la prótesis definitiva que fue el punto de partida para la ejecución del procedimiento. Realizaron un encerado digital para confirmar que los parámetros estéticos elegidos son los correctos para posteriormente exportar a dichos softwares de planificación de implantes. Determinaron la posición y distribución de los implantes y diseño de guía quirúrgica diferenciando si se trata de un implante unitario o de una arcada completa y emergencia protésica de los mismos. Confección de guía quirúrgica y prótesis provisional a partir de las planificaciones previas. Obteniendo como resultados que debido a que se realizó flapless o sin colgajo, el protocolo de captación se desarrolló de forma rápida y precisa debido a la ausencia de sangrado y a la presencia de archivos previos a la cirugía que contenían información del paciente. Finalmente, los autores concluyen que dicho protocolo de trabajo digital, es seguro y predecible a la hora de reponer de forma inmediata dientes ausentes ya sean unitarios o una arcada completa y a su vez reduce el número de visitas a la clínica, tiempo de ejecución tanto quirúrgico como restaurador, y el riesgo de complicaciones y por tanto mejorar la satisfacción de los mismos.

En el año 2021, Cristache et al.¹² en su ensayo clínico aleatorizado compararon la precisión de la inserción de implantes dentales sin colgajo con una guía quirúrgica estática; la población objeto de estudio estuvo conformada por 49 pacientes parcialmente edéntulos asignados aleatoriamente a un flujo de trabajo parcialmente digital (PDW) o a un flujo de trabajo totalmente digital (FDW) para la inserción guiada del implante, cada sitio podría implicar la inserción de 1 a 3 implantes dentales. Registraron la impresión de la arcada dentaria a restaurar, utilizando el

escáner de superficie intraoral Carestream 3600 (Carestream Dental LLC, Atlanta, GA, EE. UU.) para el grupo FDW y con material de impresión polimetilsiloxano por condensación (Speedex, Coltene, Suiza), en dos consistencias (masilla y cuerpo liviano) para el grupo PDW. Se realizó CBCT en todos los pacientes; todos los archivos en formato STL y DICOM, se importaron en R2GATE versión 2.0.0 (MegaGen, Daegu, Corea). Planificaron las posiciones de los implantes y diseño de la guía quirúrgica con manguito incorporado, la realizaron en R2Ware versión 1.10820 (MegaGen, Daegu, Corea), fabricadas a partir de e-shell® 600 (Delta-Med GmbH, Freiburg, Alemania), un material fotopolimerizable de procesamiento de luz digital con la impresora 3D EnvisonTEC Perfactory (Gladbeck, Alemania). En cuanto a los resultados, no registraron pérdida de implantes durante la osteointegración o el primer año de funcionamiento, valores de ISQ (cociente de estabilidad del implante) medidos con Osstell Mentor® al inicio de los procedimientos protésicos no disminuyó en comparación con la inserción del implante, no se produjeron complicaciones mecánicas ni técnicas. Concluyendo que los pacientes puntuaron mejor estadísticamente con el método de impresión para FDW.

En el año 2021, Vargas et al.¹³ presentan un caso clínico con el propósito de demostrar todas las etapas clínicas del trabajo digital; paciente de 29 años, no fumadora ni alcohólica, al examen clínico dental la UD11 presentaba movilidad grado II y examen radiográfico reveló la presencia de reabsorción radicular externa. Tras evaluar el caso, plantearon a la paciente la extracción de la UD 11, seguida de la colocación inmediata de un implante dental, debido a que su fenotipo gingival era tan grueso, y el tejido óseo restante permitió la colocación inmediata del implante. Obtuvieron una tomografía computarizada (TC) del maxilar completo en formato DICOM, y una exploración intraoral utilizando el escáner de cápsulas Trios 3® (3shape) para obtener estereolitografía (STL). Una vez obtenidos los dos archivos, usaron el software coDiagnostiX® (Dental Wings) para la planificación virtual y un software de manipulación de objetos 3D (Meshmixer®) para fabricar la guía quirúrgica con soporte dentario. Exodoncia de UD11, preparación del lecho

implantario y posteriormente colocaron el implante. La paciente refirió satisfacción con los resultados estéticos y funcionales sin complicaciones. Concluyen que, la planificación totalmente digital puede integrarse en la práctica odontológica diaria, dando como resultado una mayor seguridad, previsibilidad de resultados y facilidad de uso en todas las etapas clínicas. Sin embargo, cabe señalar que aún existen imprecisiones en las herramientas digitales y que se necesita una curva de aprendizaje pronunciada en esta área, que, si se descuida, puede conducir a resultados insatisfactorios.

En el año 2020, Yimarj et al.⁵ en su ensayo clínico aleatorizado tienen como objetivo comparar la precisión de la posición del implante, así como, el paralelismo entre dos implantes colocados con cirugía asistida por computadora estático o dinámico; la población de estudio estuvo conformada por 30 pacientes, recibieron 60 implantes con un espacio edéntulo que requiere una prótesis dental fija sostenida por dos implantes y quienes le han extraído los dientes desde al menos 3 meses, con un volumen óseo adecuado para la estabilidad primaria; todos los pacientes recibieron un examen radiográfico de CBCT. Los archivos DICOM se importaron al software coDiagnostiX, versión 9.7 (Dental Wings Inc, GmbH, Alemania) para el grupo CGE y en el software Iris-100 (EPED Inc) para el grupo CGD; ambos softwares permiten la colocación virtual del implante en la posición óptima impulsada por la restauración 3D, para el grupo CGE en particular, el archivo STL del escaneo del modelo (escáner D900L, 3Shape, Copenhague, Dinamarca) se importó y se fusionó con el archivo DICOM para crear la posición adecuada. Una vez completada la planificación del grupo CAIS estático se diseñó de la guía quirúrgica digital. Los resultados muestran que, al comparar las desviaciones entre ambos tipos de cirugías, las desviaciones medias entre el eje de dos implantes dentales colocados (paralelismo) en el grupo CGE fueron $4,32^{\circ} \pm 2,44^{\circ}$ y en el grupo CHD $3,55^{\circ} \pm 2,29^{\circ}$, esto indica que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre los grupos. Concluyen que, los sistemas estáticos y dinámicos parecen lograr resultados clínicos similares cuando se

colocan dos implantes in vivo, no solo con respecto a la desviación de la posición óptima del implante, sino también con respecto al paralelismo del implante.

En el año 2020 Moreno et al.¹⁴ describieron la rehabilitación unitaria sobre implantes en el sector anterior mediante planificación digital. Un grupo de cirujanos bucales e implantólogos llevaron a cabo una exploración radiológica en un paciente, que incluyó una tomografía computarizada de haz cónico (CBCT). Obtuvieron el archivo STL, el cual fue enviado al laboratorio protésico para elaborar la prótesis provisional tipo Maryland, en polimetil-metacrilato (PMMA), con dos apoyos en los bordes incisales de los dientes adyacentes para asegurar su correcto posicionamiento que, según la planificación previa, serviría como diente provisional, así como de guía quirúrgica para la inserción del Implante dental osteointegrado (IOI) en la posición protésica idónea. Realizaron un escaneado intraoral (3Shape®) de la zona a tratar para llevar a cabo un estudio detallado del caso y la confección de una corona provisional, la cual se atornilló en el mismo momento de la cirugía a un implante colocado de forma inmediata postextracción. Tras el periodo de integración del implante, trabajaron el contorno de la corona provisional hasta conseguir un perfil de emergencia y un volumen de tejido gingival idóneos. Tras la revisión a los 6 meses comprobaron que existe una correcta estabilidad de todos los tejidos periimplantarios, con un correcto volumen a nivel vestibular, así como el mantenimiento de una estética y funcionalidad óptimas. Por lo tanto, los autores concluyeron que la planificación mediante medios digitales supone un salto de calidad en el enfoque terapéutico de estos casos, permitiendo un tratamiento más exacto, individualizado y predecible y siendo más sencilla y eficiente la información que se traslada al laboratorio protésico.

En el año 2020, Lin et al.¹⁶ en su estudio prospectivo evaluaron la precisión clínica de la cirugía de implantes dentales guiada estática (SGIS) mediante una planificación completamente digital; la población en estudio estuvo conformado por un total de 21 pacientes, todos tuvieron una exploración CBCT, el registro interoclusal lo adquirieron mediante un escáner intraoral (TRIOS3, 3Shape,

Copenhague, Dinamarca). Los archivos STL del escaneo intraoral se importaron al software de planificación de implantes (BenQ AB Guided Service, Ashdod, Israel). Diseñaron y fabricaron una guía estereolitográfica (SLA). Los archivos CAD completos de la guía quirúrgica se cargaron luego en el software de fabricación asistida por computadora (CAM) (GrabCAD Print, Stratasys Ltd., Eden Prairie, MN, EE. EE. UU.) De una impresora 3D (Objet260 Connex, Stratasys Ltd.) y una guía quirúrgica SLA (BenQ AB Guide, BenQ AB DentCare Corp., Taipei, Taiwán). En cuanto los resultados, de 15 pacientes se basaron en el protocolo de registro de superficie, 6 pacientes se basaron en el protocolo de marcadores fiduciales y 5 pacientes se sometieron a dos cirugías de implantes en diferentes regiones, por lo que se realizaron un total de 26 SGIS según lo previsto. Instalaron un total de 50 implantes; 7 implantes en 5 cirugías se insertaron de manera convencional en los sitios de los molares debido a la apertura limitada de la boca del paciente; por lo tanto, solo se insertaron 43 implantes completamente guiados por la guía quirúrgica. Durante la cirugía no se observaron complicaciones de la guía quirúrgica. Concluyen que, en comparación con los resultados de los estudios in vivo en la literatura, las desviaciones de la sGIS planificadas por un flujo de trabajo totalmente digital fueron menores que las del flujo de trabajo convencional, observaron un valor medio mayor de la desviación angular al comparar el CBCT con exploración intraoral por el registro directo de las imágenes de la superficie dentaria.

En el año 2020, Varga et al.¹⁷ realizaron un ensayo clínico aleatorizado para comparar los tres protocolos de cirugía guiada estática conocidos (piloto, parcial y completo) entre sí con cirugía a mano alzada en términos de precisión; para ello, colocaron un total de 207 implantes de la misma marca y tipo (137 en mandíbula y 70 en maxilar) en 101 voluntarios parcialmente desdentados que necesitaban implantes dentales en la mandíbula, el maxilar o ambos. En cuanto a la planificación virtual del implante, adquirieron CBCT, utilizaron un bloque de mordida para asegurar la no oclusión y una posición correcta de la cabeza, tomaron una impresión de silicona (Zetaplus®, Zhermack) en una cubeta de plástico, y se escanearon por separado. Los

dos escaneos se enviaron en línea al proveedor de servicios, donde fueron registrados. Luego, los cirujanos planearon las cirugías con sus propias copias del software de planificación (SMART Guide, dicomLAB) y enviaron el plan de regreso para la producción. Los resultados demuestran que, en la primera prueba la desviación angular(DA) mostró una mejora gradual significativa a medida que aumentaba la cantidad de orientación, la DA media más alta ($7,03^{\circ} \pm 3,44$) se obtuvo mediante cirugía a mano alzada y la más baja mediante cirugía totalmente guiada ($3,04^{\circ} \pm 1,51$); en cuanto a la prueba secundaria, todos los protocolos guiados resultaron ser significativamente superiores a la cirugía a mano alzada, pero no siempre fueron significativamente diferentes entre sí. Concluyen que, el abordaje guiado estático mejora significativamente la precisión de la cirugía de implante dental en comparación con la cirugía a mano alzada; además, los resultados sugieren que cualquier grado de orientación produce mejores resultados que la cirugía a mano alzada y que aumentar el nivel de orientación aumenta la precisión.

En el año 2020, Monaco et al.¹⁸ realizaron un ensayo clínico retrospectivo, en el cual compararon la precisión posicional 3D de cuatro protocolos quirúrgicos guiados utilizando un análisis de desviaciones lineales y angulares. 56 pacientes que tenían arcos desdentados parcial (n = 51) y completamente (n = 5). En total, se insertaron 120 implantes. Para cada paciente, se realizó una CBCT (NewTom VGi, Radiología Cuantitativa, Verona, Italia) con arcos sin contacto utilizando un índice de silicio para obtener archivos; el espesor de cada sección axial fue 0,150 mm. Se tomó una impresión digital utilizando uno de dos escáneres intraorales diferentes (True Definition, versión de software 5.1.1, 3M Espe, St. Paul, MN, EE. UU., y escáner intraoral DWIOS, versión de software 1.7 (DentalWings, Montreal, Canadá) obteniendo un archivo STL de las arcadas dentales para realizar un encerado digital de los dientes extraídos y superponer los archivos DICOM con los archivos STL de la impresión y el encerado digital. La planificación quirúrgica tridimensional se realizó utilizando coDiagnostiX 9.7 (Dental Wings Inc, Montreal, Canadá). Las guías quirúrgicas se diseñaron utilizando coDiagnostiX 9.7. La desviación angular de las

posiciones de los implantes en el grupo de guías de soporte mucoso difirió significativamente de las de los grupos soporte dental totalmente guiado y parcial guiado. Finalmente, estos resultados demuestran que el uso de plantillas quirúrgicas con soporte dental puede ser más preciso que el uso de guías con soporte de mucoso, mientras que las plantillas tanto parcial como totalmente guiadas pueden simplificar la cirugía y ayudar en la colocación óptima del implante y el uso de una impresión digital para evaluar la posición final del implante puede evitar un segundo CBCT.

