

**REPÚBLICA DOMINICANA  
UNIVERSIDAD IBEROAMERICANA  
FACULTAD DE CIENCIAS EN LA SALUD  
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA**



Trabajo final de grado para optar por el título de:  
Doctor en Odontología

**“Uso de tecnología computarizada en la rehabilitación bucal.”**

**Estudiante:**

Amelia Mateo 18-0958  
Rolando Cortés 18-0971

**Docente Especializado:**

Dra. María del Pilar García

**Docente Titular:**

Dra. María Thomas

Los conceptos emitidos en el presente trabajo final son de la exclusiva responsabilidad del estudiante.

**Santo Domingo, Distrito Nacional**

**Martes 12 de octubre, 2021**

## **AGRADECIMIENTOS**

Empezar agradeciéndole a Dios por sobre todas las cosas, creo que me dio la fuerza, paciencia y sabiduría necesarias para poder alcanzar esta meta. A mi familia, especialmente a mi madre Praxedes Morillo, padre Ruben Mateo y hermano mayor Ruben Dario Mateo por haberme guiado en esta trayectoria y gracias a su apoyo en todo momento del día y a sus consejos pude encontrar la solución a muchas situaciones que se me presentaron a lo largo de este camino.

A mis profesoras las doctoras Maria Theresa Thomas por asesorarnos y nuestra docente titular Maria del Pilar Garcia. Por último y no menos importante a mi mejor amigo y pareja Rolando Cortés que al igual que mi familia, estuvo siempre a mi lado incondicionalmente ayudándome y apoyándome en cada paso que tomé desde el principio hasta el final.

Amelia Mateo

## **AGRADECIMIENTOS**

Quisiera agradecer a Dios por haberme guiado en todo momento para poder lograr la carrera que tanto he deseado. Quisiera agradecer a mi familia por los valores que me inculcaron que hoy en día me han hecho la persona que soy. Agradezco a mi padre que siempre estuvo comunicándose conmigo constantemente brindándome todo su apoyo especialmente en situaciones difíciles de la vida. Agradezco a Amelia Mateo y su familia que desde que los conocí siempre han aportado cosas positivas en mi vida.

Quisiera darle las gracias a la Universidad Iberoamericana de Odontología (UNIBE) por abrirme las puertas y darme la oportunidad de poder realizar una profesión de la que me siento muy orgulloso. Agradezco a las doctoras Maria Teresa Thomas y Maria Del Pilar por habernos acompañado durante todo este proceso y a todos los doctores que me compartieron su conocimiento para poder hoy en día convertirme en un profesional de la salud.

Rolando Cortés

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar esta tesis a Dios, por haberme dado la sabiduría y permitirme llegar a este último paso. A mis padres por sus sacrificios para darme todo lo mejor siempre y hermanos por su apoyo incondicional para alcanzar esta meta tan importante. A mi compañero de trabajo, pareja y sostén Rolando Cortés por siempre estar para mí. Sin todos ustedes no lo hubiese logrado.

Amelia Mateo

## **DEDICATORIA**

Quisiera dedicar esta tesis a mi familia que gracias a su amor, paciencia y esfuerzo cumpla hoy un logro más en mi vida. Les agradezco por inculcar valores en mí y por el apoyo incondicional que me han brindado. También quisiera dedicar la tesis a Dios por darme fortaleza, salud y sabiduría para poder culminar con la carrera que tanto he deseado. Por último y no menos importante a mi pareja Amelia Mateo que me estuvo acompañando durante todo este largo proceso.

Rolando Cortés

## RESUMEN

Se le conoce como CAD/CAM al conjunto de herramientas que hace que sea posible para profesionales de la salud dental realizar rehabilitaciones y restauraciones complejas brindando una mayor rapidez, eficiencia y precisión. Este estudio exploratorio/descriptivo tiene como objetivo general evaluar el “uso de tecnología computarizada en la rehabilitación bucal” con el fin de determinar sus beneficios, ventajas y posibles desventajas. También se desea resaltar en las áreas de la odontología donde nos podemos beneficiar del uso de esta tecnología teniendo en cuenta especialmente el área de prostodoncia. En cuanto al aspecto metodológico, se manejó una investigación de tipo no experimental, descriptiva, de análisis y síntesis sustentada en una revisión bibliográfica en bases de datos, usando como palabras claves, “CAD/CAM”, “Impresión 3D”; “CAD / CAM”; “Impresión digital”; “Escáner digitales”; “rehabilitación bucal”. El propósito de esta tesis es proveer una referencia general del tema “uso actual de la tecnología computarizada en la rehabilitación bucal” con el fin de aumentar el grado de familiaridad.

**Palabras claves:** “CAD/CAM”, “Impresión 3D”; “CAD / CAM”; “Impresión digital”; “Escáner digitales”; “rehabilitación bucal”.

## **ABSTRACT**

The set of tools that makes it possible for dental health professionals to perform complex restorations and restorations is known as CAD / CAM, providing greater speed, efficiency and precision. The general objective of this exploratory / descriptive study is to evaluate the “use of computerized technology in oral rehabilitation” in order to determine its benefits, advantages and possible disadvantages. It is also desired to stand out in the areas of dentistry where we can benefit from the use of this technology, especially taking into account the area of prosthodontics. The methodological aspect, a non-experimental, descriptive, analysis and synthesis research was handled based on a bibliographic review in databases, using as keywords, “CAD / CAM”, “3D Printing”; "CAD / CAM"; "Digital printing"; "Digital scanner"; "Oral rehabilitation". In conclusion, this thesis will be in charge of providing a general reference to the topic "current use of computerized technology in oral rehabilitation" in order to increase the degree of familiarity.

**Keywords:** "CAD / CAM", "3D Printing"; "CAD / CAM"; "Digital printing"; "Digital scanner"; "Oral rehabilitation".

## ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	2
DEDICATORIA.....	4
RESUMEN.....	5
ABSTRACT.....	6
ÍNDICE.....	8
ÍNDICE DE FIGURAS.....	11
1. INTRODUCCIÓN.....	12
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
3. OBJETIVOS.....	16
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	16
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
4. MARCO TEÓRICO.....	17
4.1 ANTECEDENTES DE LA TECNOLOGÍA CAD/CAM.....	17
4.2 MARCO CONCEPTUAL.....	20
4.2.1 EDENTULISMO.....	20
4.2.2 REHABILITACIÓN BUCAL.....	23
4.2.3 PRÓTESIS FIJA.....	26
4.2.4 CORONA.....	27

4.2.5 PUENTE TRADICIONAL.....	28
4.2.6 MARYLAND.....	29
4.2.7 CANTILEVER.....	30
4.2.8 PRÓTESIS REMOVIBLE.....	31
4.2.9 PRÓTESIS TOTAL.....	34
4.2.9.1 PRÓTESIS SOBRE IMPLANTES.....	35
4.3 CAD/CAM.....	35
4.3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS ESCÁNERES ORALES.....	38
4.3.2 ESCÁNERES EXTRAORALES.....	38
4.3.3 ESCÁNERES INTRAORALES.....	40
4.3.4 FABRICACIÓN.....	42
4.3.5 MATERIALES SISTEMA CAD/CAM.....	45
5. ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	52
5.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	52
5.2 TIPO DE ESTUDIO.....	52
5.3 MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	53
5.4 FUENTES PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	54
6. DISCUSIÓN.....	55
7. CONCLUSIONES.....	71

8.	RECOMENDACIONES.....	73
9.	PROSPECTIVA DEL ESTUDIO.....	75
10.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	76

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Paciente Edéntulo Total.....	23
Figura 2 Paciente Edéntulo Parcial.....	23
Figura 3 Rehabilitación Oral.....	25
Figura 4 Muñón y Corona.....	27
Figura 5 Puente tradicional.....	28
Figura 6 Puente maryland.....	29
Figura 7 Puente Cantilever.....	30
Figura 8 Sirona's escáner extraoral .....	40
Figura 9 Heron los escáner intraoral .....	41
Figura 10 y 11 Procedimiento de sustracción.....	43
Figura 12 y 13 Procedimiento de adición.....	44
Figura 14 Puente tradicional en metal.....	47

## 1. INTRODUCCIÓN

Una prótesis dental es un elemento artificial destinado a restaurar la anatomía de una o varias piezas dentarias, restaurando también la relación entre los maxilares, a la vez que devuelve la dimensión vertical, y repone tanto la dentición natural como las estructuras periodontales. Esta tiene como propósito devolver la salud y naturalidad, con armonía y simetría de acuerdo con las características del paciente (1).

Hoy en día la gran demanda estética y funcional por parte de los pacientes, los factores psicológicos en estos, así como la evolución terapéutica en relación con la superficie de las prótesis, hacen que cada día se intenten disminuir más los tiempos de espera para la entrega del trabajo en pacientes con ausencia de piezas dentales (1).

Las prótesis se encargan de reemplazar piezas dentales ausentes. Actualmente tienen un aspecto muy natural y se toleran mejor que en el pasado. Esto es debido a la evolución que ha surgido con el diseño de la prótesis dental (2).

Actualmente se utilizan diferentes métodos para el diseño de la prótesis dental. Con los nuevos avances tecnológicos de los sistemas de impresión ha habido un cambio de concepto en la realización de impresiones. Hoy día la tendencia es realizar el diseño de las diferentes prótesis desde una impresión digital intraoral directamente en clínica o tras enviarla al laboratorio (3).

También está la forma convencional o manual que es la que se ha usado siempre, antes de que la tecnología computarizada fuera creada, en esta se hace uso de impresiones manuales que pueden ser con alginato y/o siliconas. También se emplean un sin número de materiales como por ejemplo, para la confección de cubetas individuales para prótesis totales, modelina para el cierre periférico, etc. Igual en el laboratorio el proceso es más artesanal y requiere equipos para la realización de las diferentes prótesis dentales (4).

Es importante estar a la vanguardia y conocer el futuro que ya se está convirtiendo en el presente de la rutina en la consulta odontológica. Además, los avances técnicos y tecnológicos en la rehabilitación bucal exigen a los profesionales y a los laboratorios a que tengan que adaptar sus servicios a las nuevas posibilidades de tratamientos, a replantear su planteamiento y a incluir las diversas técnicas de confección y materiales nuevos (5).

Los diferentes sistemas de procesamiento asistidos por ordenador (computadora) se han desarrollado en estos últimos años, siendo estos una alternativa cada vez más frecuente a los métodos convencionales de laboratorio. Esta revisión de la literatura aporta una visión general de estas nuevas tecnologías y sus aplicaciones en las diferentes formas de lograr una rehabilitación bucal también ofrece la base para una primera orientación (5).

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En odontología nos encargamos de contribuir a las necesidades de los pacientes ofreciendo distintos tratamientos como lo son restauraciones dentales y dispositivos protésicos como incrustaciones, coronas, prótesis fijas y removibles; con el fin de recuperar la función bucal de los pacientes y mantener su salud.

Como afirman Herrera F, Viveros D, Castedo L. en el artículo: Gingival characterization in Total Removable Protheses. El diseño en los dispositivos dentales de alta calidad será de suma importancia ya que los parámetros básicos de estabilidad, retención y soporte tienen que ser obligatorios y precisos para poder lograr beneficios funcionales óptimos para el paciente. (6)

Según Laurent Tapie, et all, Debido a los avances de la tecnología se han introducido una variedad de sistemas de diseño asistido por computadora (CAD-CAM) en la odontología para la preparación de prótesis, utilizando diversos materiales con el fin de rehabilitar la salud oral del paciente. Al utilizar tales sistemas y materiales, se pueden omitir muchos pasos de preparación y el proceso se puede simplificar en comparación con los métodos de preparación convencionales. (7)

Sin embargo, aún la tecnología computarizada es desconocida por muchos profesionales y estudiantes del área de Odontología, ya que ha tenido un mayor auge

en los últimos años en el diseño y elaboración de dispositivos protésicos. Esto también conlleva un alto costo lo que resulta, que profesionales del área no quieran utilizar esta nueva tecnología y continúen con el método tradicional, inventado por Philip Pfaf en 1756, descrito por la autora Cheema, K. (8). Durante el transcurso del tiempo nos hemos dado cuenta que el uso de la técnica convencional puede traer consigo problemas de retención, estabilidad, tamaño y diseño. Es por eso que luego de plantear esta problemática surgieron las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Cuáles son los beneficios del uso de la tecnología computarizada en la rehabilitación bucal?
2. ¿Cuáles son las ventajas y desventajas del uso de la tecnología computarizada para la rehabilitación bucal?
3. ¿En qué áreas de la prostodoncia se puede usar la tecnología computarizada?
4. ¿En cuáles otras ramas de la odontología se plantea el uso de la tecnología computarizada?
5. ¿Puede la impresión digital y la tecnología CAD/CAM sustituir las técnicas convencionales?

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el uso de tecnología computarizada en la rehabilitación bucal.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar los beneficios de utilizar la tecnología computarizada para el diseño de dispositivos protésicos en la rehabilitación bucal.
- Determinar las ventajas y desventajas que presenta usar la tecnología computarizada ante la técnica convencional.
- Resaltar en cuales planes de tratamiento en la prostodoncia se puede usar la tecnología computarizada.
- Indagar sobre las diferentes áreas de la odontología que pueden beneficiarse del uso de la tecnología computarizada.
- Comprobar si la tecnología computarizada puede sustituir las técnicas convencionales.

## **4. MARCO TEÓRICO**

### **4.1 ANTECEDENTES DE LA TECNOLOGÍA CAD/CAM**

El Dr. Patrick Hanratty concebía en 1957 el primer software con concepto CAM, llamado "PRONTO" por eso ha sido muchas veces llamado el padre del CAD/CAM. A principios de los años 60 Iván Sutherland inventó en el laboratorio Lincoln (MIT) el primer software CAD llamado "Sketchpad". El alto precio de los ordenadores que se precisaban hizo que sólo algunas compañías de aviación o automóviles utilizaran estos tipos de software en los años 60. (9)

Gracias a la entrevista escrita por Divonne, A.C., describiendo que los primeros antecedentes de la tecnología CAD/CAM en Odontología, corresponden al año 1971 cuando François Duret (Francia) hizo una publicación sobre el funcionamiento de un sistema CAD/CAM de uso odontológico (10) . Además Saavedra, R., Iriarte, R. escribieron que, Duret fabricó coronas con la forma funcional de la cara oclusal del diente utilizando un sistema de impresión óptica, seguido del diseño de la corona considerando los movimientos funcionales. Sin embargo, su sistema CAD/CAM llamado Sopa®<sup>®</sup>, no fue exitoso debido a la falta de precisión en la digitalización, la baja potencia de los ordenadores y la baja calidad de los materiales para la realización de las restauraciones disponibles en ese momento. (11)

En 1980, Matts Andersson (Suecia) desarrolló un proceso de fabricación CAM para coronas de titanio, basado en la combinación de la electroerosión y el fresado.(12)

Andersson vio enseguida que la comercialización del proceso iba a ser cara y que la fabricación final requeriría de la digitalización, esto le supuso la necesidad de desarrollar un proceso de diseño CAD. Estas motivaciones terminaron con el desarrollo de Procera® en 1983, que le permitió fresar en 1984 la primera restauración CAD/CAM. Como lo indican los autores Christos, W. y Al-Ghamdi, Y.(13)

A su vez, como escribió G.Uzun, en 1980 Werner Mörmann centró su interés en las restauraciones cerámicas que presentaban el mismo color que el diente. Quería que los dentistas pudiesen fabricar inlays mediante el escaneado intraoral y que se utilizaran los datos del CAD para realizar la restauración. Por ello, desarrolló el sistema CEREC®, que fue una gran innovación, pues el paciente obtenía su restauración el mismo día (14). Mörmann y Brandestini digitalizaron la preparación directamente en boca utilizando una cámara intraoral compacta, pero su tecnología CAD/CAM estaba limitada a los inlays y a la morfología oclusal (que era muy genérica y sin detalles), a pesar de ello consiguieron que el término CAD/CAM comenzará a utilizarse a nivel mundial. (15)

La idea original de la fabricación de la restauración en clínica sigue vigente dice Ahmed, K.E. y hasta la fecha se han publicado estudios de este sistema con resultados satisfactorios a largo plazo (16).

El Dr. Anderson desarrolló el método Procera (ahora conocido como Noble Procera, Noble Biocare y Zurich, Suiza) para fabricar coronas dentales de alta precisión en 1983. Continuando con la línea del tiempo, en 1985 el Dr. Francois Duret había realizado la primera incrustación al lado de la silla utilizando una combinación de su escáner óptico y dispositivo de fresado.(17) Llamaron al dispositivo CEREC, un acrónimo de reconstrucción cerámica asistida por computadora. Luego 1989: CDS Dental (Suiza) crea DCS President y Nobel Biocare AB crean PROCERA. En 1990: Creación de Digident (Girrbach Dental GmbH, Pforzheim, Alemania). Ya para el 1991: Creación de Celay (Mikrona Technologies, Spreitenbach, CH). En 1993: Creación de Cicero ( Ciceron Dental Systems, Hoorn, Holanda). En 1995: creación de Cercon Smart. En 2001: Creación de Etkon (etkon AG, Gräfelfing, D) Creación del Everest (KaVo, Leutkirch, Alemania), Creación de Lava (3M ESPE AG, Alemania), Creación de EDC (Wieland Dental, Alemania), Creación de Wol-Ceram (WolDent GmbH, Ludwigshafen, 2002: Creación de Bego Meddifacturing (Medical Bego, Bremen).(17)

En 2002 el sistema Lava CAD / CAM: se utilizaba principalmente para fabricar estructuras de zirconio para todas las restauraciones de cerámica. Los policristales tetragonales de zirconia estabilizados con itria (Y-TZP) que se utilizan en este sistema son mejores que las cerámicas convencionales ya que tienen una mayor resistencia a la fractura. El sistema Lava utiliza un sistema óptico láser para transferir y digitalizar la información recibida de la preparación. El software Lava CAD sugiere un póstico automáticamente de acuerdo con el margen.(18)

2003: Creación de Perfactory (envisiontec, Gladbeck, creación del Xawex Dental System ZrN process, I-Mes, Eiterfield. Y para el 2005: Creación de Dental Designer 3Shape (3Shape A/S, Copenhagen, DK);  
Creación de ADG - Subdirector General SW - Software para Automatización.