En el año 2020 Li et al.¹⁹ Describieron una técnica para crear un paciente virtual para cirugía de implantes asistida por ordenador en el arco desdentado. Realizado por un grupo de rehabilitadores y periodoncistas. Incluyó la fabricación de una dentadura provisional, la misma se convirtió en una guía radiográfica que normalmente se utiliza para una técnica de escaneo dual que comprende exploraciones de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT): una exploración con la guía radiográfica en la boca y una exploración de la plantilla. Un paciente virtual se crea fusionando los datos de estos 2 escaneos. Las prótesis existentes del paciente estaban revestidas con un material de silicona dental radiopaco, permitiendo el registro de las imágenes CBCT y las exploraciones ópticas de las mismas. Realizaron escaneos de las prótesis rebasadas con un escáner intraoral (TRIOS Color Pod; 3Shape). Escaneos ópticos en un programa de software de planificación de 7 implantes (Blue Sky Plan; Blue Sky Bio). A través, de este protocolo obtuvieron marcadores para el registro de imágenes, pero también mejoras en el ajuste entre la dentadura / guía quirúrgica, eliminando así la necesidad de fabricar una nueva dentadura. Finalmente, los autores concluyen que este flujo de trabajo ofrece las ventajas de reducir el tiempo en el consultorio, aumento de la estabilidad de la guía quirúrgica y el potencial para la integración con un articulador virtual para el diseño digital de la prótesis.

En el año 2020 Papaspyridakos et al.²⁰ ilustraron un flujo de trabajo digital completo en la rehabilitación de implantes de doble arco completo, la población de estudio estuvo conformada por dos pacientes (4 arcos restaurados, 18 implantes

dentales) de la clínica de prostodoncia, presentaron denticiones deterioradas. Se sometieron a una tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) usando las dentaduras provisionales como guías radiográficas. Tomaron una segunda exploración CBCT de solo las guías radiográficas. Los archivos DICOM generados a partir del escaneo CBCT dual se importó a un software de planificación digital (Nobel Clinician, Nobel Biocare USA, LLC, Yorba Linda, CA). Tomaron impresiones digitales intraorales con un sistema IOS (TRIOS R, 3Shape A / S, Copenhagen, Dinamarca) y la técnica DDS. Obtuvieron archivos STL generados a partir de los 2 escaneos intraorales (archivos STL 1 y 2) de los implantes y las prótesis provisionales fueron importadas en software CAD (Exocad DentalCAD, exocad GmbH, Darm stadt, Alemania) y superpuesto en un archivo STL maestro para diseño del prototipo de prótesis. Después de un tiempo de observación a corto plazo de 2 años, las tasas de supervivencia fueron 100% tanto para implantes como para prótesis. Observaron complicaciones biológicas como la recesión del tejido blando periimplantario en ambos pacientes, mientras que no se encontraron complicaciones protésicas. Por lo tanto, los autores concluyeron que la técnica DDS puede simplificar la rehabilitación del implante de boca completa y reducir previsiblemente el tiempo en el consultorio y las citas clínicas., a su vez, puede ser una alternativa válida al flujo de trabajo convencional.

En el año 2020, Cunha et al.²¹ en su estudio clínico tienen como propósito evaluar la precisión de la cirugía de implantes guiada por computadora asociada con guías quirúrgicas prototipadas en 8 pacientes; las cirugías se realizaron sin colgajo 5 en un solo maxilar y 3 en ambos maxilares; totalizando 61 implantes. Realizaron un registro oclusal utilizando silicona de condensación (Zetalabor; Zhermack) para la estabilización eficaz de la prótesis dental durante la exploración CBCT, realizaron dos exploraciones en el período preoperatorio: con la prótesis en boca, asentada sobre la mucosa y registro oclusal y otra solo con la prótesis; los datos de cada exploración se adquirieron en formato de imagen digital y comunicaciones en medicina (DICOM) y se guardaron en un disco compacto (CD). Ambas adquisiciones se superpusieron y

fusionaron mediante un programa de software (P3Dental; Protótipos). El posicionamiento de los implantes se planificó según las imágenes del arco dental de la nueva dentadura y teniendo en cuenta la disponibilidad de hueso, teniendo especial cuidado para que la emergencia de los implantes fuera en la región palatina de los dientes anteriores y en la región oclusal de los dientes posteriores, evitando la necesidad de pilares angulados. Por lo tanto, los resultados muestran que se encontraron desviaciones entre la posición de los implantes planeados y colocados usando el sistema P3Dental, debido a la elasticidad de la mucosa y distorsión después de la infiltración del anestésico, el error de angulación cobra relevancia para la predicción de planos protésicos, ya que puede comprometer la prótesis definitiva. Concluyen que, esta técnica tiene una precisión excelente y pueden predecir la posición del implante de manera más confiable que las técnicas convencionales de colocación de implantes.

En el año 2020, Gjelvold et al.²² en su estudio prospectivo no aleatorizado tienen como objetivo comparar los resultados clínicos y estéticos entre los implantes individuales cargados inmediatamente colocados con y sin un procedimiento de cirugía totalmente guiada durante un período de seguimiento de 1 año; el grupo control (IL) estuvo conformado por 25 pacientes cuyo tratamiento incluyó cirugía convencional e implantes dentales (Tapered Internal, BioHorizons) de carga inmediata con restauraciones temporales que se fabricaron manualmente inmediatamente después de la cirugía y las restauraciones finales proporcionadas in situ 2 meses después de la cirugía; mientras que el grupo experimental (DIL) estuvo conformado por 21 pacientes, realizaron una exploración intraoral del maxilar y del arco antagonista con un TRIOS 3, 3Shape después del examen clínico, adquirieron el CBCT (ProMax 3D, Planmeca) del sitio del implante. Los archivos DICOM obtenidos del examen CBCT y el escaneo intraoral se importaron a un software de cirugía guiada (Implant Studio, 3Shape). En relación a las guías quirúrgicas (E-Shell 600 Clear, DeltaMed), la diseñaron y fabricaron con tecnología aditiva utilizando una impresora 3D de procesamiento de luz digital (Vida HD, EnvisonTEC). Las tasas de

éxito del implante después de 1 año para los grupos DIL e IL fueron 85,7% y 96,0%, respectivamente ($P = .318$, prueba exacta de Fisher). En el grupo DIL, otro implante mostró una pérdida de hueso marginal de más de 1 mm después del primer año. Concluyen que, la carga inmediata en combinación con la cirugía totalmente guiada podría afectar negativamente la supervivencia del implante y dicho trabajo digital parecen tener un efecto positivo en la adaptación temprana de los tejidos blandos.

En el año 2019, Skjerven et al.⁶ en su estudio clínico prospectivo evalúan el procedimiento de cirugía de implantes guiada, mediante la evaluación de los resultados in vivo tras una planificación y colocación digital de implantes dentales mediante guías quirúrgicas; la población de estudio estuvo conformada por 20 pacientes, se les realizó una CBCT, luego las imágenes se exportaron a archivos DICOM. Realizaron impresiones digitales de arco completo en un escáner TRIOS 2 IO (3Shape). Las exploraciones intraorales resultantes se transfirieron a través de 3Shape Communicate, y se importaron a un software dedicado a la planificación digital (3Shape Implant Studio, 3Shape). Todas las guías quirúrgicas de este estudio se apoyaron en los dientes, los cortes en los dientes fueron visibles en el software. En cuanto a los resultados, plantean que se colocaron 21 implantes en el maxilar superior y 6 en el maxilar inferior, los sitios de implantación fueron 5 molares, 18 premolares, 3 incisivos y 1 canino; de tal manera que insertaron un total de 24 implantes con el uso de guías con soporte dental en ambos lados del sitio quirúrgico, mientras que 3 se colocaron con guías de “extremo libre”, es decir, guías con soporte dental en un solo lado del sitio del implante. Todas las plantillas tuvieron un ajuste estable clínicamente satisfactorio sin necesidad de ajustes. Concluyen que, un procedimiento simplificado en el que una modalidad de planificación digital completa genera una guía estereolitográfica estática produce resultados comparables a los de la cirugía de implante guiada convencional.

En el año 2019, Puchades et al.⁷ realizaron un ensayo clínico controlado aleatorizado cuyo objetivo fue comparar la colocación de implantes por guía quirúrgica (CAIPP) y los protocolos de planificación y colocación convencionales de

acuerdo a la percepción del paciente; estuvo conformado por 73 pacientes parcialmente edéntulos. La planificación fue desarrollada con el software Simplant (Bélgica) y todas las cirugías se realizaron como procedimientos de colgajo abierto y las medidas de resultado relacionadas con el paciente se evaluaron mediante un cuestionario que comprendió en 19 respuestas preoperatorias y 24 posoperatorias. En relación a los resultados muestran que, antes del tratamiento, en el grupo de control, el 37% de los pacientes favoreció la tecnología CAIPP, mientras que sólo el 11% en los grupos de prueba (todos T2) habría preferido un procedimiento convencional. Después del tratamiento, el 21% de los pacientes del grupo de control favoreció el tratamiento CAIPP, mientras que el 6% de los pacientes del grupo de prueba (todos T1) habría preferido un tratamiento convencional; la duración total media (DE) de la cirugía fue de 93 minutos en el grupo de control, 110 minutos en T1 y 130 minutos en T2. en cuanto a el malestar y el dolor intraoperatorio y el dolor posoperatorio inmediato, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos de tratamiento. Concluyen que, los pacientes manifestaron una mejor percepción del tratamiento de los protocolos CAIPP sobre los protocolos convencionales antes y después del tratamiento.

En el año 2019, Kiatkroekkrai et al.²⁸ en su ensayo clínico controlado aleatorizado tienen como objetivo comparar la precisión de la posición del implante mediante la técnica de cirugía guiada estática utilizando guías quirúrgicas producidas por las dos técnicas de adquisición de exploración de superficie óptica intraoral frente a extraoral; estuvo conformado por 47 pacientes, recibieron 60 implantes en sitios edéntulos únicos: 20 pacientes en el grupo de exploración intraoral (EI), 22 pacientes en el grupo de exploración extraoral (EE) y 5 pacientes tratados con la técnica de boca dividida. Obtuvieron un CBCT estándar para todos los pacientes, en el grupo EI realizaron una exploración intraoral de arco completo (Trios Scanner; 3Shape, Copenhagen, Dinamarca), mientras que en el grupo EE, tomaron impresiones convencionales con alginato de hidocoloide para luego ser escaneados con el escáner de laboratorio D900L (3Shape, Copenhagen, Dinamarca). El archivo DICOM de

CBCT y el archivo STL del escaneo de superficie se importaron al software coDiagnostiX 9.7 (Dental Wings Inc., Montreal, Canadá. En cuanto a las guías estereolitográfica (SLA), fueron fabricadas mediante un rayo láser guiado por computadoras (impresora MAX UV 3D; Asiga, Erfurt, Alemania). Los implantes guiados se insertaron a través de la plantilla quirúrgica. En relación a los resultados, la desviación promedio para el grupo EI versus EE fue de $2,42^{\circ} \pm 1,47^{\circ}$ frente a $3,23^{\circ} \pm 2,09^{\circ}$ para el ángulo del implante; $0,87 \pm 0,49$ mm frente a $1,01 \pm 0,56$ mm para la plataforma del implante, y $1,10 \pm 0,53$ mm frente a $1,38 \pm 0,68$ mm para el ápice del implante; no hay diferencia estadísticamente significativa. Concluyen que, la cirugía asistida con guías estereolitográficas fabricadas mediante exploraciones intraorales o extraorales parece dar como resultado la misma precisión en el posicionamiento del implante.

En el año 2018, Joda y Ferrari²⁴ en su estudio de investigación introdujeron una secuencia de pasos para el tratamiento de una restauración posterior de implante unitario en un flujo de trabajo digital completo. Comenzando con la adquisición de datos digitales: tomografía de haz cónico (CBCT) y escaneo óptico intraoral (IOS), Archivos DICOM y STL. El archivo DICOM se transfirió al software de planificación (coDiagnostiX, Dental Wings, Montreal Canadá). Luego, el archivo STL del intraoral preoperatorio sucesivamente. Una impresora 3D trazó la construcción virtual de la cirugía guiada con la técnica de creación rápida de prototipos basada en el archivo STL. Finalmente, la planificación del implante. El software ofrece un protocolo de perforación específico para cada caso con instrumentos secuenciados para un 3D seguro y predecible colocación del implante. El protocolo de tratamiento quirúrgico implicó un enfoque para la secuencia de fresado, así como el implante guiado, incluida la toma de impresiones digitales, y finalmente Procesamiento CAD / CAM y producción de la corona del implante. Obteniendo como resultado que el protocolo de tratamiento más los pasos del trabajo técnico se integran en un proceso transparente validado utilizando componentes de implantes originales para uso interno de producción. Finalmente, los autores

concluyeron que protocolos quirúrgicos y prostodónticos para el tratamiento con coronas de implantes monolíticos un flujo de trabajo digital completo sin ningún modelo físico debe ser considerado en lugar de la fabricación convencional.