Pero ha sido en estos últimos 5 años donde gracias al desarrollo de nuevos escáneres intraorales ha habido un desarrollo sustancial en el mundo de la odontología permitiendo el inicio de una nueva era digital. Además de las herramientas para la fabricación de las restauraciones, la tecnología digital nos ofrece aportaciones en la comunicación con los pacientes, el diagnóstico, el plan de tratamiento y la cirugía guiada. La Odontología digital está siendo clave para el futuro de la profesión. (18)

## **4.2 MARCO CONCEPTUAL**

### **4.2.1 EDENTULISMO**

El origen de la pérdida dental son las enfermedades bucodentales avanzadas como lo son las caries y la periodontitis. También existen otras patologías buco-dentales que en sus fases más avanzadas destruyen los tejidos internos y de soporte del diente. Los traumas o golpes podrían generar fracturas que con el tiempo se extienden y rompen el diente provocando un problema estético y funcional. (19)

El edentulismo viene a ser la ausencia o pérdida de las piezas dentarias, siendo su causa congénita o adquirida (20), la cual se clasifica en edentulismo parcial y edentulismo total. Debido a la multifactorialidad que existe como desencadenante para la aparición de diversas enfermedades en la cavidad bucal, el progreso de la enfermedad puede ocasionar el inicio del curso de la pérdida de las piezas dentarias, por consiguiente, el aumento del índice de edentulismo en la población. (21)

Las principales enfermedades que contribuyen a la aparición del edentulismo son la periodontitis crónica y la caries. Aunque en algunos estudios señalan a la caries dental como el principal motivo de la pérdida de las piezas dentarias en comparación con la enfermedad periodontal. La prevalencia del edentulismo tanto en países desarrollados como aquellos en vías de desarrollo puede estar asociado a diversas causas entre ellas se encuentran el acceso a la atención en salud, la edad, factores socioeconómicos, mala higiene, estilos de vida, enfermedades sistémicas, etc. (22)

La pérdida de piezas dentarias genera cambios a nivel de todos los componentes del sistema estomatognático, lo que provoca una alteración a nivel funcional como el habla y la masticación, esto último afecta el estado nutricional repercutiendo en la salud general y en la calidad de vida. (23) La función masticatoria deficiente puede llevar a la persona a un cambio en su alimentación diaria, forzando a llevar una dieta predominantes en alimentos blandos y más sencillo de triturar, evitando alimentos que generen molestias e incomodidades al momento de la masticación, y todo ello conduce

al individuo a una pobre ingesta de nutrientes necesarios para mantener un buen estado de salud general. (24)

Los cambios por la pérdida de los dientes pueden ser más evidentes a nivel óseo y de las encías. Según algunos autores, existe cierta secuencia en la pérdida la cual varía según el arco dentario, se plantea que primero se pierden los dientes maxilares antes que los mandibulares; y dentro del mismo arco se pierden con mayor frecuencia primero las piezas dentarias posteriores antes que los anteriores (25). La mayoría de las personas adultas no son conscientes del valor tan significativo de los dientes en la preservación de la salud oral, esto se puede observar por la frecuencia en la ausencia de piezas dentarias a la evaluación clínica. El edentulismo considerado como un problema irreversible es el estadio final de la enfermedad, el cual puede provocar un daño físico, mental, funcional y psicológico. (26)

Antiguamente se creía que la pérdida de los dientes era parte del proceso natural del envejecimiento, esto debido a la reabsorción ósea; lo cual ha ido cambiando de acuerdo a investigaciones y estudios recientes los cuales han demostrado que mediante métodos preventivos se puede hacer frente a las enfermedades más prevalentes a nivel bucal y así mantener las piezas dentarias por un mayor tiempo. (27)

*Figura 1 - Paciente Edéntulo Total*



Fuente: <https://garciasomoza.es/paciente-edentulo-total/>

*Figura 2 - Paciente Edéntulo Parcial*



Fuente: [https://es.slideshare.net/Marina\\_AlvarezdeLugo/elementos-de-protesis](https://es.slideshare.net/Marina_AlvarezdeLugo/elementos-de-protesis)

#### **4.2.2 REHABILITACIÓN BUCAL**

La Rehabilitación Bucal se enfoca en recuperar la estética y la función oclusal del paciente. Mediante un acertado diagnóstico y junto a un plan de tratamiento que

permita la rehabilitación tanto de un solo diente como de toda la dentadura. Los métodos de diagnóstico irán desde una historia clínica, radiografía o tomografías, modelos de estudios incluyendo el encerado diagnóstico.(28)

La rehabilitación oral combina en forma integral diferentes áreas de la odontología estableciendo estrecha relación entre prótesis, operatoria, periodoncia, endodoncia y ortodoncia con el fin de realizar un diagnóstico y plan de tratamiento a través de las técnicas más modernas de rehabilitación bucal.(29) Al completar una correcta rehabilitación bucal el paciente volverá a tener más seguridad y confianza en sí mismo. (30).

La rehabilitación oral con prótesis se encargará de devolver además de la funcionalidad, también la armonía que condicionan varios aspectos de la salud. Si se han perdido piezas naturales y estas no son sustituidas por implantes o prótesis, esto podría conllevar a la alteración del sistema estomatognático la cual se compone del conjunto de órganos y tejidos que permitan funciones como hablar, pronunciar, masticar, deglutir, succionar y sonreír. Dicha alteración conlleva una disminución en el acto de masticación y como consecuencia se verá alterada la digestión. (31)

La Dra. Leyva Samuel en su artículo "Pérdida dentaria sus causas y consecuencias" nos indica que un estado de salud oral pobre o deteriorado afectará la salud general de

nuestro paciente ya que el organismo humano es un sistema unitario que no admite saludes parciales.(32)

Existen diversos tipos de tratamientos dependiendo de las necesidades de cada paciente. Los avances de la tecnología nos permitirá la rehabilitación oral utilizando los sistemas CAD-CAM (Computer-aided Design and Computer-aided Manufacturing) se utilizan en rehabilitaciones extensas (prótesis híbridas, sobredentaduras, prótesis totales y removibles), parciales (prótesis fijas sobre dientes o implantes) y prótesis unitarias, así como auxiliar en la planificación de la rehabilitación y cirugía, placas oclusales, confección de modelos, entre otros. (33)

*Figura 3 - Rehabilitación Oral*



Fuente: <https://shantidentals.com/full-mouth-rehabilitation-in-delhi/>

Para realizar una rehabilitación oral, el Dr. Lora, J. inicia realizando un buen diagnóstico para poder planificar detalladamente cada paso en los diferentes casos que

se presenten, para que así el procedimiento de rehabilitación oral o dental sea exitoso. Antes de los procedimientos, se deben detallar las fases del tratamiento, tomando en cuenta todos los posibles contratiempos que puedan afectar el tratamiento de alguna forma.

Luego de realizar el diagnóstico, el equipo de especialistas crea una propuesta inicial para presentarle el tratamiento recomendado al paciente. En el diseño de tratamiento se efectuará ya dado el plan de tratamiento, deberá detallar la secuencia de tratamientos y procedimientos y proveer un tiempo estimado al que se le dedicará cada fase. Los tiempos pueden variar de acuerdo a cada paciente, pueden ser horas o días.

Una vez ya sabemos con certeza el procedimiento a realizar debemos primero realizar una desinfección de la cavidad oral mediante una correcta higienización y/o tratamiento periodontal. Dientes que no se puedan conservar deben ser extraídos e infecciones causadas por caries deben ser tratadas previamente a la confección de cualquier prótesis dental. Luego de haber realizado estos pasos finalmente podemos instalar la prótesis en el paciente teniendo en cuenta la importancia en acudir a los controles para mantener su salud dental.(34)

#### **4.2.3 PRÓTESIS FIJA**

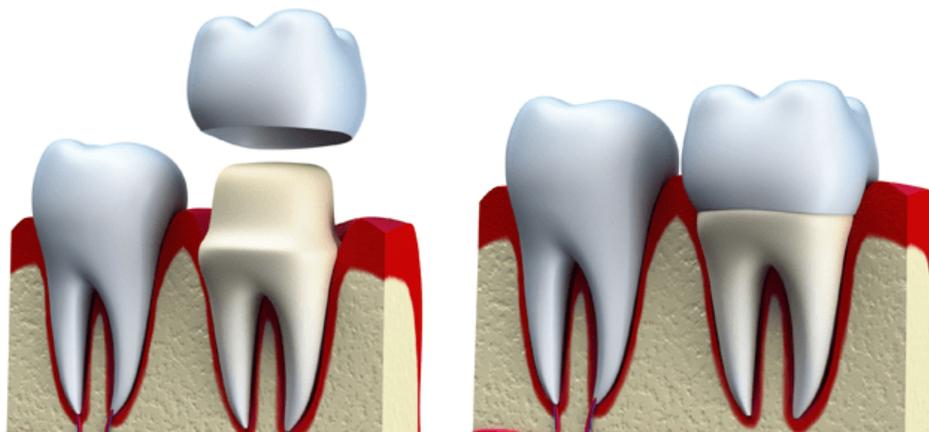
Las prótesis fijas correctamente diseñadas brindan una solución efectiva y altamente estética a los pacientes edéntulos parciales. Estas son aquellas que se realizan para

rehabilitar piezas dentarias dañadas o perdidas y pueden ser diseñadas para un diente (corona) o para varios (puente). La prótesis fija tiene como objetivo reemplazar el tejido dentario desgastado con materiales biocompatibles con los tejidos circundantes. Para restaurar las funciones perdidas como: masticación, fonética y deglución, mientras provee la estética que se pide actualmente. Se le conocen como fijas debido a que una vez cementada a los pilares ya no podrán ser retiradas por el paciente. (35)

#### 4.2.4 CORONAS

Las coronas son prótesis fijas unitarias indicadas cuando la pieza dental no se puede restaurar debido a que el diente natural presenta gran deterioro pero su raíz sigue en buenas condiciones o en casos de implantes de oseointegración.(36) Para la instalación en un diente natural se deberá realizar un tallado previamente que se encargará de soportar la corona como se muestra en la figura 4. (37)

*Figura 4 - Muñón y Corona*



Fuente:

[https://guadentis.com/wp-content/uploads/2019/06/Qu%C3%A9-es-la-corona-dental-Du-  
ele-al-ponerse.png](https://guadentis.com/wp-content/uploads/2019/06/Qu%C3%A9-es-la-corona-dental-Du-<br/>ele-al-ponerse.png)

#### 4.2.5 PUENTE TRADICIONAL

Los puentes son otra alternativa en la prótesis fija que permite sustituir uno o varios dientes ausentes. Para esto se deben tallar dientes vecinos al espacio edéntulo. Sobre los pilares se colocarán las coronas y entre cada uno de ellos irá el diente a sustituir conocido como pónico. El objetivo de los puentes fijos es recuperar la estética, función y oclusión evitando la alteración articular y la disminución de la dimensión vertical. (38)

*Figura 5 - Puente tradicional*



Fuente: <http://idealdental.co.za/portfolio-items/crowns-and-bridges/>

La prótesis utilizada para un puente dental fijo tradicional se basa en una corona que se va a fijar a los pilares. Estos se encontraran ubicado a cada lado del espacio a ser

rehabilitado. Para un correcto diseño de este tipo de puente deberá constar de elementos específicos como el retenedor, pónico y conectores. El retenedor irá cementado al diente pilar para brindar soporte y estabilidad; mientras el pónico se encargará de reponer las piezas ausentes que se encuentren entre ambos pilares. Los conectores tendrán como función unir el pónico con el retenedor.(39)

#### 4.2.6 PUENTE MARYLAND

*Figura 6 - Puente Maryland*



Fuente:

[https://4.bp.blogspot.com/-hCy1yMQi\\_Us/WBEWcMbiVgl/AAAAAAAAAtxg/aJFfjbAxe0wCkFZzbM-q3JK\\_CMnME75uwCLcB/s1600/maryland-bridge.jpg](https://4.bp.blogspot.com/-hCy1yMQi_Us/WBEWcMbiVgl/AAAAAAAAAtxg/aJFfjbAxe0wCkFZzbM-q3JK_CMnME75uwCLcB/s1600/maryland-bridge.jpg)

A diferencia de los puentes tradicionales los puentes maryland en lugar de colocarse los dientes adyacentes con coronas, tiene “alas” que se adhieren al borde interno de los dientes vecinos al espacio a rehabilitar. Por lo general, están indicados para sustituir las piezas dentales que ejercen poca presión de mordida y que tienen un impacto estético evidente, como son los dientes delanteros. (40)

#### 4.2.7 PUENTE CANTILEVER

Figura 7 - Puente Cantilever



Fuente:

<https://image.shutterstock.com/image-illustration/cantilever-bridge-made-ceramic-frontal-260nw-1646434087.jpg>

Este tipo de prótesis solamente se sujetará a un solo diente natural. Normalmente se suele utilizar en áreas donde solamente hay un diente al que puede sujetarse, o

cuando existe solo un diente en buen estado donde este pueda usarse de anclaje. El puente cantilever tiene la ventaja de ser más barato que los puentes fijos convencionales (41).

#### **4.2.8 PRÓTESIS REMOVIBLE**

La prótesis parcial removible (PPR) tiene como objetivo principal reponer las estructuras perdidas a su vez también se encarga de preservar y proteger las estructuras remanentes. En los países angloamericanos se utiliza habitualmente la clasificación de brechas edéntulas de Kennedy (1932), que establece una división topográfica de los espacios edéntulos referida a una sola arcada (42).

Antes de que se hicieran comunes las rehabilitaciones con implantes el tratamiento habitual para restaurar brechas edéntulas era la colocación de una prótesis parcial. En la actualidad en Europa son pocos los pacientes adultos que utilizan una prótesis parcial (sólo entre el 13% y el 19%), siendo Alemania el país con el porcentaje más elevado (24%) después de Inglaterra (29%). Suecia es el país que registra el menor número de prótesis parciales, con sólo un 13% de pacientes que las utilizan (43).

Debido a que hay diferentes partes edéntulas, se ha uso de la clasificación de las brechas edéntulas según Kennedy, a = clase I (arcada acortada bilateral), b = clase II (arcada acortada unilateral), c = clase III (brecha edéntula amplia limitada por piezas dentarias), d = clase IV (brecha edéntula en el sector anterior). (44)

Entre las partes constructivas de las prótesis parciales, las prótesis parciales se componen de dientes artificiales colocados sobre una silla protésica con base de acrílico y de elementos de anclaje y unión.

#### Silla o base de la prótesis

La silla o base de la prótesis se apoya sobre la encía cubriendo la zona de la arcada en la que faltan las piezas dentales. En función del tipo y de la ubicación de la base se habla de «silla libre» si se trata de una base en extremo libre en una arcada acortada y simplemente de «silla» cuando se trata de una base entre dos dientes. La base de la prótesis se confecciona en resina acrílica. De ese modo queda garantizada la posibilidad de realizar un rebasado en el futuro con el fin de compensar la atrofia que sufre la cresta alveolar durante la utilización de la prótesis parcial (45). Para lograr una distribución óptima de las fuerzas masticatorias, la base de la prótesis deberá tener la extensión máxima posible en situaciones de extremos libres (45). En su porción vestibular, la base debe extenderse hasta el fondo del vestíbulo y, en la lingual, hasta la línea milohioidea(46). La porción distal de la prótesis superior debe abarcar la tuberosidad maxilar y, la de la prótesis inferior, la zona retromolar.(46) Con el fin de reducir al máximo la presión en la cresta alveolar se evitará colocar dientes en el tercio distal de una silla libre.(47) Si se colocan dientes en la zona de la rama ascendente de la mandíbula existe el riesgo de que se produzca el desalajo sagital de la prótesis.

Los conectores se subdividen en conectores mayores y menores.

Para distribuir las fuerzas horizontales y evitar deformaciones elásticas las bases de las prótesis parciales deben unirse con un conector mayor resistente. El conector mayor une las partes de la prótesis situadas en diferentes cuadrantes de la arcada. En el maxilar se utilizan bandas palatinas con un grosor de 0,6 a 0,9 mm. La extensión de la banda palatina aumenta cuanto menor es el número de dientes remanentes. En la mandíbula, el conector mayor más habitual es la barra lingual en forma de media pera con una altura de 4 mm y un grosor de 2 mm (47). Si la pared alveolar interna presenta una inclinación lingual, la barra lingual deberá situarse a una distancia de 0,3 mm de la mucosa para evitar zonas de presión. Si el suelo de la boca es muy plano puede utilizarse una doble barra lingual o barra de Kennedy, que se asienta en los cíngulos de los dientes anteriores. Una condición indispensable para utilizar este tipo de conector es una higiene oral óptima del paciente, puesto que al cubrir la superficie dental aumenta el riesgo de caries y de periodontitis.

Las situaciones que contraindican este tipo de barra continua son la presencia de coronas clínicas cortas, de dientes lingualizados y de brechas edéntulas en el sector anterior (47). Los conectores menores unen los elementos de anclaje (retenedores) con la base de la prótesis o con los conectores mayores (47).

### Retenedores

Los retenedores son los elementos que sujetan la prótesis parcial a los dientes remanentes. Se distingue entre elementos de retención, que contrarrestan las fuerzas de extracción, y elementos de apoyo, que transmiten las fuerzas verticales a los dientes

pilares y al periodonto. (48) El tipo de retenedor utilizado determina la clasificación de la prótesis parcial. La prótesis de armazón colado convencional va provista de ganchos colados. En caso de fuertes pérdidas de tejido dental pueden prepararse los dientes pilares y realizar coronas adecuadas para el esquelético (48). En este caso se habla de una prótesis combinada fija/removible. En el modelado de las coronas debe tenerse en cuenta que el armazón de la prótesis complementará la forma del diente en la cara palatina, y se realizará el fresado de dicha cara. El uso de ganchos colados en el sector anterior se ve limitado por motivos estéticos y por el escaso socavado de las zonas retentivas de los dientes anteriores. Otros elementos de retención utilizados en prótesis parciales combinadas fijas/removibles son ataches, coronas telescópicas, barras, anclajes, imanes y cierres mecánicos. (49)

#### **4.2.9 PRÓTESIS TOTALES**

Se utilizan en pacientes edéntulos, es decir que no tengan ninguna pieza dental de apoyo en algún maxilar. Estas prótesis pueden sustituir la arcada maxilar, la mandibular o ambas, se fijan usualmente sobre la superficie de la mucosa en el reborde alveolar o reborde donde antes estaban los dientes naturales. (50)

Estas placas removibles se fijan a las arcadas mediante un “fenómeno de succión o chupón”; por lo tanto, para el buen funcionamiento bucal, es necesario conseguir el equilibrio oclusal de ambas arcadas, tomando en consideración los movimientos mandibulares, la estabilidad de la prótesis, la masticación, etc.(50)

#### **4.2.9.1 PRÓTESIS SOBRE IMPLANTES**

Estas se fijan con tornillos o cemento sobre uno o más implantes dentales integrados al hueso maxilar que cumplen las funciones de las raíces naturales.

Similares a las prótesis dentales totales, estas son prótesis que se fijan sobre una cantidad menor de implantes dentales (usualmente cuatro) y que le permiten al paciente quitárselas y ponerlas a voluntad mediante técnicas indirectas. (51)

Normalmente son indicadas en pacientes con pérdida de tejido óseo en el maxilar y ausencia total de dientes. Al ser removibles es fácil limpiarlas y realizar la higiene oral correcta.(51)

#### **4.3 SISTEMAS CAD/CAM**

El CAD/CAM es una tecnología de última generación que ha sido involucrada en el área dental donde se utilizan computadoras para realizar los procesos de diseño y fabricación de prótesis dentales. Esta tecnología se utiliza en los tratamientos de rehabilitación bucal produciendo excelentes resultados. La definición de CAD/CAM (Diseño Asistido por Ordenador/Fabricación Asistida por Ordenador) traduciendo sus siglas del inglés al español. Este es a su vez un conjunto de recursos tecnológicos que trabajan en conjunto (CAO, FAO) que hacen la “adquisición” digital de los datos clínicos analógicos, la modelización virtual (CAO) y la fabricación material (FAO) de un dispositivo a medida. Este sistema se puede utilizar en cualquier especialidad de la odontología que implique dispositivos a medida.(52)

Los autores Mehi y cols señalan que con el sistema CAD/CAM se obtienen ventajas por encima del sistema tradicional, al afirmar que. “Se puede elaborar restauraciones dentales con materiales de primera calidad y alta tecnología, ahorro de tiempo clínico y de laboratorio, las visitas del paciente al odontólogo se van a reducir, basándose en técnicas de mayor exactitud y precisión siendo a su vez mínimamente invasivas”. Van der Zel afirma que las computadoras se hacen cargo de las diferentes fases de trabajo pudiendo realizar desde incrustaciones hasta coronas, puentes y guías quirúrgicas. (53)

Los sistemas CAD/CAM permiten obtener una restauración de alta precisión, con un correcto nivel en el plano oclusal que no requiere correcciones al momento de colocarla en boca, parámetro difícil de conseguir con la técnica tradicional. Esta tecnología de rápida evolución con diversos sistemas y aplicaciones en el campo odontológico han superado actualmente las técnicas anteriores, y ha tenido un desarrollo paralelo a ritmo de las nuevas tecnologías. Su utilidad está siendo cada día más común en el campo odontológico. (54)

Los sistemas CAD/CAM pueden clasificarse según el método de digitalización que empleen. Existen sistemas que emplean escaneado de las preparaciones directamente en la boca del paciente (intraoral) y otros que requieren una impresión previa convencional que una vez vaciada y obtenido el modelo de yeso es escaneado (extraoral). (54)

La evolución del CAD/CAM se divide en tres métodos diferentes:

CAD/CAM directo, este permite al especialista realizar una prótesis en una única sesión. Todas las etapas se realizan en el consultorio. La impresión óptica intraoral se trata in situ hasta la confección de la restauración; inlay, onlay, carillas de cerámica, corona unitaria o incluso puente provisional.( 55).