2.1.2 Softwares utilizados en planificación digital de implantes dentales

2.1.2.1 Revisión sistemática

En el año 2020, Kernén et al.¹¹ en su revisión narrativa describen las posibilidades y limitaciones de 5 sistemas de software de planificación de implantes disponibles comercialmente: coDiagnostiX, versión 9.9. (DentalWings, Canadá)(CDX); Simplant Pro, versión 17 (Dentsply, Suecia) (SIM); Smop, versión 2.13. (Swissmeda, Suiza) (SMP); NobelClinician, versión 2.4. (Nobel Biocare, Suiza) (NC); Implant Studio™ versión 1.6.4.4, (3Shape, Dinamarca) (IST); evaluados por un examinador en cuanto adquisición, registro de datos y visualización de datos. Los resultados revelan que todos los sistemas examinados utilizaron el formato DICOM universal para la importación de datos CT o CBCT y los sistemas CDX, SIM, IST permitieron la importación de datos de escaneo en el formato STL universal, En relación a la visualización de las imágenes, todos poseen herramientas para la selección de valores de gris para una visualización selectiva de estructuras anatómicas, el hueso y los dientes se pueden visualizar seleccionando el rango apropiado de valores de gris de acuerdo con su densidad. Concluyen que, gracias a la interfaz DICOM, todos los sistemas de implantes pueden importar datos radiográficos y reconstrucciones tridimensionales o secciones transversales bidimensionales y cuándo las imágenes radiográficas dentales se ven afectadas por artefactos rayados, por ejemplo, restauraciones metálicas, todos los sistemas de software permiten segmentar manualmente los datos de CT o CBCT, y solo CDX, SIM y NC ofrecieron una reducción de los artefactos de imagen mediante el procesamiento manual de datos.

2.2 Bases conceptuales

2.2.1 Planificación digital de implantes dentales asistida por softwares

La planificación digital de implantes dentales permite el diagnóstico preciso del lecho de un implante y la visualización virtual de la restauración protésica final, cuyos beneficios clínicos adicionales incluyen un tiempo quirúrgico reducido y una tasa de complicaciones más baja que conduce a una mayor aceptación y satisfacción del paciente. Sin embargo, todas las ventajas asumidas de la cirugía de implantes guiada sobre las cirugías tradicionales dependen de la ejecución precisa del plan del implante virtual^{25,31-33}.

Asimismo, el flujo de trabajo digital generalmente se puede dividir en cuatro pasos:

1. Evaluación del paciente
2. Ejecución del programa software
3. Fabricación de guías de perforación quirúrgica.
4. Procedimientos quirúrgicos y entrega de una prótesis provisional inmediata.

Cabe mencionar que, se puede aplicar una combinación de pasos analógicos y digitales; además, diferentes softwares de implantes de planificación virtual pueden tener alguna variación en el flujo de trabajo digital²⁵.

2.2.1.1 Evaluación del paciente: durante la evaluación del paciente, una evaluación estética y funcional integral debe incluir lo siguiente³²:

- **Estado de la dentición:** se debe evaluar el estado periodontal y restaurador de los dientes restantes o evaluación de la dentadura existente debe realizarse en el caso de edentulismo.

- **Evaluación radiográfica inicial:** se debe evaluar la cantidad y calidad del hueso para determinar si es apropiado un abordaje con injerto o sin injerto; esto se puede realizar en radiografías bidimensionales (2D).

- **Oclusión:** la evaluación oclusal es esencial para una estética y una función aceptable, esto involucra valorar que el paciente tenga la apertura bucal adecuada porque la cirugía guiada requiere un acceso adicional, especialmente en las regiones posteriores.

- **Evaluación estética y consideración protésica:** el diseño protésico debe garantizar un soporte labial adecuado, el cual exigirá procedimientos de reducción o aumento óseo.

2.2.1.2 Ejecución del programa software

1) Recopilación de datos:

- **Adquisición de CBCT:** las imágenes en 3D se toman antes de la operación mediante tomografía computarizada de haz cónico, la cual ofrece imágenes de dosis bajas y es relativamente más caras al brindar una fácil aplicabilidad y justificación para la colocación prequirúrgica del implante. Asimismo, analiza el volumen óseo disponible, el grosor de la mucosa, estructuras dentales adyacentes, posición del seno maxilar e identifica la posición del canal mandibular, canal incisivo y agujero mentoniano²⁶.

- **Escaneo óptico de superficie:** la inexactitud de los tejidos blandos y los dientes representada por CBCT se puede compensar obteniendo una exploración óptica de superficie, que representa la superficie de los dientes y el contorno de los tejidos blandos. Deben evitarse los cambios de tejidos duros y tejidos blandos después de capturar el escaneado de la superficie, de lo contrario se verá afectado el ajuste de la guía quirúrgica²⁶.

Asimismo, el escaneo se puede crear mediante métodos directos o indirectos; la impresión del modelo de yeso se escanea utilizando un escáner de laboratorio en el método indirecto, mientras que, en el método directo, se

utiliza un escáner intraoral para capturar el área de interés del arco dental del paciente; cada arco debe escanearse individualmente y luego juntos en oclusión para representar la articulación de los dientes. Además, los datos CBCT se guardan en formato de comunicación de imágenes digitales en medicina (DICOM) y el escaneo óptico de superficie se guarda y se transfiere en un formato de lenguaje de teselación estándar (STL)¹⁰⁻¹³.

2) Manipulación de datos: los datos (archivos DICOM y STL) se importan al software de planificación de implantes digital, cuya manipulación de datos consiste en la disección virtual y la orientación del archivo DICOM, la identificación de la curva panorámica, el seguimiento del nervio alveolar inferior y la fusión de los conjuntos de datos CBCT y de superficie²⁷.

Disección virtual (segmentación): CBCT muestra tanto tejido blando como duro, y la segmentación de los datos brutos permite la diferenciación y coloración de estructuras anatómicas y áreas de interés. Además, la segmentación reduce la distorsión de la imagen causada por la dispersión del metal y los artefactos de movimiento. El primer paso de la segmentación es obtener el umbral de densidad apropiado (también acuñado como umbral de valor de gris) para visualizar claramente los tejidos duros (huesos y dientes)³³⁻³⁴.

Cualquier parte del escaneo (conocida como vóxel) en un umbral seleccionado con la misma densidad o mayor será visible en el volumen seleccionado. A su vez, la selección del umbral es subjetiva porque puede verse afectada por las irregularidades óseas y la maduración; los umbrales de valores de gris también pueden influir en la reconstrucción 3D y el ajuste de guías quirúrgicas^{33,34}.

Seguimiento de nervios: el software proporciona una herramienta de seguimiento de nervios para detectar el canal alveolar inferior colocando

puntos a lo largo de su trayectoria. La mayoría de los programas de software unen automáticamente los puntos y proporcionan una vía nerviosa³⁵.

Fusión de conjuntos de datos de superficie y CBCT: los archivos se combinan seleccionando puntos de referencia anatómicos idénticos de las superficies de los dientes o marcadores fiduciales³⁵.

2.2.1.3 Fabricación de guía quirúrgica: Se toman impresiones superiores e inferiores y se registra la mordida; luego, deben articularse los modelos anatómicos en un articulador. Las guías quirúrgicas se preparan manualmente o mediante métodos asistidos por computadora después de la planificación preoperatoria³⁶⁻³⁸.

Los pasos necesarios para fabricar la guía quirúrgica son los siguientes²⁶:

- **Superficies de apoyo de la guía:** Los diseños de guías quirúrgicas están preparados para el tipo de superficies de apoyo, ya sean soportados por dientes, por mucosa, con soporte óseo y con soporte especial; en el primer tipo, los dientes restantes se utilizan para sostener la guía quirúrgica; el segundo tipo usa mucosa debido a que se usa en pacientes totalmente edéntulos; el tercer tipo utiliza soporte óseo después de levantar el colgajo mucoperióstico y tiene una mayor probabilidad de inexactitud; y el cuarto tipo utiliza mini implantes o clavijas para apoyar la colocación de la guía quirúrgica durante la cirugía.

- **Planificación del tratamiento inverso:** el plan de tratamiento protésico ideal debe evaluarse inicialmente en esta planificación digital; se realiza mediante procedimientos de un escaneo o de doble escaneo; el primer procedimiento incluye prótesis en la boca del paciente utilizando resina radiopaca; y el segundo procedimiento es un escaneo de dos pasos, en el que la exploración primaria incluye al paciente que lleva la dentadura postiza y la exploración secundaria solo permite la obtención de imágenes de la prótesis;

por lo tanto, explica la imagen digital, tanto en el modelo óseo como protésico.

Después del proceso de escaneo, de acuerdo con el protocolo del sistema individual, las imágenes DICOM se importan desde programas de software como Simplant, Nobel guide y EasyGuide; se realiza la fusión de la prótesis de exploración y el lecho quirúrgico con una posición óptima del implante mediante el uso de marcadores fiduciales como gutapercha, bario de sulfato y silicona.

Existen diferentes empresas como Keystone (EasyGuide), Compu Guide (Biohorizons), Anatomage y SurgiGuide (Materialise) para fabricar guías quirúrgicas para sistema de implante universal, excepto Nobel Biocare, para su propio sistema de implante.

- **Método de fabricación de guías:** puede fabricarse utilizando una técnica de creación rápida de prototipos o basada en modelos; a su vez, las guías basadas en modelos se fabrican manualmente o con tecnología computarizada mediante fresado o impresión láser. Este sistema de guía basado en modelos proporciona una evaluación de tejidos blandos y duros y un equipo protésico predecible, cuya principal desventaja de esta guía son la opción de muchos pasos manuales necesarios para diseñar.

Por otra parte, la técnica estereolitográfica o de creación rápida de prototipos, proporciona datos digitales mediante escaneo intraoral para la preparación de la guía la cual es fabricada por varios proveedores de implantes utilizando técnicas de fotopolimerización. Este enfoque proporciona precisión y los mínimos pasos manuales.

- **Diseño de guía quirúrgica:** el diseño de las guías quirúrgicas contiene manguitos metálicos o sin manguitos metálicos; los casquillos metálicos de la guía quirúrgica requieren un espacio distal más amplio y provocan un sobrecalentamiento del hueso durante la perforación debido a una irrigación

inadecuada con solución salina en el sitio quirúrgico. Se puede lograr un espacio mesiodistal menor utilizando un diseño de manguito personalizado.

En una manga abierta, se encuentra una ranura en el lado vestibular o lingual. Esto reduce el espacio entre los arcos, lo que minimiza el calor óseo al permitir que la irrigación con solución salina caiga directamente sobre la broca. El avance en el esfuerzo digital hará que la guía quirúrgica diseñada con manguito sea más fácil y menos costosa utilizando tubos de guía no metálicos.

2.2.1.4 Procedimientos quirúrgicos:

- **Para aproximación estática asistida por computadora:** antes del procedimiento, la guía quirúrgica se coloca en la boca, adaptarse y estabilizarse con precisión a los tejidos blandos o los dientes; e sigue un abordaje con colgajo o sin colgajo. Sin embargo, el segundo enfoque tiene muchas ventajas con una menor cantidad de pérdida ósea, preserva la papila y mejora los efectos estéticos después de la cirugía³⁵⁻³⁸⁻⁴⁰.

El procedimiento quirúrgico que utiliza esta guía sigue sistemas guiados total o parcialmente para la colocación de implantes. El primer sistema se usa comúnmente que incluye preparación de osteotomía con colocación de implantes utilizando guías quirúrgicas; en el segundo sistema, solo se realiza la preparación de la osteotomía utilizando plantillas quirúrgicas e implantes colocados a mano alzada.

Algunos sistemas requieren guías quirúrgicas en serie para manejar secuencias de fresas consecutivas o una guía quirúrgica única con diferentes fresas ajustables insertadas durante la cirugía⁴¹.

- **Para un enfoque de navegación dinámica:** requiere una coordinación precisa y continua del paciente, los datos de la imagen y la instrumentación quirúrgica; consiste en estereovisión con cámaras de luz natural en lugar de

diodos emisores de luz infrarroja, utiliza matrices pasivas o activas de tecnologías ópticas, dichas matrices utilizan luz reflejada emitida desde una fuente de luz, siguiendo a las cámaras estéreo para obtener imágenes del procedimiento quirúrgico. El sitio quirúrgico se registra mediante cámaras, con matrices colocadas extraoralmente, esto permite que la cámara estéreo controle los movimientos en tiempo real de la broca y la colocación del implante a través de imágenes 3D del paciente³²⁻³⁴. Los componentes principales de un sistema de navegación dinámica incluyen el accesorio de la mandíbula del paciente, el accesorio de la pieza de mano y un sistema que consta de una cámara, luz emisora colocada en el techo, computadora y sensor. Durante la cirugía, se coloca la guía quirúrgica, puede seguir un abordaje con colgajo abierto o sin colgajo, según el grosor del tejido queratinizado²⁶⁻²⁸.

Por otra parte, la irrigación adecuada durante toda la cirugía es crucial, pero la guía quirúrgica evita una irrigación suficiente y por tanto induce más calor. Reciente estudio in vitro, descubrió que la cirugía guiada genera más calor que el protocolo de perforación a mano alzada; sin embargo, el calor inducido adicional estaba dentro del umbral de temperatura aceptable y han descubierto que la irrigación externa adecuada en un movimiento de bombeo hacia arriba y hacia abajo puede reducir el riesgo de sobrecalentamiento del hueso durante el protocolo de fresado guiado, por lo que recomiendan el uso de irrigación adicional debajo de la guía quirúrgica, específicamente una jeringa de irrigación^{7,23-26}.