El CAD/CAM semidirecto es donde al menos una etapa se realiza en el consultorio dental; la adquisición realizada por el especialista puede tratarse en el consultorio para realizar el CAO o puede enviarse a un laboratorio o un centro de mecanizado en línea en tiempo real, lo que permite una interacción inmediata con el fabricante para la realización del dispositivo, así como del cosmético. (55).

En el CAD/CAM indirecto el especialista realiza una impresión clásica químico-manual, que enviará al protésico o al centro de mecanizado de estructuras dentales. Se externalizan todas las etapas de la cadena. (55).

Los sistemas CAD/CAM han sido clasificados de diferentes formas: según su capacidad de compartir los datos digitales, pueden ser divididos en dos tipos: sistemas cerrados y sistemas abiertos. En los cerrados, todos los procedimientos CAD/CAM, incluyendo la adquisición de datos, diseño virtual y la fabricación de la restauración, están integrados en un sistema único, no habiendo la posibilidad de intercambio con otros sistemas. En cambio, los abiertos permiten la adopción de datos digitales originados por otros sistemas CAD/CAM. (56)

### **4.3.1 CLASIFICACIÓN DE LOS ESCÁNERES ORALES**

El escáner de uso odontológico se define como un dispositivo de digitalización en odontología o dispositivo de obtención de datos de las superficies dentales para el diseño y la fabricación ayudados por ordenador de las restauraciones dentales indirectas hechas a medida, que se utiliza para registrar las características topográficas de los dientes y de los tejidos circundantes, de los componentes para la conexión de implantes, las impresiones dentales, los moldes dentales o modelos cerámicos, mediante métodos analógicos o digitales. En función de si el escaneado se realiza en boca, o sobre un modelo y/o toma de impresión, se clasifican en intraorales y extraorales. (57)

### **4.3.2 ESCÁNERES EXTRAORALES**

El escáner extraoral se puede realizar en un modelo de yeso obtenido de una impresión con técnica convencional y según modelo, también directamente de una impresión convencional. Según el mecanismo empleado, se pueden clasificar estos escáneres en táctiles y mecánicos (o por contacto) y ópticos (de no contacto), y estos últimos a su vez en los de luz láser y los de luz blanca estructurada.

El escáner táctil o de exploración por contacto tiene un receptor en forma de pincel que resigue el contorno del modelo a escanear, registrando la geometría del modelo según lo recorre. La información se transmite al software para conformar una imagen

tridimensional. Este sistema es de los más precisos del mercado, pero también de los menos rápidos. (58)

El escáner óptico registra la geometría del modelo a partir de un proceso llamado triangulación activa, que consiste en generar una luz sobre la preparación que es proyectada para que el sensor del escáner capte la información dependiendo del ángulo de proyección y del patrón de sombras que se genera. El receptor del escáner registra el cambio de estas líneas y el computador calcula la correspondiente profundidad. La escala de profundidad en este procedimiento depende del ángulo de triangulación. Así, el computador puede calcular los datos tridimensionales de la imagen obtenida del receptor. Las fuentes de iluminación pueden ser proyección de luz láser o luz blanca estructurada dependiendo del sistema.

En los de luz láser, un haz de luz láser se proyecta sobre la estructura a escanear y el reflejo es captado por unos receptores que captan la posición de la estructura mediante un modelo matemático. La luz puede producir desviaciones en estos reflejos, así que el escaneado debe realizarse totalmente a oscuras. Es determinante el material con el que se ha hecho el modelo, ya que algunos materiales dificultan el escaneado. Sin embargo, en los de luz estructurada, un haz de luz blanca o azul es proyectado sobre la superficie a escanear y los receptores captan el reflejo de esa luz. Mediante un algoritmo, se extrapola el contorno de la estructura a escanear con todos los reflejos obtenidos. La ventaja de estos escáneres frente a los escáneres láser es que no es necesario que el habitáculo en el que se realiza el escaneado sea opaco, ya que la

entrada de luz no perjudica el escaneo. De igual modo, también es determinante el material con el que se escanea, pues hay materiales (como los reflectantes) que dificultan el escaneo. (58)

*Figura 8 - Sirona's escáner extraoral*



**Fuente:**

<https://infoweb-dental.com/sirona-s-ineos-x5-extra-oral-scanner-raises-in-dental-laboratories-11452482.html>

#### **4.3.3 ESCÁNERES INTRAORALES**

El escáner intraoral es un dispositivo electrónico que reproduce en imágenes 3D, las estructuras anatómicas de la cavidad bucal, permitiendo crear un documento digital de la misma para poder trabajar sobre él. El modelo digital es mejor en términos de precisión y exactitud respecto al modelo obtenido con técnica tradicional con material

de impresión. Todos los escáneres intraorales, independientemente de sus particularidades, de manera genérica están constituidos por una pieza de mano o cabezal, una interfaz de alimentación, un software de diseño y una computadora. (57)

*Figura 9 - Heron los escáner intraoral*



**Fuente:** <https://capitaldentalequipment.com/product/heron-ios-3d-scanner-by-3disc/>

El segundo paso para realizar la prótesis sería el CAD (diseño asistido por ordenador) será un proceso donde se crean objetos virtuales mediante una representación gráfica. Se realiza con un software 3D de manera que la restauración dental creada se adapte a una matriz de puntos previamente digitalizada. Al completarse el diseño, el modelo creado se transforma en datos legibles por la máquina de diseño, esta información se

guarda en un formato de datos específicos y se transfiere a una unidad de producción CAM. (60)

El tercer paso: la FAO (fabricación asistida por ordenador) es proceso de automatización, que convierte el diseño y el dibujo del producto o el objeto en un formato de código, legible por la máquina para fabricar el producto. La fabricación asistida por ordenador complementa los sistemas de diseño asistido por ordenador (CAD) para ofrecer una amplia gama de aplicaciones en diferentes campos de fabricación. (61).

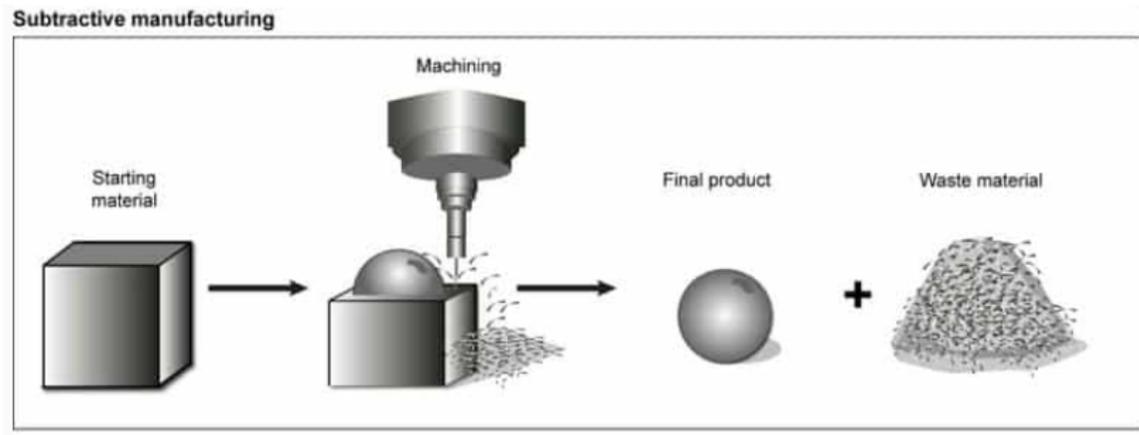
El cuarto paso: Máquina Herramienta de Control Numérico (MOCN por sus siglas en francés). Es el último componente de la cadena CAD/CAM dental, responsable de la fabricación. Es una máquina herramienta programable equipada con control numérico. (61)

#### **4.3.4 FABRICACIÓN**

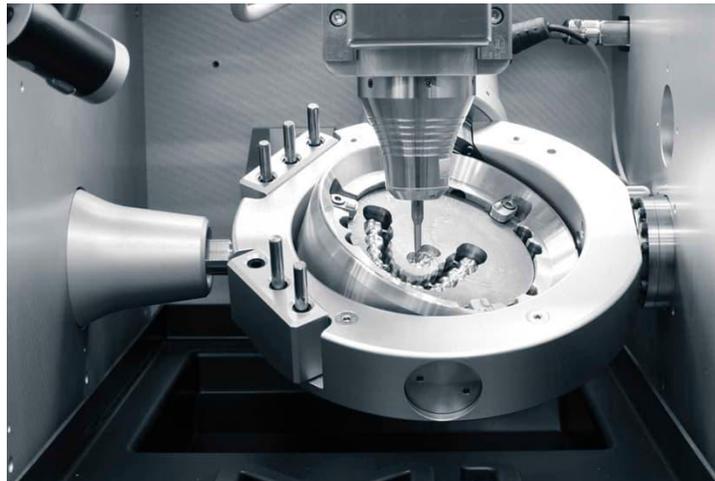
El procedimiento de fabricación se puede realizar de dos maneras:

Por sustracción este se basa en el retirando materia principalmente el mecanizado por fresado. Proceso en el que las piezas se producen al eliminar el material de un bloque sólido para producir la forma deseada. Como se pueden observar en la figura 10 y 11. (62)

Figura 10 y 11 - Procedimiento de Sustracción



Fuente: <https://www.3dz.es/fabricacion-aditiva-o-sustractiva/>

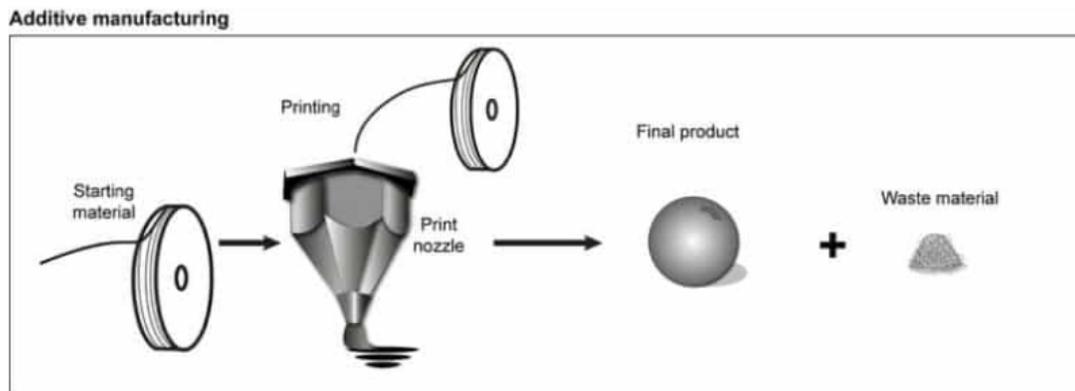


Fuente: <https://inspiriadental.com/blog/cad-cam-definicion-aplicaciones/>

Por adición (añadiendo materia): procedimiento de fabricación aditiva, o más conocida por el nombre de impresión 3D. Está formada por un grupo de tecnologías de fabricación donde un objeto tridimensional es creado mediante la superposición de

capas sucesivas de material micrométrico. El espesor de la capa de la impresora puede ajustarse desde alta precisión (100 micras ( $\mu\text{m}$ )) hasta baja precisión (300  $\mu\text{m}$ ). Cuanto mayor sea la precisión, más tiempo tardará en finalizar el proceso de impresión. (63)

*Figura 12 y 13 - Procedimiento de Adición*



Fuente: <https://www.3dz.es/fabricacion-aditiva-o-sustractiva/>



Fuente:

<https://www.impresion3daily.es/atencion-dentistas-la-impresion-3d-es-vuestro-presente/>

#### **4.3.5 Materiales que pueden mecanizar los sistemas CAD/CAM**

Los materiales que pueden utilizar estos sistemas son fundamentalmente cerámica, resina compuesta y titanio, según el sistema. Algunos sistemas pueden mecanizar también cromo-cobalto (sistema Etkon de Etkon USA, Dentacad de HintEls, Zeno 4820 de Wieland). (63)

Resina compuesta. La introducción de bloques de composite (MZ 100, Paradigm) para las técnicas CAD/CAM ofrece una alternativa a la cerámica en la obtención de inlays, onlays, carillas y coronas (63).

Cercon Smart Ceramics (Dentply). Como menciona la Dra. Isabel Sanchez en su artículo sobre “Métodos CAD/CAM en prótesis”, menciona como este método ha evolucionado, ya que antes este sistema necesitaba el encerado de la prótesis a realizar, este no podía recrear la cofia y entonces, tampoco podía leer el muñón, en vez de esto se escaneaba directamente el encerado, así que este sistema no era verdaderamente CAD. A continuación, en la unidad Cercon Brain se mecanizaba una cofia magnificada (20%) a partir de un bloque de cerámica circoniosa parcialmente sinterizado, que posteriormente era llevado hasta su temperatura de sinterización (1.350 °C) en la unidad Cercon Heat, experimentando una contracción, quedando así adaptado al modelo maestro. La estructura de zirconio posteriormente es recubierta

con la cerámica Cercon Ceram S. Este sistema permite la fabricación de puentes de 6-7 unidades o puentes de hasta 47 mm de longitud anatómica.(63)

El empleo del titanio en prótesis ofrece ventajas entre las que destacan su biocompatibilidad, siendo una buena alternativa en pacientes alérgicos a las aleaciones convencionales (58), su elevada resistencia a la corrosión, su baja densidad, su baja conductividad térmica, radiotransparencia y su alta resistencia mecánica (58), pero su uso está limitado principalmente por las dificultades de colado, que pueden comprometer el ajuste de las restauraciones de titanio. Estas dificultades vienen derivadas de su elevado punto de fusión (1.672 °C) y su alta reactividad a temperaturas elevadas. El titanio reacciona rápidamente con los elementos de los materiales de revestimiento convencionales y con el oxígeno, conllevando una reducción en su ductilidad y cambios en su resistencia, por lo que debe colarse en un equipo especial con gas inerte y emplear revestimientos especiales, con óxidos térmicamente estables como el de magnesio, la alúmina, zirconia e itria (58). La posibilidad de mecanizar el titanio, evita los problemas que surgen durante su colado y por tanto, el titanio mecanizado constituye una valiosa alternativa frente al titanio colado. (63)

Figura 14 - Puente tradicional en metal



Fuente: <https://www.elsevier.es/es-revista-quintessence-tecnica-33-articulo-variedad-materiales-tecnologia-cad-cam-X1130533911238388>

### **Otras Aplicaciones en la Odontología**

Podemos mencionar otras aplicaciones , Valls-Ontañón et al., afirmaron que el paciente fisurado requiere un abordaje multidisciplinar e individualizado, siendo imprescindible adaptar la secuencia de tratamiento a cada paciente, según su situación clínica, sus necesidades y sus expectativas. Uno de los problemas más frecuentes del paciente fisurado es, entre otros, el colapso transversal del maxilar. La tecnología CAD/CAM permite la planificación virtual e impresión 3D, facilitando el abordaje y tratamiento integral del paciente fisurado en la actualidad. Mostrando el manejo de la fisura alveolar de un paciente adulto con fístula oronasal y maloclusión dental por colapso transversal del maxilar, en el cual se aplica la tecnología CAD/CAM para optimizar los tiempos quirúrgicos y de rehabilitación dental protésica. Discutir acerca de las posibilidades

terapéuticas y los beneficios de la implementación de los avances en técnicas CAD/CAM. En donde, los autores concluyeron que, a nivel protésico, el uso de la tecnología CAD/CAM para la fabricación de prótesis fijas parciales tiene como ventajas: la aplicación de nuevos materiales, reducción del tiempo de edentulismo y de tratamiento, mejora de la relación coste-efectividad y su utilización como control de calidad. (65)

Podemos decir que, los avances en planificación virtual y tecnología CAD/CAM, junto con la evolución de las técnicas quirúrgicas, optimizan el acto quirúrgico aumentando la precisión y predictibilidad de este, disminuyen el tiempo operatorio y la comorbilidad y, finalmente, acortan el tiempo de recuperación postoperatoria y facilitan la inserción social y laboral temprana del paciente.

Del mismo modo, Vilcapoma et al., mencionaron que en la actualidad existe un amplio uso de los postes de fibra de vidrio. Sin embargo, tienen la desventaja que su forma no se puede cambiar y son inadecuadas para casos de dientes con amplia destrucción coronal y conductos radiculares amplios. Mediante este reporte de caso clínico se describió el uso de un poste y núcleo de fibra de vidrio fabricados con un sistema CAD/CAM para restaurar un diente premolar inferior tratado endodónticamente. Este poste de fibra de vidrio CAD/CAM se adapta mejor al conducto radicular que un poste prefabricado, sin necesidad de emplear resina compuesta para el muñón y reduce el espesor de la capa de cemento. Que tuvo como conclusiones, que con la ayuda de la

tecnología CAD/CAM se puede crear un sistema de espigo y muñón coronal monolítico, que puede adaptarse bien y reducir el grosor de la capa de cemento (66).

También, se llegó a observar una excelente adaptación del poste de fibra CAD/CAM diseñada a partir de una imagen digital de la impresión realizada con una doble de impresión con silicona de adición; este resultado guarda relación con los resultados obtenidos por diversos estudios que indican mayor precisión y confiabilidad en el escaneo indirectos a través de los modelos de yeso o las impresiones (66).

Cabe destacar, Llange et al. (61), desarrollaron que el CAD-CAM es un sistema que permite realizar una restauración dental mediante el apoyo informático de diseño y un sistema de mecanizado o fresado automatizado que trabaja a sus órdenes, qué consiste en la fabricación de objetos asistido por un ordenador.