2.2.2 Softwares de planificación digital en implantes dentales

Las plataformas de software de planificación de implantes guiadas por computadora más comunes son Simplant (Dentsply, York, PA, EE. UU.), Nobel Clinician/DTX Studio Implant (NobelBiocare, Zurich, Suiza), coDiagnostiX

(Straumann, Basil, Suiza), 360dps (360Imaging, Atlanta GA, EE. UU.), Invivo 5 (Anatomage, San José, CA, EE. UU.) Y Blue Sky Plan (Blue Sky Bio, Grayslake, IL, EE. UU.). La mayoría de estas aplicaciones de software están abiertas, lo que permite al usuario planificar y crear una guía producida por el fabricante utilizando los implantes dentales más comunes del mercado. No obstante, NobelClinician/DTX Studio Implant es un software cerrado que permite la planificación con varios sistemas de implantes, pero solo elaboración de guías si dicho software utiliza implantes NobelBiocare, pero el resto de las aplicaciones de software permitirán la fabricación de guías por parte del fabricante (generalmente mediante técnicas de estereolitografía), laboratorios dentales o máquinas de fresado en el consultorio^{11,32}.

La mayoría de los principales fabricantes de implantes dentales tienen bandejas de instrumentos guiadas para la colocación de sus implantes, que están completamente guiadas (instrumentación para la secuencia completa de fresado de osteotomía del implante y colocación final del implante hasta la profundidad y angulación planificadas con topes de fresado) o utilizan fresado de osteotomía piloto (normalmente solo una osteotomía inicial de 2,0 a 2,5mm hasta la profundidad y angulación planificadas)¹¹.

Existe una funcionalidad común a la mayoría de los softwares patentados de planificación de implantes dentales basados en CT o CBCT, incluida la importación y conversión de datos de imágenes DICOM como preparación para la planificación de implantes. Sin embargo, Simplant requiere el procesamiento y conversión de los datos DICOM por parte de un contratista externo con software de procesamiento (Simplant Master) antes de importar los datos al software Simplant Planner del médico para la planificación del tratamiento³²⁻³⁵.

Todos los productos de software tienen la capacidad de realizar¹¹:

1. Mediciones lineales y angulares detalladas.
2. Evaluar la anatomía ósea en vistas transversales, panorámicas y axiales.
3. Aislar, identificar y dibujar el nervio alveolar inferior y otras estructuras

vitales.

4. Visualizar y aislar raíces de dientes e implantes.
5. Colocar, medir, y alterar la posición de los implantes dentales en las imágenes óseas en relación con las restauraciones planificadas y otras estructuras anatómicas.
6. Visualizar pilares de stock precisos.
7. Visualizar, eliminar, rotar y centrarse en las reformas virtuales 3D detalladas de la anatomía ósea (denominada representación de la superficie).
8. Cargar digitalmente el plan de tratamiento virtual a un fabricante para la fabricación de una guía quirúrgica basada en el plan de tratamiento virtual o cargar el plan en una fresadora en el consultorio.

Muchas aplicaciones de software han incorporado tecnologías digitales más nuevas en su flujo de trabajo de planificación del tratamiento, como la adición de dientes virtuales, pilares personalizados creados virtualmente, incorporación de escaneos ópticos intraorales del paciente y/o escaneos ópticos de impresiones o modelos del paciente y encerados de diagnóstico, producción de modelos de diagnóstico estereolitográficos y maestros, y el fresado preoperatorio de restauraciones provisionales a partir de planes de tratamiento de implantes virtuales^{32,33}.

2.2.3 Cirugía de implantes mediante planificación digital (cirugía guiada)

La cirugía guiada es ingeniería inversa, puesto que primero se planifica la restauración final, luego se planifica la colocación del implante en función de la anatomía y el volumen óseos subyacentes del paciente, la ubicación de las estructuras vitales y la posición y morfología de la restauración final. Aunado a ello, es una

herramienta para colocar un implante dental en una ubicación y posición de restauración ideales para el caso de un paciente individual. Los pacientes se tratan mejor en un enfoque multidisciplinario con el rehabilitador o prostodoncista, el técnico de laboratorio dental y el cirujano oral y maxilofacial (OMS), todos como parte del equipo³⁸⁻⁴¹.

La cirugía de implantes proporciona los siguientes beneficios¹¹:

- Exactitud y precisión para la colocación de implantes.
- Abordaje quirúrgico mínimamente invasivo con una morbilidad reducida del paciente y evitando daños a estructuras anatómicas críticas.
- Puede evitar la cirugía de implantes de segunda etapa.
- El uso de stents quirúrgicos ha hecho posible la carga inmediata del implante mediante el posicionamiento correcto y logrando su estabilidad primaria.
- Menor tiempo de tratamiento para el procedimiento.

2.2.3.1 Indicaciones:

- Tres o más implantes seguidos completamente desdentados o prontos a ser casos de pacientes completamente edéntulos.
- Casos en los que se planifican implantes inclinados, incluido el método all-on-4
- Proximidad a estructuras anatómicas vitales (nervios, senos nasales, dientes, piso nasal).
- Volumen de hueso cuestionable
- Posición del implante que es fundamental para la restauración planificada
- Colocación de implantes sin colgajo
- Casos de arco completo o unitario múltiple, con o sin extracciones y colocación inmediata, en los que se planifican restauraciones provisionales inmediatas

- Alteración significativa de los tejidos blandos o la anatomía ósea por cirugía o traumatismo previos
- Pacientes con comorbilidades físicas, ortopédicas, médicas y psiquiátricas³².

2.2.3.2 Contraindicaciones

- Paciente embarazada o en periodo de lactancia.
- Paciente femenino, edad fértil, sin anticoncepción (por razones de seguridad radiológica).
- Paciente con enfermedad neurológica.

Condiciones que pueden hacer imposible la manipulación intraoral (apertura de la

boca limitada, reflejo nauseoso excesivo).

- Tratamiento con bisfosfonatos.
- Paciente con antecedentes de radioterapia o irradiación de cabeza y cuello.
- Infección por VIH, hepatitis B o hepatitis C.
- Alergia a cualquier componente del implante o la guía del implante.
- Mala higiene bucal.
- Fumador
- Enfermedad periodontal no tratada o no controlada¹⁷⁻²¹.

2.2.3.3 Clasificación: la cirugía de implantes guiada generalmente se puede clasificar como dinámica o estática^{11,25,26}:

- **Cirugías guiadas dinámicas:** implican el uso de un sistema de navegación asistido por computadora para permitir la cirugía de implantes en tiempo real. La principal ventaja es la capacidad de ajustar intraoperatoriamente la posición planificada del implante.

- **Cirugía guiada estática:** se basa en los datos tridimensionales (3D) obtenidos de la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) y el escaneo

de superficie óptica, y la tecnología de diseño asistido por computadora/fabricación asistida por computadora (CAD/CAM) para implantes virtuales.

El uso de un sistema estático asistido por computadora, utiliza un abordaje sin colgajo en casos unitarios, parcialmente o totalmente edéntulos, es muy ventajoso, lo que ayuda a reproducir la posición precisa del implante en el arco dental con una carga inmediata satisfactoria. No obstante, existen algunos desafíos al colocar estas guías quirúrgicas en casos de abertura restringida de la boca o en las regiones posteriores debido a los diferentes tamaños de las fresas²³⁻²⁵.

A su vez, se clasifican en parcialmente guiada y totalmente guiada^{8,26,31}:

- **Parcialmente guiada:** se refiere a guías quirúrgicas estáticas que permiten la preparación de la osteotomía, después se retira la guía y se coloca el implante a mano alzada.

- **Totalmente guiada:** se refiere a guías quirúrgicas estáticas que permiten la preparación de la osteotomía y rigen la inserción del implante a través de la guía, siendo esta más precisa en comparación con la anterior.

2.2.3.4 Ventajas y Desventajas

Ventajas:

- Participación de todos los especialistas desde el principio, lo que garantiza un diagnóstico integral y una planificación del tratamiento y mejores resultados.
- Colaboración activa del radiólogo maxilofacial, cirujano, rehabilitador y el técnico dental.
- Evita la lesión de estructuras anatómicas críticas como senos paranasales, nervios, vasos, dientes.
- Utilizar el ancho y la altura del hueso alveolar máximo disponible, lo que permite la colocación de un implante de mayor diámetro, tal vez con una

mayor angulación, evitando técnicas de injerto/regeneración ósea más complejas.

- Tiempo quirúrgico reducido, especialmente en casos complejos con numerosos implantes.

- Permite la colocación de implantes sin colgajo, que puede reducir la reabsorción ósea crestal y puede mantener mejor los perfiles de tejidos blandos, incluida la posición del margen gingival y la papila interdental.

- Evitar la elevación del colgajo y las suturas da como resultado menos dolor, edema y sangrado posoperatorios, y la reanudación inmediata de los procedimientos de higiene bucal.

- Mejora la presentación al paciente del plan de tratamiento, las soluciones alternativas y el análisis de las dificultades y problemas potenciales, haciéndolos más comprensibles y aceptables para el paciente.

- Desde el punto de vista de la gestión de la práctica, la cirugía de implantes guiada ofrece un archivo y mantenimiento de registros más rápidos y accesibles, al tiempo que permite demostrar en cualquier momento el uso de la metodología correcta y la secuencia de las etapas del tratamiento^{3,13,14}.

Desventajas:

- Aumento del tiempo de planificación del tratamiento preoperatorio y el costo adicional de fabricación de la guía para cada caso.

- Requiere un costo inicial adicional para la compra de hardware y software adecuados e instrumentos y taladros especiales.

- El uso rutinario y correcto de la cirugía de implantes guiada exige un cambio de filosofía en cuanto a la colocación de implantes, una curva de aprendizaje y gastos relacionados con la formación y familiarización con el software y las herramientas proporcionadas^{3,14-16}.

2.2.4 Tomografía computarizada de haz cónico y tomografía computarizada

La tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) se ha convertido en una herramienta de diagnóstico integral en cirugía bucal y maxilofacial, particularmente en implantología, la cual permite que los datos radiográficos digitales en 3D del paciente sean adquiridos convenientemente por el especialista en el consultorio. Asimismo, los datos de CBCT se adquieren en formato DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine). Estos datos DICOM por sí solos, junto con el software de planificación de implantes, han hecho posible crear un modelo virtual en 3D del área de tratamiento propuesta y tener un stent estático CAD/CAM fabricado en laboratorio para realizar una cirugía guiada de implantes²⁷.

Los escáneres de CBCT utilizan dosis de radiación más bajas en comparación con los escáneres de tomografía computarizada convencionales; además, son mucho más pequeños y menos costosos que las máquinas de escaneo de tomografía computarizada convencionales; esto permite al especialista comprar e instalar una máquina de CBCT en su propio entorno clínico³⁵⁻³⁸.

Las limitaciones de los CBCT incluyen una distorsión y un contraste deficiente de los tejidos blandos, esto puede deberse al movimiento del paciente y artefactos de endurecimiento del haz, causada por materiales de alta densidad como empastes compuestos, restauraciones metálicas e implantes; todo lo anteriormente mencionado afecta la calidad de la imagen e influye en la precisión de la cirugía guiada^{3,10-13}.

2.2.5 Escaneo intraoral

El escaneo intraoral captura las características intraorales para crear una impresión digital del caso clínico a rehabilitar; el archivo generado a partir de esta exploración intraoral es un archivo STL, está ampliamente aceptado que se pueden usar como reemplazo de las impresiones convencionales cuando se restauran hasta 10 unidades sin tramos edéntulos extendidos. Estos archivos STL de impresión digital se pueden combinar con el conjunto de datos CBCT DICOM para crear representaciones

3D de tejido blando y duro extremadamente precisas de pacientes para la planificación de implantes, la fabricación de guías estáticas y la fabricación de restauraciones provisionales CAD / CAM²⁰⁻²².

2.2.6 Guía quirúrgica

Las guías quirúrgicas se definen como una guía para ayudar a la colocación quirúrgica y se usa para la profundidad y angulación de la fresa, en combinación con una técnica sin colgajo, minimiza la posible lesión de las estructuras anatómicas subyacentes durante la preparación de la osteotomía^{5,21,22} en casos de pacientes parcialmente edéntulos y algunos especialistas la usan en casos que pronto serán completamente edéntulos^{6,22}.

Actualmente, se encuentran disponibles cuatro tipos de guías quirúrgicas generadas por computadora: con soporte dentario, con soporte mucoso, con soporte óseo y soporte especial^{17,24-26}; el primer tipo, los dientes restantes se utilizan para sostener la guía quirúrgica; el segundo tipo está diseñada para descansar sobre mucosa y se utilizan principalmente en casos de pacientes completamente edéntulos; el tercer tipo utiliza soporte óseo después de levantar un colgajo mucoperióstico; y el cuarto tipo de guía llamada con soporte especial utiliza mini implantes o clavijas para apoyar la colocación de la guía quirúrgica durante la cirugía de implantes²⁶.

En relación a la guía quirúrgica con soporte óseo, se pueden utilizar en casos de pacientes parcialmente o completamente edéntulos, cuando está presente una atrofia significativa del reborde alveolar y es cuestionable el asentamiento preciso de una guía con soporte de mucosa; no obstante, algunos cirujanos utilizan este tipo de guía para casos que requieren grandes cantidades de reducción ósea, utilizando las llamadas guías de reducción ósea²⁶.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Nivel y diseño de la investigación

Tomando en cuenta los criterios de Fidias Arias⁹ la presente investigación es de nivel explicativo, debido a que se detalló de acuerdo a estudios previos como cada herramienta ayuda al clínico a tomar mejores decisiones antes de realizar la cirugía y por consiguiente rehabilitaciones bucales más predecibles, seguras y consistentes.

Por su parte, el diseño seleccionado es documental⁹ puesto que es un proceso basado en investigaciones previas publicadas en los últimos tres años en bases de datos científicas online, cuyas publicaciones son estudios experimentales *in vivo* y revisiones sistemáticas en inglés y en español.