Otro uso importante en el cual es útil la tecnología CAD/CAM es para los implantes dentales, que están diseñados para sustituir la raíz ausente y mantener la corona del diente artificial en su sitio. La carga inmediata es una técnica sencilla utilizada en implantología oral que posibilita la recuperación dental y estética del paciente en muy corto tiempo. En este artículo científico se presentó un caso clínico de un paciente de 53 años de sexo masculino en ABEG acude a consulta refiriendo que desea colocarse un implante en el espacio vacío que tiene en el maxilar. Se le realizó la historia clínica y todos los exámenes correspondientes. La medida del implante adecuado fue de 5mm x 12mm marca Dentium, para la colocación se empleó la técnica Flapless. Al finalizar, se

le tomó una impresión con silicona y se realizó el vaciado para la confección de las coronas de zirconio mediante la tecnología CAD-CAM y carga inmediata. (67)

Además, Rivera et al. (16), escribieron un artículo que tuvo como objetivo analizar la tecnología CAD/CAM en la consulta dental, utilizando una metodología bibliográfica, documental, descriptiva y aplicada. Utilizando una técnica de fichaje para referenciar los núcleos teóricos que se muestran en la investigación. La tecnología CAD/CAM ha beneficiado por más de 30 años a consultas y laboratorios dentales, ofreciendo impresiones digitales, diseño, fabricación, aplicación de las restauraciones bucales, aparatos protésicos e implantes. La prótesis definitiva se puede realizar directa a implante o sobre un pilar transepitelial con diferentes alturas, según la encía que tenga el paciente sobre cada implante. Los métodos actuales de CAD-CAM permiten asegurar un mejor ajuste pasivo de las estructuras que los métodos tradicionales mediante colado. El CAD-CAM requiere el escaneado de las impresiones y, para ello, es necesario atornillar y desatornillar los scanbodies sobre las réplicas de los implantes, necesitando un tiempo determinado para su inserción y desinserción. Recientemente se han desarrollado numerosos sistemas que permiten la elaboración de cortes de Zirconia altamente resistentes obtenidos por tecnología CAD/CAM sobre los que se puede añadir una cerámica feldespática convencional de revestimiento para la elaboración de coronas cerámicas altamente estéticas y resistentes. A pesar de que la literatura es cada vez más numerosa en artículos favorables al uso de coronas de porcelana sin metal en sectores posteriores o incluso en pequeños puentes anteriores,

la actitud más prudente actualmente continúa siendo el empleo de coronas de cerámica sin metal con núcleos de Zirconia obtenidos por CAD/CAM para coronas unitarias en el sector anterosuperior en que la estética es más crítica y coronas y puentes de metal cerámica para los sectores posterior.

Como afirma la dra. Vilarrubí Alejandra, el zirconio, es un metal blanco, cuya utilización se ha venido desarrollando en los últimos tiempos a la par de la técnica CAD/CAM en la odontología. El zirconio tiene propiedades mecánicas que permiten una buena adaptación de la prótesis en boca y muchos profesionales prefieren usar este material.

## **5. ASPECTOS METODOLÓGICOS**

### **5.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

El presente trabajo de investigación es de tipo no experimental, esto se debe a que la investigación se realiza sin manipular deliberadamente variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos, según Hernández. (69)

### **5.2 TIPO DE ESTUDIO**

Dentro de los diferentes tipos de investigación esta es una revisión de literatura de diseño descriptivo o narrativo y exploratorio por ser una selección detallada, selectiva y crítica que integra la información, además, como sostiene Guirao, 2015 (70), es esencial en una perspectiva unitaria y de conjunto, con la finalidad examinar la bibliografía publicada sobre el uso de tecnología computarizada en la rehabilitación bucal. Según Morales, 2021 la investigación exploratoria consiste en proveer una referencia general de la temática, a menudo desconocida, presente en la investigación a realizar con el fin de aumentar el grado de familiaridad sirviendo de apoyo a la investigación descriptiva. (71)

La investigación de tipo descriptiva según el autor Arias (2012), la define como la una investigación que consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere. (72)

### **5.3 MÉTODOS Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN**

Los métodos de investigación como afirma Risso (73), son un conjunto de procedimientos lógicos a través de los cuales se plantean problemas científicos y se ponen a prueba hipótesis e instrumentos de trabajo investigados, que se pueden dividir en dos grandes familias: lógicos y empíricos. Esta revisión de literatura pertenece al orden lógico, donde el método y la técnica utilizado para llevar a cabo el mismo, se fundamentó el método:

- Análisis y Síntesis: se realizó un análisis de diversos artículos del tema, para posteriormente hacer una síntesis de cada uno de ellos.
- Hipotético/deductivo: Mediante la hipótesis del uso de la tecnología computarizada en la rehabilitación bucal.
- Deductivo: Con el mismo se pretendió evaluar el uso de tecnología computarizada en la rehabilitación bucal.

### **5.4 FUENTES PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

Las fuentes utilizadas en este estudio fueron primarias y secundarias. La información se recopiló mediante un análisis exhaustivo de artículos, libros, revistas científicas, investigación de instituciones públicas e investigaciones previas realizadas. Se hizo

una búsqueda, análisis y síntesis de literatura científica usando las palabras claves de “Rehabilitación Bucal”, “CAD/CAM”, “prótesis dentales”, “digital”, “mecanizado”, “convencional”; utilizando CRAI para lograr acceder a bases de datos como: PubMed, Cochrane Library, Google Scholar. No se tuvieron restricciones de idioma ni de fecha.

## 6. DISCUSIÓN

Según los autores, Tariq F Alghazzawi 2016, Entre los beneficios del uso de la tecnología computarizada en la rehabilitación bucal están la precisión de la realización de los diferentes aparatos protésicos, consideramos este es uno de los puntos más importantes y que marcan una gran diferencia en el uso de tecnología computarizada para la rehabilitación bucal (74). También la clave en la fabricación de prótesis funcionales con calidad, siendo este adjetivo también un gran aporte por parte de esta tecnología. Por lo investigado en esta revisión literaria, en los procedimientos de fabricación convencionales existen algunas fuentes de error.

Probablemente la técnica utilizada para la toma de impresiones influya en la precisión del resultado (74) Así que, esta fase del proceso depende de la técnica que se utilice y de la experiencia del odontólogo. Otro aspecto beneficioso es que, en la toma de impresiones digital la respuesta (feedback) instantánea por parte de la tecnología utilizada sobre la preparación y la impresión, esto dado por el modelo virtual durante el escaneado (en tiempo real) o inmediatamente después de éste, permite al odontólogo mejorar el control de estos parámetros. Así que la posibilidad de detectar en el sillón dental los errores en la preparación y en la impresión, evita tener que citar de nuevo al paciente para una segunda toma de impresiones y esto a la vez contribuye a disminuir la tasa de repeticiones de prótesis, lo cual se puede considerar un gran beneficio. Como muestran en los resultados del estudio realizado por los autores B. Gjelvold et all

(75). Los sistemas ofrecen el beneficio de escanear posteriormente zonas no registradas, lo que elimina la posibilidad de realizar una segunda impresión.

Los autores del artículo, “ Accuracy of complete-arch dental impressions: a new method of measuring trueness and precision”, Andreas Ender, Albert Mehl, no comparten los beneficios presentados, aunque no dicen que no se use totalmente las impresiones digitales, pero tampoco las refieren como las más eficaces. Se espera que en el futuro el software venga una función complementaria que advierta de posibles errores en la preparación, como la presencia de zonas retentivas o una remoción insuficiente de tejido (76).

En una revisión de los artículos seleccionados de Kattadiyil M. 2016, sobre Computer engineered Complete Dentures (CECD) denotó una retención significativamente mejor y un tiempo clínico reducido para los CECD fresados en comparación con las dentaduras postizas completas convencionales. Una ventaja que se destaca ligada con los CECD es la poder archivar datos electrónicamente utilizando tecnología digital para una fabricación rápida. También se identificaron aplicaciones reportadas en la literatura con CECD. (77)

Para presentar las ventajas y desventajas de una forma didáctica se presenta a continuación una tabla en la cual se resumen con palabras propias, abajo se podrán observar los artículos y autores que sustentan esta información.

Ventajas	Desventajas
<p><b>Precisión:</b> un escaneo dental será más preciso que un molde de la boca debido a que la luz láser para hacer el escaneo y traducirlo a un modelo 3D puede tomar nota de los matices, detalles y la topografía en la boca que un molde simple no puede, especialmente si se toma un escaneo intraoral digital a color.</p>	<p><b>Curva de aprendizaje alta:</b> Es posible que algunos profesionales tengan que lidiar con una curva de aprendizaje alta para poder usar la tecnología CAD/CAM de manera correcta y efectiva. Sin embargo, también otra opción podría ser contratar a un técnico dental para que se ocupe de esta tarea.</p>
<p><b>Períodos de espera más cortos:</b> Sólo se necesitan de 40 minutos a 2 horas y media para fabricar aparatos dentales en comparación con 2 semanas a un mes completo mediante la técnica tradicional.</p>	<p><b>No todo el mundo puede utilizar la tecnología CAD/CAM:</b> Al igual que con los implantes dentales, su dentista primero le informará si está listo para usar CAD/CAM o no.</p>
<p><b>Procedimientos de una visita:</b> No hay necesidad de una restauración temporal como una corona temporal ya que con la tecnología CAD/CAM ahora todo el proceso se puede realizar en una sola cita.</p>	<p><b>Costo del equipo y del entrenamiento:</b> el costo del equipo representa una inversión que debe correr por parte del consultorio odontológico. A su vez, el entrenamiento del personal que estará utilizando este sistema.</p>
<p><b>Impresiones digitales:</b> El método</p>	

<p>tradicional requiere que el paciente coloque una cubeta con un material espeso y pegajoso, durante varios minutos hasta que el material fragüe. Mientras que un escáner intraoral tomará impresiones digitales este se mueve alrededor del área afectada.</p>	
<p><b>Rentabilidad:</b> La tecnología CAD/CAM elimina varios costos de subcontratación y de material gastables para tomas de impresión y mock-ups, estos ahorros pueden trasladarse al paciente.</p>	

Entre las ventajas y desventajas que presenta usar la tecnología computarizada ante la técnica convencional de elaboración de las diferentes prótesis dentales Heredia, F., Vela, S., Salgueiro, M. 2012. menciona que se encuentran la Alta estética dental debido a que utiliza cerámica altamente translúcida. - Precisión en la adaptación a los dientes, con un sellado marginal exacto, lo que garantiza su estética y funcionalidad. - Rapidez en la fabricación debido a que es robotizado y simplifica los pasos en el laboratorio. La principal desventaja que observaron profesionales y pacientes es el alto costo del tratamiento.