3.2 Procedimientos para la recolección de datos

La recolección de datos se realizó de la siguiente manera:

Estrategias de búsqueda, fuentes de información y descriptores: se realizó una búsqueda electrónica de la información disponible en inglés y español a través de las bases de datos PubMed (MedLine), Science Direct (Elsevier), Registro Cochrane Central de Ensayos Controlados y en el buscador Google Académico, se aplicó restricciones con respecto a la fecha de publicación 2018-2021; se utilizó la guía de extensión de la declaración PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Metanalyses*), PRISMS-ScR⁴² y las recomendaciones dadas por Arksey y O'Malley⁴³ para la realización de revisiones de alcance como referentes metodológicos.

Por su parte, los descriptores utilizados para la búsqueda electrónica fueron, en español: planificación digital, implantes dentales, herramientas, software. En inglés: digital planning, computer-assisted surgery; computer-guided, software, dental implants; empleando el operador lógico “AND/Y”.

1- Estrategia de selección: se consideraron artículos en idiomas inglés y español con calidad metodológica a juicio de los investigadores, publicados en revistas científicas tomando en cuenta el año de publicación y tipos de estudios (revisiones sistemáticas, estudios pilotos, estudios descriptivos y explicativos).

3.3 Criterios de inclusión

Se tomaron en cuenta revisiones sistemáticas de la literatura, estudios descriptivos, comparativos, explicativos y estudios *in vivo* en los que se emplearon dentro de su planificación la tomografía computarizada de haz cónico, escáner intraoral y guía quirúrgica de implantes dentales.

3.4 Criterios de exclusión

Fueron descartadas revisiones tradicionales de la literatura, opiniones de expertos y demás estudios que se encontraron en la base de la Pirámide de la Evidencia Científica, con el fin de asegurar la calidad de los artículos. Asimismo, se excluyeron estudios relacionados con énfasis en el aspecto protésico, comparación de técnicas quirúrgicas dinámica y estática, técnica convencional (mano alzada) de implantes dentales, estudios *in vitro* aplicado en cadáver o animales, y guías quirúrgicas creadas manualmente.

3.5 Plan de análisis

Se realizó una lectura completa de los textos por parte de los investigadores, de esta manera, se seleccionaron los artículos que cumplieron con la totalidad de los criterios

antes descritos. También, para obtener información de manera más práctica, cada artículo fue clasificado de acuerdo al país, año, tipo de estudio, y especialidad odontológica. Después, para llevar a cabo la presentación de los resultados, se realizó una descripción cualitativa de la información obtenida, a través cuadros detallados por categorías de análisis que permitieron la discusión, otorgando seguridad en la metodología del presente estudio.

www.bdigital.ula.ve

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1 Presentación de los resultados

La búsqueda en las bases de datos se encontró 2417 referencias: 267 de PubMed (MedLine), 181 de Science Direct (Elsevier), 39 del Registro Cochrane Central de Ensayos Controlados y en el buscador Google Académico se encontraron 690 en español y 1240 en inglés. Después de la eliminación de referencias duplicadas, los dos investigadores (Contreras y Zerpa) leyeron de forma independiente el título y resumen de los artículos científicos, para MedLine quedaron 89, Elsevier 7, Cochrane 7, Google académico 17 en español y 49 en inglés. Finalmente, se cotejaron las publicaciones científicas que coincidían con los criterios de inclusión, MedLine 10 fueron elegibles y 78 excluidos, Elsevier fueron elegible 3 y 4 excluidos, Cochrane 3 fueron elegibles y 4 excluidos, Google académico 3 fueron elegibles y 14 excluidos en español 5 fueron elegibles en inglés y 44 excluidos (**figura 1**). En caso de dudas con relación a elegibilidad del artículo al presente estudio, los dos investigadores buscaron el apoyo del tutor Gutiérrez.

Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología de selección.

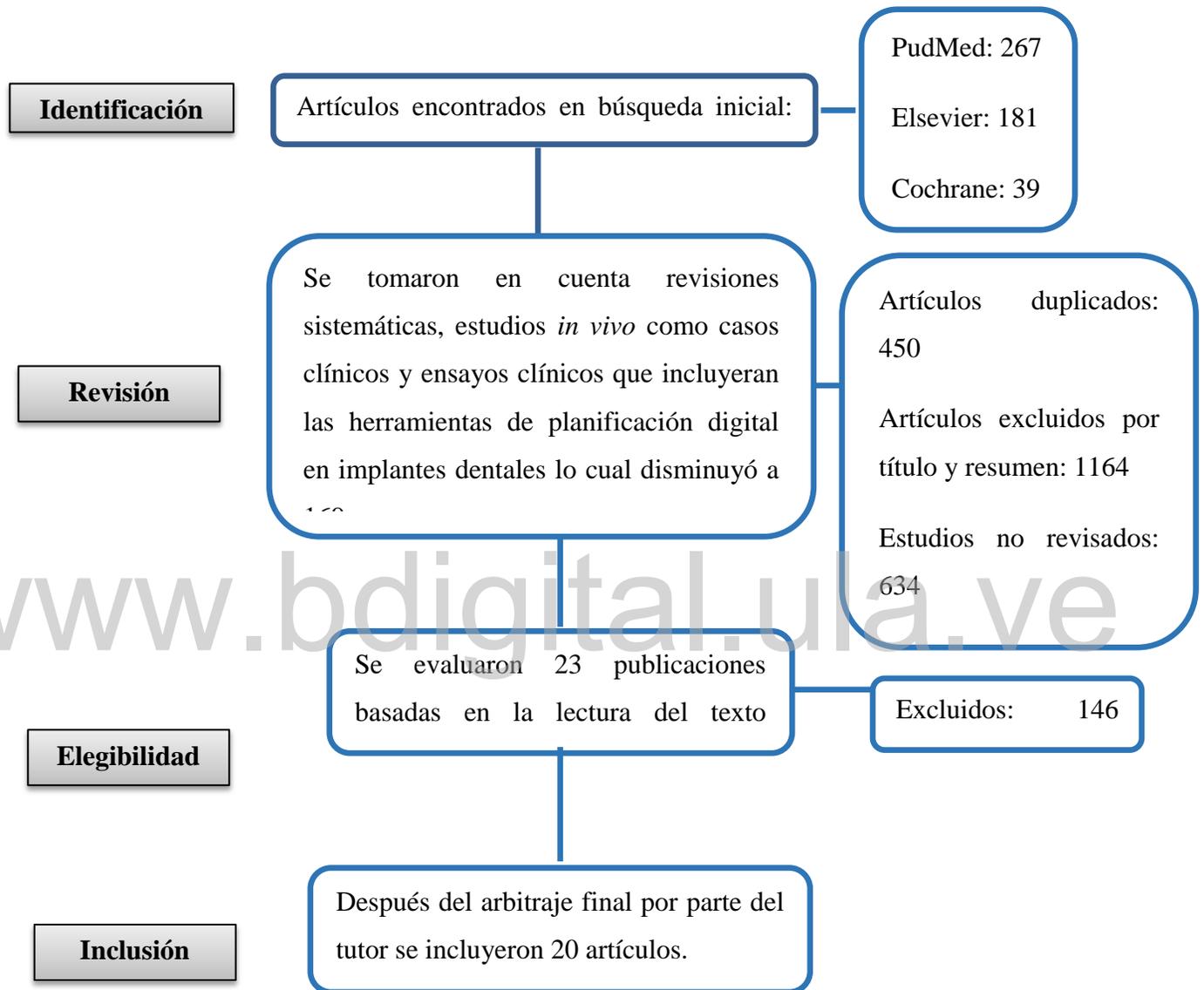


Tabla 1. Se observa el número de publicaciones encontradas y seleccionadas en las diferentes fuentes de información científica.

Artículos seleccionados	Fuente de información
Elsevier (Science Direct)	3
MedLine (PudMed)	9
Cochrane	3
Google Académico	5

Tabla 2. Se presenta el número de publicaciones de acuerdo a la especialidad odontológica que realizan el tratamiento de implantes dentales, en las cuales se realizaron los estudios seleccionados.

Especialidad	Numero de publicaciones
Cirugía Bucal	3
Cirugía maxilofacial	7
Rehabilitadores bucales	6
Periodoncia	1
Implantología	3

Tabla 3. Se muestran el número de publicaciones seleccionadas para la presente investigación por país, y se destaca que en su mayoría son investigación publicadas en idioma inglés.

País	Numero de publicaciones
USA	3
Brasil	3

España	2
Italia	1
Suiza	2
Alemania	1
Suecia	1
Hungría	1
Rumania	1
Lituania	1
Tailandia	1
China	2
Noruega	1

www.bdigital.ula.ve

Tabla 4. Se describen los tipos de investigación a los que pertenecen los artículos seleccionados, en donde destacan que el menor número de publicaciones son revisiones sistemáticas.

Tipo de investigación	Numero de publicaciones
Revisión sistemática	3
Ensayos clínicos	9
Casos clínicos	8

Tabla 5. Se resumen la información recabada de cada artículo en el que se identifican el objetivo, el tipo de investigación, número de muestra, herramientas de planificación, situación clínica y conclusiones.

AUTORES	DISEÑO DE ESTUDIO	OBJETIVO	NÚMERO DE MUESTRA	HERRAMIENTAS DE PLANIFICACION DIGITAL	SITUACIÓN CLÍNICA	CONCLUSIONES
Yogui et al. ¹	Revisión sistemática	Comparar la colocación de implantes dentales guiada por computadora y a mano alzada.	4 estudios. 154 pacientes. 597 implantes dentales.	Guías estereográficas en la cirugía guiada por computadora.	Implantes dentales de conexión interna y de conexión externa.	Concluyen que, tanto las cirugías guiadas como las a mano alzada producen resultados similares en términos de MBL, complicaciones y tasas de supervivencia del implante.
Seo y Juodzbaly ¹⁰	Revisión sistemática	Describir la precisión de la colocación de implantes con una guía quirúrgica estereolitográfica con soporte mucoso y factores	6 estudios. 93 pacientes. 572 implantes dentales.	Guía quirúrgica estereolitográfica	Pacientes completamente edéntulos.	Concluyen que, la mayoría de los estudios examinados la guía quirúrgica estereolitográfica con soporte de mucosa, no mostró

		que pueden influir en la precisión.				exceder desviaciones en apicalmente 2,19mm, en coronales 1,68 mm y en desviación angular 4,67 °; los cirujanos deben conocer las posibles desviaciones lineales y angulares del sistema.
Kernen et al. ¹¹	Revisión sistemática.	Describir las posibilidades y limitaciones de 5 sistemas de software de planificación de implantes disponibles comercialmente.	5 sistemas de software de planificación de implantes dentales.	CT o CBCT. Software de planificación coDiagnostiX, versión 9.9. (DentalWings, Canadá); Simplant Pro, versión 17 (Dentsply, Suecia); Smop, versión 2.13. (Swissmeda, Suiza); NobelClinician, versión 2.4. (Nobel Biocare, Suiza); Implant Studio™ versión 1.6.4.4, (3Shape, Dinamarca).		Todos los sistemas de implantes pueden importar datos radiográficos y reconstrucciones tridimensionales o secciones transversales bidimensionales y cuándo las imágenes radiográficas dentales se ven afectadas por artefactos rayados, por ejemplo, restauraciones metálicas, todos los sistemas de software permiten segmentar manualmente los datos de CT o

						CBCT, y solo CDX, SIM y NC ofrecieron una reducción de los artefactos de imagen mediante el procesamiento manual de datos.
--	--	--	--	--	--	--

AUTORES	DISEÑO DE ESTUDIO	OBJETIVO	NÚMERO DE MUESTRA	HERRAMIENTAS DE PLANIFICACION DIGITAL	SITUACIÓN CLÍNICA	CONCLUSIONES
Regidor et al. ⁹	Caso clínico	Describir un protocolo de trabajo completamente guiado desde la planificación prostodóntica hasta la colocación de la prótesis provisional.	2 pacientes. 2 implantes dentales.	CBCT Escaneado intraoral. Software de diseño y planificación coDiagnostiX® y 3Shape Dental System®. Guía quirúrgica.	Primer paciente clase III de Kennedy y segundo paciente clase IV de Kennedy.	El protocolo de trabajo completamente digital, es seguro y predecible a la hora de reponer de forma inmediata dientes ausentes ya sean unitarios o una arcada completa. Este tipo de protocolos permiten reducir el número de visitas a la clínica, reducir el tiempo de ejecución tanto quirúrgico como restaurador, reducir la morbilidad de los

						pacientes y el riesgo de complicaciones y por tanto mejorar la satisfacción de los mismos.
Vargas et al. ¹³	Caso Clínico	Demostrar todas las etapas clínicas del trabajo digital.	1 paciente. 1 implante dental.	TC. Escáner intraoral Trios 3® (3shape). Software de planificación coDiagnostiX® (Dental Wings), Guía quirúrgica 3D (Meshmixer®).	Parcialmente edéntulo	La planificación totalmente digital puede integrarse en la práctica odontológica diaria, dando como resultado una mayor seguridad, previsibilidad de resultados y facilidad de uso en todas las etapas clínicas
Raaebe et al. ³	Caso clínico	Mostrar el posible curso de un tratamiento con implantes totalmente digital	1 paciente. 2 implantes dentales.	TC. Escáner intraoral (tríos® 3, 3Shape, Copenhague, Dinamarca). Software de planificación (CoDiagnostiX®, Montreal, Canadá). Guía quirúrgica (Straumann P-Series de Rapidshape; Straumann, Basilea, Suiza).	Implantes dentales unitarios en maxilar inferior.	la planificación digital de una cirugía de implante estética puede minimizar la necesidad de aumento óseo mediante la utilización ideal de la cresta residual y, por lo tanto, mejor satisfacción del paciente.
Moreno et al. ¹⁴	Caso	Describir la	1 paciente.	CBCT.	Implante dental	la planificación

	clínico	rehabilitación unitaria sobre implantes en el sector anterior mediante planificación digital.	1 implante dental.	Escáner intraoral (3Shape®). software de planificación de implantes (BenQ AB Guided Service, Ashdod, Israel). Guía quirúrgica.	unitario.	mediante medios digitales supone un salto de calidad en el enfoque terapéutico de estos casos, permitiendo un tratamiento más exacto, individualizado y predecible y siendo más sencilla y eficiente la información que se traslada al laboratorio protésico
Li et al. ¹⁹	Caso clínico	Describir una técnica para crear un paciente virtual para cirugía de implantes asistida por ordenador en el arco desdentado	1 paciente. 7 implantes dentales.	CBCT. Escáner intraoral (TRIOS Color Pod; 3Shape). Software de planificación de implantes (Blue Sky Plan; Blue Sky Bio). Guía quirúrgica.	Totalmente edéntulos.	Este flujo de trabajo ofrece las ventajas de reducir el tiempo en el consultorio, aumento de la estabilidad de la guía quirúrgica y el potencial para la integración con un articulador virtual para el diseño digital de la prótesis
Papaspyridakos et al. ²⁰	Caso Clínico	Ilustrar un flujo de trabajo digital completo en la rehabilitación de implantes de doble arco	2 pacientes 18 implantes dentales.	CBCT. Sistema IOS (TRIOS R, 3Shape A / S, Copenhagen, Dinamarca).	Totalmente edéntulos.	La técnica doble escaneo puede simplificar la rehabilitación del implante de boca completa y reducir previsiblemente el

		completo.		Software de planificación digital (Nobel Clinician, Nobel Biocare USA, LLC, Yorba Linda, CA). Guía quirúrgica estereolitográficas.		tiempo en el consultorio y las citas clínicas., a su vez, puede ser una alternativa válida al flujo de trabajo convencional.
Cunha et al. ²¹	Caso Clínico	Evaluar la precisión de la cirugía de implantes guiada por computadora asociada con guías quirúrgicas prototipadas.	8 pacientes. 61 implantes dentales.	CBCT. software de planificación (P3Dental; Protótipos) Guía quirúrgica .	Totalmente edéntulos	Esta técnica tiene una precisión excelente y pueden predecir la posición del implante de manera más confiable que las técnicas convencionales de colocación de implantes.
Joda y Ferrari ²⁴	Caso clínico	Introducir una secuencia de pasos para el tratamiento de una restauración posterior de implante unitario en un flujo de trabajo	1 paciente. 1 implante dental.	CBCT Escaneo óptico intraoral (IOS), Software de planificación (coDiagnostiX, Dental Wings, Montreal Canadá).	Espacio edéntulo único.	protocolos quirúrgicos y prostodónticos para el tratamiento con coronas de implantes monolíticos un flujo de trabajo digital completo sin ningún modelo físico debe

		digital completo		Guía quirúrgica.		ser considerado en lugar de la fabricación convencional
--	--	------------------	--	------------------	--	---

www.bdigital.ula.ve

AUTORES	DISEÑO DE ESTUDIO	OBJETIVO	NÚMERO DE MUESTRA	HERRAMIENTAS DE PLANIFICACION DIGITAL	SITUACIÓN CLÍNICA	CONCLUSIONES
Cristache et al. ¹²	Ensayo clínico	Comparar la precisión de la inserción de implantes dentales sin colgajo con una plantilla quirúrgica estática.	49 pacientes. 111 implantes dentales.	CBCT. Escáner de superficie intraoral Carestream 3600 (Carestream Dental LLC, Atlanta, GA, EE. UU.) Software R2GATE versión 2.0.0 (MegaGen, Daegu, Corea). Guía quirúrgica R2Ware versión 1.10820 (MegaGen, Daegu, Corea)	Clase III de Kennedy	Los pacientes puntuaron mejor estadísticamente con el método de impresión para un flujo de trabajo totalmente digital.
Lin et al. ¹⁶	Ensayo clínico	Evaluar la precisión clínica de la cirugía de implantes	21 pacientes. 50 implantes	CBCT. Escáner intraoral (TRIOS3, 3Shape, Copenhagen,	Parcialmente edéntulos.	Al comparar los resultados de los estudios in vivo en la literatura, las desviaciones de la

		dentales guiada estática (SGIS) mediante una planificación completamente digital	dentales.	Dinamarca). Software de planificación de implantes (BenQ AB Guided Service, Ashdod, Israel). Guía quirúrgica esteriolitográfica SLA (BenQ AB Guide, BenQ AB DentCare Corp., Taipei, Taiwán).		sGIS planificadas por un flujo de trabajo totalmente digital fueron menores que las del flujo de trabajo convencional. Además, observaron un valor medio mayor de la desviación angular al comparar el CBCT con exploración intraoral por el registro directo de las imágenes de la superficie dentaria.
Varga et al. ¹⁷	Ensayo clínico	Comparar los tres protocolos de cirugía guiada estática conocidos (piloto, parcial y completo) entre sí con cirugía a mano	101 pacientes. 207 implantes dentales.	CBCT. Escáner intraoral. software de planificación (SMART Guide, dicomLAB). Guía quirúrgica	Parcialmente edéntulos.	El abordaje guiado estático mejora significativamente la precisión de la cirugía de implante dental en comparación con la cirugía a mano

		alzada en términos de precisión		estereolitográfica.		alzada; además, los resultados sugieren que cualquier grado de orientación produce mejores resultados que la cirugía a mano alzada y que aumentar el nivel de orientación aumenta la precisión.
Monaco et al. ¹⁸	Estudio retrospectivo	Comparar la precisión posicional 3D de cuatro protocolos quirúrgicos guiados utilizando un análisis de desviaciones lineales y angulares.	56 pacientes. 120 implantes dentales.	CBCT Escáneres intraorales (True Definition, versión de software 5.1.1, 3M Espe, St. Paul, MN, EE. UU., y escáner intraoral DWIOS, versión de software 1.7 (DentalWings, Montreal, Canadá). Software de planificación coDiagnostiX 9.7 (Dental Wings	Parcialmente edéntulos. Totalmente edéntulos.	El uso de guías quirúrgicas con soporte dental puede ser más preciso que el uso de guías con soporte mucoso, mientras que las guías tanto parcial como totalmente guiadas pueden simplificar la cirugía y ayudar en la colocación óptima del implante y el uso de una impresión digital para

				Inc, Montreal, Canadá). Guías quirúrgicas coDiagnostiX 9.7.		evaluar la posición final del implante puede evitar un segundo CBCT.
Gjelvold et al. ²²	Estudio prospectivo no aleatorizado	Comparar los resultados clínicos y estéticos entre los implantes individuales cargados inmediatamente colocados con y sin un procedimiento de cirugía totalmente guiada.	46 pacientes. 46 implantes dentales.	CBCT Escáner intraoral TRIOS 3, 3Shape. Software de cirugía guiada (Implant Studio, 3Shape). Guías quirúrgicas (E-Shell 600 Clear, DeltaMed).	Implante unitario.	La carga inmediata en combinación con la cirugía totalmente guiada podría afectar negativamente la supervivencia del implante y dicho trabajo digital parecen tener un efecto positivo en la adaptación temprana de los tejidos blandos.
Yimarj et al. ⁵	Estudio prospectivo aleatorizado	Comparar la precisión de la posición del implante, así como el paralelismo entre dos implantes	30 paciente. 60 implantes dentales.	CBCT escáner intraoral (D900L, 3Shape, Copenhagen, Dinamarca). Software de planificación	Espacio edéntulo que requerían una prótesis dental fija sostenida por dos	los sistemas estáticos y dinámicos parecen lograr resultados clínicos similares cuando se colocan dos implantes in

		colocados con cirugía asistida por computadora estática o dinámica		coDiagnostiX, versión 9.7 (Dental Wings Inc, GmbH.) Guía quirúrgica estereolitográfica (VisiJet MP200, VisiJet M3 Stone Plast; 3D Systems, Inc,	implantes.	vivo, no solo con respecto a la desviación de la posición óptima del implante, sino también con respecto al paralelismo del implante.
Skjerven et al. ⁶	Estudio prospectivo	Evaluar el procedimiento de cirugía de implantes guiada.	20 pacientes. 27 implantes dentales.	CBCT Escáner intraoral TRIOS 2 IO (3Shape). Software de planificación digital (3Shape Implant Studio, 3Shape). Guía quirúrgica.	Parcialmente edéntulo.	un procedimiento simplificado en el que una modalidad de planificación digital completa genera una guía estereolitográfica estática produce resultados comparables a los de la cirugía de implante guiada convencional.
Puchades et al. ⁷	Estudio retrospectivo controlado	Comparar la colocación de implantes por	73 pacientes.	CBCT Software de planificación	Parcialmente edéntulos.	los pacientes manifestaron una mejor percepción

	aleatorizado	guía quirúrgica (CAIPP) y los protocolos de planificación y colocación convencionales de acuerdo a la percepción del paciente.		(Simplant (Bélgica). Guía quirúrgica (Dentsply Sirona implants in Bélgica)		del tratamiento de los protocolos CAIPP sobre los protocolos convencionales antes y después del tratamiento.
Kiatkroekkrai et al. ²⁸	Ensayo clínico controlado aleatorizado	Comparar la precisión de la posición del implante mediante la técnica de cirugía guiada estática utilizando guías quirúrgicas producidas por las dos técnicas de adquisición de exploración de superficie óptica intraoral frente a extraoral.	47 pacientes. 60 implantes.	CBCT. Escáner intraoral. (Trios Scanner; 3Shape®, Copenhague, Dinamarca) Software de planificación coDiagnostiX 9.7 (Dental Wings Inc., Montreal, Canadá). Guía quirúrgica esterolitográficas.	Espacios edéntulos únicos.	La cirugía asistida con guías estereolitográficas fabricadas mediante exploraciones intraorales o extraorales parece dar como resultado la misma precisión en el posicionamiento del implante

CAPITULO V

DISCUSIÓN

Los resultados de esta investigación muestran que los estudios más prevalentes son ensayos clínicos, desarrollados mayormente por cirujanos maxilofacial y rehabilitadores bucales; a su vez, se han realizado en países de habla anglosajona y pocos en países hispanoparlantes, esto puede deberse a que la mayoría de artículos se han diseñado en países desarrollados como Estados Unidos, Brasil y países europeos, en donde es más posible la adquisición y empleo de las herramientas digitales utilizadas en el tratamiento de implantes dentales.

Pudo observarse que la introducción del software ha integrado la información de varias herramientas como la TC, CBCT, escáner intraoral, dando lugar a un gran avance en la planificación del tratamiento en implantes virtuales en el que tienen en cuenta tanto las estructuras anatómicas vitales circundantes como los requisitos protésicos; puesto que los implantes dentales requieren una colocación precisa para obtener resultados ideales tanto funcionales, estéticos e higiénicos; es por ello, que Raabe et al.³ y Regidor et al.⁹ y concuerdan que son recursos válidos para el diagnóstico, la planificación del tratamiento y la cirugía de pacientes parcial o totalmente edéntulos.

En cuanto a la TC o CBCT, Kernén et al.¹¹ y Lin et al.¹⁷ exponen que no muestran suficientemente la superficie del diente para la configuración protésica y la producción de guías, especialmente en presencia de restauraciones ya que se

producen rayas y áreas extintas; también, ocurre una distorsión y un contraste deficiente de los tejidos blandos

www.bdigital.ula.ve

cuando el paciente se mueve; por lo tanto, se puede incluir un modelo dental virtual obtenido de una exploración óptica intraoral o una exploración extraoral de impresiones o moldes de yeso como lo realizaron en el ensayo clínico de Varga et al.¹⁷ y Kiatkroekkrai et al.²⁸, para ser alineados entre sí antes de la planificación de implantes dentales.

De acuerdo con la revisión sistemática de Kernen et al.¹¹, y la mayoría de casos clínicos y ensayos clínicos los softwares más usados fueron CoDiagnostiX[®] (CDX), Simplant[®] (SIM), Smop[®] (SMP), Nobel Biocare[®](NC) y 3Shape[®](IST); y con menor frecuencia se identificaron otros softwares como el Blue Sky Plan[®] en el caso clínico de Li et al.¹⁹ y R2GATE[®], Ben Q AB Guided Service[®], SMART Guide[®], P3Dental[®], en los ensayos clínicos de Cristache et al.¹², Lin et al.¹⁶, Varga et al.¹⁷ y Cunha et al.²¹ respectivamente; todos ellos emplean para el diagnóstico de la estructura ósea el formato DICOM universal para la importación de datos TC o CBCT, proporcionando un entorno virtual que muestra la ubicación coronal y apical del implante en un modelo de imagen 3D.

Igualmente, los sistemas antes mencionados permiten la importación de datos de escaneo en el formato STL universal, pero de manera particular IST ofrece tecnología patentada de escaneo intraoral y escaneo de laboratorio dental (Trios, 3Shape) en la que muestra textura y color de los dientes y la mucosa; por su parte, el software CDX se vinculó con el software Cares (DentalWings, Canadá) que proporciona un escáner de laboratorio dental patentado para moldes de yeso; ambos sistemas de escaneo patentados proporcionan modelos virtuales como archivo STL que podrían usarse con cualquier sistema de planificación de implantes dentales.

Aunque, el sistema de planificación de implantes NC importa exclusivamente escaneos de modelos en un formato de datos patentado llamado NXA que solo puede adquirirse con el escáner de laboratorio dental patentado Nobel Procera G2 (Nobel Biocare, Suiza); por lo tanto, el uso de exploraciones intraorales para la planificación

de implantes no es posible con este sistema, ya que no existe un escáner intraoral patentado y ningún escáner intraoral de terceros producía el formato de datos NXA.

En caso de una desviación visible de la posición del implante dental al realizar la superposición de la imagen de diagnóstico del paciente con la imagen de la impresión 3D, los softwares antes mencionados especifican en su estudio que requieren por parte del especialista ajustar el registro moviendo manualmente los modelos, para que el modelo 3D de la anatomía de la boca del paciente resultante sea descargado, para así planificar la cirugía en el software de planificación y finalmente el odontólogo vuelve a cargarlo en el centro de producción para que los técnicos puedan producir la guía quirúrgica y el protocolo quirúrgico correspondiente.

Después de la planificación preoperatoria, la guía quirúrgica es utilizada para transferir la posición del implante dental al sitio quirúrgico, se puede obtener utilizando un flujo de trabajo parcial (PDW) o totalmente digital (FDW) con o sin colgajo; en este caso Cristache et al.¹², Varga et al.¹⁷ y Gjelvold et al.²² mediante un ensayo clínico aleatorizado (ECA), en el cual los pacientes eran clase III de Kennedy con cuatro o menos dientes perdidos seguidos y con una guía quirúrgica con soporte dental. Ambos protocolos de inserción de implantes lograron resultados exitosos al año de seguimiento, sin complicaciones y con reducción de la pérdida ósea periimplantaria sin diferencia estadísticamente significativa entre FDW y PDW para implantes dentales insertados tanto en maxilar como en mandíbula. Además, observaron ganancia ósea al año de seguimiento, esto podría explicarse por el tipo de implante utilizado con conexión cónica y la cirugía sin colgajo con preservación del soporte sanguíneo perióstico.

En cuanto al tipo de guía, Yimarj et al.⁵ y Skejerven et al.⁶ concuerdan que una alineación y registro incorrectos entre el modelo virtual de los dientes (derivado de un escaneo de superficie intraoral o escaneo extraoral de un yeso) y el modelo de CBCT puede ser una fuente de error para las guías con soporte dentario, por lo que la desviación causada por un registro inexacto se transfiere al campo quirúrgico y puede

dar lugar a discrepancias clínicamente inaceptables entre la posición planificada y real del implante.

Asimismo, Li et al.¹⁹ informaron que las guías con soporte óseo se mueven con frecuencia y de forma espontánea durante el fresado, y que el ajuste de la profundidad de la broca requería controles frecuentes durante el uso de dicho tipo de soporte de la guía, esto se debe al hecho de que el ajuste intraoral de la guía quirúrgica podría ser más difícil por la posible interferencia del tejido; por lo tanto, al utilizar guías con soporte óseo, el cirujano debe prestar especial atención al ajuste y la estabilidad de la guía para minimizar la pérdida de precisión.

En relación a la fabricación de guías quirúrgicas, solo los ECA Vargas et al.¹⁷ Cunha et al.²² y Kiatkroekkrai et al.²⁸ que emplearon la técnica de creación rápida de prototipos o estereolitográfica, en sus resultados concuerdan que el tipo de guía puede afectar la precisión de la cirugía de implantes guiada, sobre todo indican que el uso de guías estereolitográficas con soporte dentario da como resultado una mayor precisión durante la colocación del implante, en comparación con el soporte de hueso y mucosa. Además, las propiedades físicas de la guía quirúrgica utilizada y la manipulación por parte del cirujano pueden resultar en complicaciones durante la cirugía sobre todo la guía con soporte óseo que se fracturan durante la cirugía.

Por su parte, Seo y Juodzbaly¹⁰ sugieren que existe factores que podrían influir en la precisión de la colocación de implantes cuando se usa guía quirúrgica estereolitográfica con soporte mucoso, tal es caso de que a medida que el grosor de la mucosa es mayor la desviación en el vértice del implante aumenta puesto que una mucosa gruesa provoca el movimiento de la guía, pero aumenta la estabilidad y reduce el desplazamiento de dicha guía cuando se fija con tornillos sobre la mucosa del maxilar o mandíbula; en contraste, existe una mejor precisión en la colocación del implante con guía quirúrgica CAD/CAM; sin embargo, la posición del implante depende de la anatomía individual de los maxilares y de la capacidad de colocar la guía quirúrgica guiada por CAD/CAM en la posición adecuada.

De manera similar, ocurre el desplazamiento de dicha guía en pacientes fumadores debido a que presentan una mucosa significativamente gruesa fibrosa, suponen que cuando se utilizan guías quirúrgicas los implantes tienden a colocarse de forma más superficial de lo previsto y se acercan a la posición planificada cuando se inserta más profundamente en los sitios óseos con menor densidad ósea; también ocurre por la inflamación de la mucosa causada por la inyección del anestésico local influye en la posición de la guía quirúrgica.

El uso de la planificación digital de implantes de acuerdo a Yogui et al.¹ permite que la restauración provisional sea más predecible sobre implante dental, la cual requiere menos tiempo para el ajuste o adaptación en protocolos de carga inmediata, hay mayor precisión en la posición y angulación del implante, posibilidad de una cirugía sin colgajo; sin embargo, tiene la desventaja de costos superiores en comparación con la técnica convencional, no permite que el líquido refrigerante entre en contacto directo con la fresa durante la perforación ósea, lo que puede provocar un aumento de la temperatura del hueso y posiblemente aumentar la reabsorción ósea.

Para detallar lo anterior, en el ensayo clínico aleatorizado (ECA) de Varga et al.¹⁷ la planificación digital obtuvo mejores resultados en comparación con la técnica convencional; la situación clínica de los pacientes eran parcialmente edéntulos en maxilar o mandíbula (1 a 6 dientes, máximo 3 seguidos), condiciones satisfactorias en tejidos blandos y duro, cuya planificación consistió en CBCT, dos escaneo uno intraoral y otro del modelo de yeso, utilizaron los kits quirúrgicos guiados de Alpha-Bio Tec (Israel) y guía quirúrgica con soporte dental. Además, dicha técnica permite una angulación del implante más precisa, siendo esta importante no solo por razones estéticas y biomecánicas, sino porque la mala angulación puede interferir con el plan protésico.

Aunado a ello, el caso clínico de Raabe et al.³ y ECA de Puchades et al.⁷ cuyos pacientes eran parcialmente edéntulos, mediante una planificación totalmente digital y tratamiento de una cirugía sin colgajo y con colgajo, guía quirúrgica con soporte dental, en el que los pacientes obtuvieron un nivel mejorado de comprensión y

expectativa de los procedimientos prostodónticos en comparación con los patrones de comunicación tradicionales. También, los resultados demostraron que un abordaje sin colgajo es favorable en términos de molestias posoperatorias; sin embargo, en muchos tratamientos con implantes dentales, hay disponibilidad insuficiente, lo que hace imposible un abordaje sin colgajo y sin una guía quirúrgica.

Finalmente, lo planteado por Yogui et al.¹ en su revisión sistemática, enfatiza que el posicionamiento preciso del implante dental es el resultado de una planificación correcta utilizando software dental y un buen ajuste de la guía sobre los dientes restantes o la mucosa del paciente, esto depende en gran medida de la capacidad del técnico de laboratorio y de la máquina CAM. Más aún, Cunha et al.²¹ resalta que la técnica quirúrgica sin colgajos (Flapless) se asocia con una mejor estética como la estabilidad en el nivel de las papilas, período posoperatorio con menos trauma, inflamación, sangrado, edema y hematoma debido al menor tiempo quirúrgico.

www.bdigital.ula.ve

www.bdigital.ula.ve

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.2 Conclusiones

El uso de la planificación digital en implantes dentales permite la participación activa del radiólogo, cirujano, rehabilitador y técnico de laboratorio dando resultados más predecibles, mínimo riesgo de lesión de estructuras anatómicas críticas, utilizar el ancho y la altura del hueso alveolar máximo disponible lo que permite la colocación de un implante de mayor diámetro y tal vez con una mayor angulación, para evitar las técnicas de injerto o regeneración ósea más complejas. Además, de un tiempo quirúrgico reducido, especialmente en casos complejos, lo que redundará en mejores resultados centrados en el paciente.

Aunado a ello, la colocación de implantes sin colgajo, puede reducir la reabsorción ósea crestal, mantener mejor los perfiles de tejidos blandos, incluida la posición del margen gingival y la papila interdental. La evidencia mostró que el paso de un implante a través de la encía no interfiere con la oseointegración, los niveles óseos y los resultados estéticos. Evitar la elevación del colgajo y las suturas da como resultado menos dolor, edema y sangrado posoperatorios, y la reanudación inmediata de los procedimientos de higiene bucal.

En contraste, las desventajas de la planificación digital radican en el aumento del tiempo de planificación preoperatoria, costo adicional de fabricación de la guía y la compra de hardware, software, instrumentos y taladros especiales; requiere una curva

de aprendizaje y gastos relacionados con la formación y familiarización con el software

www.bdigital.ula.ve

y las herramientas proporcionadas; y la necesidad de condiciones anatómicas favorables en términos de apertura bucal.

En cuanto a la imagenología diagnóstica 3D, permite una exposición razonablemente baja a la radiación, la cual crea un entorno virtual que imita el procedimiento quirurgo, elegir el tamaño adecuado del implante dental, muestra la ubicación coronal y apical del implante dental. Sin embargo, las inexactitudes pueden resultar de la adquisición del conjunto de datos afectando la calidad de la imagen por objetos de alta densidad como las restauraciones metálicas o el movimiento del paciente durante el examen de CBCT o TC; también, error humano al momento de realizar la manipulación manual debido a desviación de la posición del implante dental al superponer el archivo DICOM y STL.

Por otra parte, el implante se inserta completamente a través de la guía quirúrgica, lo que permite el control de la profundidad vertical del implante dental solo indirectamente a través de las marcas de la guía; al mismo tiempo, el operador tiene muy poca percepción táctil de la estabilidad del implante dental que no sea el valor del torque; la misma que se fabrica a través de dos técnicas; la primera es basada en modelos, la cual se crean manualmente o con tecnología computarizada mediante fresado o impresión láser, cuya desventaja radica en que requiere de muchos pasos manuales necesarios para diseñar. Mientras que, la segunda técnica, de creación rápida de prototipo, proporciona mayor precisión y mínimos pasos manuales, pero el inconveniente de este proceso es la imposibilidad de realizar cambios una vez fabricada la guía.

De acuerdo con el tipo de guía, la alineación y registro incorrectos entre el modelo virtual de los dientes (derivado de un escaneo de superficie intraoral o escaneo extraoral de un modelo de yeso) y el modelo de la CBCT puede ser una fuente de error para la guía con soporte dentario; en cuanto a la guía con soporte óseo, esta se mueve con frecuencia y de forma espontánea durante el fresado, lo cual requiere controles frecuentes durante su uso; finalmente, un mayor grosor de la mucosa aumenta, la inflamación de la mucosa causada por la inyección de anestesia local son

los factores más comunes que afectan la precisión de la colocación del implante con una guía con soporte mucoso.

6.2 Recomendaciones

- Realizar ensayos clínicos con un seguimiento mayor a 5 años para comprender los beneficios de utilizar herramientas de planificación digital en implantes dentales. Es importante mencionar que en la literatura no se ha establecido un consenso sobre el período de seguimiento ideal; sin embargo, algunos ECA han realizado un seguimiento de la pérdida ósea marginal en torno a los implantes durante un mínimo de 5 años.
- Realizar estudios asociado con el uso del software en el que se evalúe la relación entre tiempo y costo, ya que esta planificación puede convertirse en una opción viable en el futuro y debe tenerse en cuenta.
- Realizar ensayos clínicos en el que los resultados clínicos reflejen las ventajas y desventajas al utilizar guía quirúrgica fabricada mediante la técnica basada en modelos ya sea manualmente o con tecnología computarizada mediante fresado o impresión láser.
- Realizar investigaciones en pacientes en el que se analice las beneficios y limitaciones de cada software digital.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Yogui FC, Verri FR, Gomes JM, Lemos CAA, Cruz RS, Pellizzer EP. Comparison between computer-guided and freehand dental implant placement surgery: A systematic review and meta-analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg* [Internet] 2021. [acceso 29 de julio de 2021];50(2):242-250. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32921557/>
2. Tatakis DN, Chien HH, Parashis AO. Guided implant surgery risks and their prevention. *Periodontology 2000* [Internet] 2019. [acceso 29 de julio de 2021];81(1): 194-208. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/prd.12292>
3. Raaebe C, Janner SFM, Abou A. flujo de trabajo digital integral y cirugía de implantes asistida por computadora en un paciente con ancho de cresta reducido. Reporte de caso de un abordaje de boca dividida. *Revista dental suiza SSO* [Internet] 2021. [acceso 29 de julio de 2021]; 131: 437-441. Disponible en:
4. Moamen S, Mohamed K, Ahlam M. .Evaluation of the accuracy of implant placement by using fully guided versus partially guided tissue-supported surgical guides with cylindrical versus C-shaped guiding holes: A split-mouth clinical study. *JPD The Journal of Prosthetic Dentistry* [Internet] 2020. [acceso 29 de julio de 2021];1-8. Disponible en: <https://scihub.se/10.1016/j.prosdent.2020.02.025>
5. Yimarj P, Subbalekha K, Dhaneuan K, Siriwatana K, Mattheos N, Pimkhaokham A. Comparison of the accuracy of implant position for two-implants supported fixed dental prosthesis using static and dynamic computer-assisted implant surgery: A randomized controlled clinical trial. *Clin Implant Dent Relat Res* [Internet] 2020. [acceso 29 de julio de 2021];22(6) :672-678. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32939934/>
6. Skjerven H, Olsen-Bergem H, Rønold HJ, Riis UH, Ellingsen JE. Comparison of postoperative intraoral scan versus cone beam computerised tomography to measure accuracy of guided implant placement—A prospective clinical study. *Clin Oral Implants Res* [Internet] 2019. [acceso 29 de julio de 2021];30(6):531-541. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31002415/>
7. Puchades M, Alfaro F, Naenni N, Jung R, Hämmerle C, Schneider D. A Randomized Controlled Clinical Trial Comparing Conventional And Computer-Assisted Implant Planning and Placement in Partially Edentulous Patients. Part 2: Patient Related Outcome Measures. *Int J Periodontics*

- Restorative Dent [Internet] 2019. [acceso 29 de julio de 2021];39(4):99-110. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30118533/>
8. Chen Y, Zhang X., Wang M., Jiang Q, Mo A. Accuracy of Full-Guided and Half-Guided Surgical Templates in Anterior Immediate and Delayed Implantation: A Retrospective Study. MDPI [Internet] 2021. [acceso 29 de julio de 2021]; 14(26): 1-12. Disponiblen en: <https://dx.doi.org/10.3390/ma14010026>
 9. Arias Fidiás. Proyecto de Investigación. 7ma ed . Caracas: Editorial Episteme; 2016. P.23-27.
 10. Regidor E, Albizu N, Azkue A, González M, Gross E, Ortiz A. Flujo digital integral para la restauración implanto-soportada inmediata [Internet] 2021. [acceso 1 de agosto de 2021];40-48. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Erik-Regidor/publication/351997281_Digital_Workflow_for_guided_surgery_immediate_loading/links/60b4d7f245851557baaf9010/Digital-Workflow-for-guided-surgery-immediate-loading.pdf
 11. Seo C, Juodzbaly G. Accuracy of Guided Surgery via Stereolithographic Mucosa-Supported Surgical Guide in Implant Surgery for Edentulous Patient: a Systematic Review. J Oral Maxillofac Res [Internet] 2018. [acceso 1 de agosto de 2021] ;9(1). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5913414/>
 12. Kern F, Kramer J, Wanner L, Wismeijer D, Nelson K, Flügge T. A review of virtual planning software for guided implant surgery - Data import and visualization, drill guide design and manufacturing. BioMed Central Ltd [Internet] 2020. [acceso 1 de agosto de 2021]; 20. Disponible en : <https://doi.org/10.1186/s12903-020-01208-1>
 13. Cristache CM, Burlibasa M, Tudor I, Totu EE, Di Francesco F, Moraru L. Accuracy, labor-time and patient-reported outcomes with partially versus fully digital workflow for flapless guided dental implants insertion-a randomized clinical trial with one-year follow-up. Journal of Clinical Medicine [Internet] 2021. [acceso 1 de agosto de 2021];10(5): 1-18. Disponible en : <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33800946/>
 14. Vargas G, Chun EP, Panegaci S, Santos T. Análisis del flujo de trabajo digital en implantología. Hindawi [Internet] 2021 . [acceso 1 de agosto de 2021]; 21: 1-7. Disponible en: <https://www.hindawi.com/journals/crid/2021/6655908/>
 15. Moreno Pérez N, Pérez M, Peña Cardelles N, Otero Mena JF, Ortega Concepción I, Moreno et al. Flujo digital en la rehabilitación unitaria sobre

implantes en el sector anterior. Planificación quirúrgica y protésica. A propósito de un caso. *Cient. Dent.* [Internet] 2020 . [acceso 1 de agosto de 2021]; 17 (2): 129-137 Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/en/ibc-195101>

16. Rigidor et al. Revolución digital en pro de la cirugía implantológica mínimamente invasiva. *El dentista moderno* [Internet] 2020. [acceso 2 de agosto de 2021]; 18-25. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Erik-Regidor/publication/346401274_Guided_Surgery_immediate_loading_protocol_Regidor_et_al_2020/links/5fbff1c6458515b7977334c0/Guided-Surgery-immediate-loading-protocol-Regidor-et-al-2020.pdf
17. Lin CC, Wu CZ, Huang MS, Huang CF, Cheng HC, Wang DP. Fully Digital Workflow for Planning Static Guided Implant Surgery: A Prospective Accuracy Study. *J Clin Med.* [Internet] 2020. [acceso 2 de agosto de 2021];9(4):980. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32244735/>
18. Varga E, Antal M, Major L, Kiscsatári R, Braunitzer G, Piffkó J. Guidance means accuracy: A randomized clinical trial on freehand versus guided dental implantation. *Clin Oral Implants Res* [Internet] 2020 . [acceso 2 de agosto de 2021];31(5):417-430. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31958166/>
19. Monaco C, Arena A, Corsaletti L, Santomauro V, Venezia P, Cavalcanti R, et al. 2D/3D accuracies of implant position after guided surgery using different surgical protocols: A retrospective study. *J Prosthodont Res* [Internet] 2020. [acceso 2 de agosto de 2021] ;64(4):424-430. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32063539/>
20. Li J, Sommer C, Wang H-L, Lepidi L, Joda T, Mendonca G. Creating a virtual patient for completely edentulous computer-aided implant surgery: A dental technique. *J Prosthet Dent* [Internet] 2021. [acceso 2 de agosto de 2021]; 125(4):564-568. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32376032/>
21. Papaspyridakos P, Chochlidakis K, Kang K, Chen Y wei, Alghfeli A, Kudara Y, et al. Digital Workflow for Implant Rehabilitation with Double Full-Arch Monolithic Zirconia Prostheses. *J Prosthodont* [Internet] 2020. [acceso 2 de agosto de 2021]; 29(6):460-465. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32185825/>
22. Cunha RM, Souza FÁ, Hadad H, Poli PP, Maiorana C, Carvalho PSP. Accuracy evaluation of computer-guided implant surgery associated with prototyped surgical guides. *J Prosthet Dent* [Internet] 2021. [acceso 2 de

agosto de 2021];125(2):266-272. Disponible en:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32111393/>

23. Gjelvold B, Mahmood D, Wennerberg A. Accuracy of surgical guides from 2 different desktop 3D printers for computed tomography-guided surgery J Prosthet Dent [Internet] 2020. [acceso 2 de agosto de 2021]; 121(3): 513-522. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30442377/>
24. Kim SM, Son K, Kim DY, Lee KB. Digital evaluation of the accuracy of computer-guided dental implant placement: An in vitro study. Appl Sci [Internet] 2019. [acceso 2 de agosto de 2021];9(16). Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/335229601_Digital_Evaluation_of_the_Accuracy_of_Computer-Guided_Dental_Implant_Placement_An_In_Vitro_Study
25. Joda T, Ferrari M, Brägger U. Monolithic implant-supported lithium disilicate (LS2) crowns in a complete digital workflow: A prospective clinical trial with a 2-year follow-up. Clin Implant Dent Relat Res [Internet] 2017. [acceso 3 de agosto de 2021];19(3):505-511. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28093860/>
26. Al Yafi F, Camenisch B, Al-Sabbagh M. Is Digital Guided Implant Surgery Accurate and Reliable?. Dental Clinics of North America [Internet] 2019. [acceso 2 de agosto de 2021]; 63: 381-397. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31097133/>
27. Kalaivani G, Balaji VR, Manikandan D, Rohini G. Expectation and reality of guided implant surgery protocol using computer-assisted static and dynamic navigation system at present scenario: Evidence-based literature review. Journal of Indian Society of Periodontology [Internet] 2020. [acceso 2 de agosto de 2021]; 24(5): 398-408. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7592620/>
28. Deeb GR, Tran DQ, Deeb JG. Computer-Aided Planning and Placement in Implant Surgery. Atlas of the Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America [Internet] 2020. [acceso 5 de agosto de 2021]; 28(2): 53-58. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32741514/>
29. Kiatkroekkrai P, Takolpuckdee C, Subbalekha K, Mattheos N, Pimkhaokham A. Accuracy of implant position when placed using static computer-assisted implant surgical guides manufactured with two different optical scanning techniques: a randomized clinical trial. Int J Oral Maxillofac Surg [Internet]

2020. [acceso 5 de agosto de 2021];49(3):377-383. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31543382/>

30. Grant MJ, Booth A. A typology of reviews: An analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Information and Libraries Journal* [Internet] 2009. [acceso 5 de agosto de 2021]; 26(2) : 91-108. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19490148/>
31. Manchado R, Rocío E, Garabito M, Tamames Gómez S, López González M, Macías LM, et al. Revisiones Sistemáticas Exploratorias Scoping review. *Med Segur Trab* [Internet] 2009. [acceso 5 de agosto de 2021]; 55(216): 12-19. Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/mesetra/v55n216/especial.pdf>
32. Tattan M, Chambrone L, González O, Avila G. Static computer-aided, partially guided, and free-handed implant placement: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Clin Oral Impl Res* [Internet] 2020. [acceso 5 de agosto de 2021];31(10):889–916. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32654230/>
33. Orentlicher G, Horowitz A, Kobren L. Computer-Guided Dental Implant Treatment of Complete Arch Restoration of Edentulous and Terminal Dentition Patients. *Oral and Maxillofacial Surgery Clinics of North America* [Internet] 2019. [acceso 5 de agosto de 2021]; 31(3): 399-426. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31253346/>
34. D'haese, Vrombaut T, Hommeez G, Bruyn H. Accuracy of Guided Implant Surgery in the Edentulous Jaw Using Desktop 3D-Printed Mucosal Supported Guides J. *Clin. Medicina* [Internet] 2021. [acceso 5 de agosto de 2021];10(3): 391. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/jcm10030391>
35. Fortes J, Oliveira C, Matsumoto W, Goncalves R, Tirapelli C. Influence of 2D vs 3D imaging and professional experience on dental implant treatment planning. *Clin Oral Invest* [Internet] 2019. [acceso 5 de agosto de 2021]; 23(2): 929-936. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00784-018-2511-1>
36. Edelmann C, Wetzel M, Knipper A, Luthardt RG, Schnutenhaus S. Accuracy of computer-assisted dynamic navigation in implant placement with a fully digital approach: A prospective clinical trial. *J Clin Med* [Internet] 2021. [acceso 26 de septiembre de 2021];10(9). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8122675/>
37. Mesalles A, Del Moral J, Garcia A, Khatskelevich A. Cirugía mínimamente

invasiva de implantes dentales guiada por ordenador. *Medicent Electron* [Internet] 2019. [acceso 03 de septiembre de 2021];23(2). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30432019000200105

38. Ammoun R, Dalal N, Abdulmajeed AA, Deeb GR, Bencharit S. Effects of two Postprocessing Methods onto Surface Dimension of in-Office Fabricated Stereolithographic Implant Surgical Guides. *J Prosthodont* [Internet] 2021. [acceso 03 de septiembre de 2021];30(1):71-75. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32686246/>
39. Pyo SW, Lim YJ, Koo KT, Lee J. Methods Used to Assess the 3D Accuracy of Dental Implant Positions in Computer-Guided Implant Placement: A Review. *J Clin Med* [Internet] 2019. [acceso 03 de septiembre de 2021];8(1):54. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30621034/>
40. De Vico G, Ferraris F, Arcuri L, Guzzo F, Spinelli D. A novel workflow for computer guided implant surgery matching digital dental casts and cBct scan. *Oral Implantol* [Internet] 2016. [acceso 03 de septiembre de 2021]; 9 (1): 33-48. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5159931/>
41. Coachman C, Bernahrd M, Bohner L, Sesma N. Dental software classification and dento-facial interdisciplinary planning platform. *J Esthet Restor Dent* [Internet] 2021. [acceso 03 de septiembre de 2021]; 33: 99–106. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jerd.12713>
42. Oliveira A, Garrido M, López E, Guerra J, García O, Ortega V. Oral Treatment planning with software for guided surgery in implant dentistry. *Av Odontostomatol* [Internet] 2019. [acceso 26 de septiembre de 2021]; 35(2): 59-68. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S021312852019000200002&script=sci_abstract&tlng=en
43. Page M, Mckenzie J, Bossuyt P, Boutron I, Hoffmann T, Mulrow C et al. La declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista española de cardiología* [Internet] 2020. [acceso 27 de julio de 2021]; 74(9): 790-799. Disponible en: [https://www.revespcardiol.org/es-declaracion-prisma-2020-una-guia-articulo-S0300893221002748#:~:text=La%20declaraci%C3%B3n%20PRISMA%20\(Preferred%20Reporting,los%20autores%20y%20qu%C3%A9%20encontraron](https://www.revespcardiol.org/es-declaracion-prisma-2020-una-guia-articulo-S0300893221002748#:~:text=La%20declaraci%C3%B3n%20PRISMA%20(Preferred%20Reporting,los%20autores%20y%20qu%C3%A9%20encontraron)
44. Arksey H, O'Malley L. Estudios de alcance: hacia un marco metodológico. *International Journal of Social Research Methodology* [Internet] 2005.

[acceso 27 de julio de 2021]; 8 (1): 19-32. Disponible en:
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/1364557032000119>

www.bdigital.ula.ve