Comparando los resultados con la bibliografía revisada, tenemos que los resultados obtenidos en cuanto a estética y ahorro de tiempo en conseguir las restauraciones coinciden con lo que plantea Mehl y colaboradores, quienes dicen que el sistema asistido por computador elabora restauraciones dentales con materiales de primera calidad y alta tecnología, con el uso de materiales homogéneos, que no son alterados durante la preparación; la fabricación por computadora aporta un ahorro de tiempo, lo cual, en algunas técnicas, evita tener que preparar provisionales y reduce hasta una sola el número de visitas; también puede suponer un ahorro de costes, así como permite técnicas mínimamente invasivas pudiendo, en algunos casos, evitar la toma de impresiones (78).

Kattadiyil et al, En su estudio compararon el uso y la eficacia de la tecnología CAD / CAM en la fabricación de CD digitales (protocolo de CD digital AvaDent) con los del método convencional. Además de eso, la evaluación clínica de los doctores en este estudio determinó una retención, ajuste y estabilidad significativamente más altos en las dentaduras totales digitales; Se registraron puntuaciones de respuesta promedio de los pacientes significativamente más altas para los dentaduras Totales Digitales con respecto a la comodidad, retención, eficiencia masticatoria y eficiencia de la técnica (77).

Otro aspecto a tomar en cuenta dicen, J. Fleiner, D. Schulze es esa sensación de desconexión con el paciente durante la toma de impresiones convencional se puede

entender muy bien al recordar que el paso no se puede interrumpir ni siquiera en caso de náuseas o de calambres, es decir es un abordaje más brusco para obtener un modelo de estudio. A esto hay que añadir el incómodo sabor del material de impresión y el tiempo que tarda en fraguar, que no es poco. Así, la toma de impresiones digitales puede ayudar a hacer que el paciente se sienta más seguro y a reforzar la relación médico-paciente.

Además de la relación de confianza, también se puede mejorar la comunicación entre el paciente, el odontólogo y el técnico de laboratorio. El hecho de que tanto el Protésista odontólogo como el técnico de laboratorio puedan acceder al modelo digital al mismo tiempo desde distintos lugares supone una ventaja decisiva. No obstante, los autores J. Fleiner, D. Schulze expresan que la comunicación y el envío de información online conlleva ciertos riesgos en relación con la protección de datos (79), por lo que en el futuro será necesario dar prioridad a un sistema de cifrado seguro de los datos que se actualice constantemente.

Otro punto de debate lo constituye la eliminación de reflejos de la superficie, una operación delicada e imprescindible en muchos sistemas para poder obtener un escaneado exacto. En este campo sigue existiendo un amplio margen de mejora tanto por parte de los fabricantes de sistemas de impresión como por parte de los fabricantes de polvo y spray. Dado que todos los sistemas de toma de impresiones intraoral se basan en principios ópticos, para obtener el mejor resultado en la impresión digital es imprescindible llevar a cabo un manejo de la encía preciso con una hemostasia eficaz,

la exposición del límite de la preparación y la creación de un campo seco. En estos momentos se están investigando intensivamente los efectos de las capas de polvo de distinto grosor sobre el resultado clínico global.

Habib, 2019. dice que se considera una ventaja ya que el CAD/CAM aporta precisión en este sentido, existían variaciones en los valores de discrepancia marginal para los sistemas CAD / CAM investigados en el estudio que realizó. Aun así, los valores de discrepancia marginal vertical observados para varios sistemas investigados en el estudio estaban dentro del rango clínicamente aceptable. Utilizando los siguientes sistemas: Ceramill Motion 2 (CM, AmannGirrbach, Alemania); Weiland (WI, Ivoclar Vivadent, EE. UU.); Cerec (CS, Sirona Dental, EE. UU.); Zirkonzahn (ZZ, Gmbh Bruneck, Italia) y Cad4dent (CD, Canadá).(80)

Además de los hechos mencionados, es una desventaja, y no hay duda de que el costo condicionará de forma decisiva la respuesta a las preguntas de cómo va a evolucionar la toma de impresiones digital y con qué rapidez se va a integrar en la práctica diaria. Sin embargo, la posibilidad de disminuir el rango de correcciones y de repeticiones de las prótesis aporta algo de ahorro. Además, dejan de ser necesarios el uso de material y cubetas de impresión convencionales, la desinfección de cada uno de estos y el transporte físico al laboratorio, con el consiguiente ahorro de costos. Por otro lado, se generan otros gastos diferentes como por ejemplo de adquisición, los asociados a la fabricación centralizada del modelo, artículos desechables necesarios o el incremento de costos de proceso (como la adquisición de una licencia). Un punto interesante de la

investigación y desarrollo es el ámbito del recubrimiento digital. Pronto podría hacer innecesarios los modelos convencionales y eliminar este factor de costo.

Otro punto que no se puede dejar pasar por alto es el formato de los datos que generan los distintos sistemas. La apertura de todos los sistemas sería un paso decisivo para evitar estar «atados» a un sistema determinado que ha supuesto una gran inversión. Sería como si un ordenador Apple sólo pudiera imprimir los datos a través de una impresora Apple (que, de todos modos, no existe). Como formato de datos estándar (como en el caso del sistema operativo Windows) se ha establecido el sistema STL (Standard Tessellation Language). Si fuera posible implantar un formato de datos común a todos los sistemas de captación de datos, la toma de impresiones digital estaría en situación de sustituir al procedimiento convencional en un futuro próximo.

Sin embargo, los doctores Ting-Shu S, Jian S. afirman en su artículo “Intraoral Digital Impression Technique: A Review”, el factor decisivo para el desarrollo de las nuevas tecnologías es la precisión de la impresión y de toda la cadena de fabricación. Hasta el momento se han publicado pocos estudios científicos sobre este tema, lo que dificulta la valoración objetiva y la comparación de los distintos sistemas.<sup>(81)</sup> No obstante, los informes empíricos son optimistas y tanto los fabricantes como las universidades están investigando intensamente en este ámbito. Es conveniente sin embargo no dejarse llevar por el entusiasmo (perfectamente comprensible) y que reine la prudencia. Si las ventajas descritas de la toma de impresiones digital intraoral se ven corroboradas por

una evidencia científica sólida en un futuro próximo, este nuevo procedimiento podría revolucionar el mundo de la odontología y de la prostodoncia dental.

Existen diferentes áreas de la prostodoncia que suelen beneficiarse de esta tecnología entre estas se podemos mencionar en la realización de prótesis removibles (totales y parciales). El Dr. B.J. Kowalski recomienda que una de las claves para evitar posibles errores es tomar fotografías, de esta forma se pueden realizar las líneas de sonrisa y posición de anteriores en el software, mediante vectores (puntos guías). Menciona que un aspecto que le emociona sobre la tecnología computarizada es realizar el posicionamiento digital de los dientes, ahí se puede observar posibles errores antes de hacer la prótesis y colocarla en boca. El Dr. BJ Kowalski dice que la tecnología computarizada ha permitido que los profesionales lleguen a donde con un simple articulador no es posible.

Entre la maquinaria que el Dr. B.J. Kowalski recomienda la compañía Carbón, en colaboración con Dentsply Sirona, imprimiendo más rápido y haciendo prótesis mucho más resistentes. En el paso a paso de como funciona este printer, tiene una plataforma en la parte superior, que se va moviendo a mientras ocurre la impresión, tiene una ventana transparente a la luz UV, que permite el flujo de oxígeno permeable, resina líquida sustituyendo el acrílico usado comúnmente en las diferentes prótesis, esta resina es fotosensible a la luz UV. (82)

Surgió la pregunta de si las endocrown se deben realizar con CAD/CAM o se pueden realizar manualmente, a lo cual el Dr. Norbert P. mencionó, lo ideal es que se realice con CAD/CAM ya que además de que siempre es más preciso, los materiales que se usan para realizarlas son resina tipo CAD/CAM, o ceromero que se pueden hacer de forma manual por lo cual es menos preciso, el bloque que ya viene hecho en CAD,CAM lo hace más uniforme. Por eso el Dr. Norbert recomienda usar resina tipo CAD/CAM y disilicato de litio para las endocrown. (83)

En el artículo “Fracture analysis of monolithic CAD-CAM crowns“ el autor Afnan KashKari realiza una comparación de las coronas realizadas en CAD-CAM de zirconia, disilicato de litio y silicato de litio reforzado con zirconia después de haber sido sometidas a cargas cíclicas y luego sometidas a cargas estáticas hasta su fractura. Las coronas se unieron utilizando cementos de resina compuesta y se sometieron a cargas cíclicas en condiciones húmedas. Los valores de carga a fractura de zirconia fueron los más altos mientras que los de silicato de litio reforzado con zirconia fueron los más bajos. El número de ciclos de carga de fatiga no afectó la carga a fractura de las coronas probadas. Será necesario realizar más investigaciones antes de considerar el uso rutinario de ZLS (silicato de litio reforzado con zirconia) para molares en pacientes con alto riesgo de hábitos parafuncionales. (84)

En la práctica actual, la tecnología CAD / CAM , menciona el Dr. Dr. Acocella, A. 2020, es con frecuencia un elemento fundamental de un flujo de trabajo digital integrado para

la colocación y restauración de implantes dentales. Esta tecnología incluye un sistema de escaneo intraoral, tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), software de planificación de implantes y software y hardware de diseño y fresado CAD / CAM.(85)

En adición a la prostodoncia el CAD/CAM se puede utilizar en otras áreas de la odontología que requieran dispositivos a medida. A continuación se mencionan diferentes artículos donde el CAD/CAM es utilizado en áreas de implantología, cirugía maxilofacial, ortodoncia, odontología restauradora, prótesis fija, convirtiendo el CAD/CAM en una herramienta digital importante en la consulta dental.

El Dr. Ciabattoni, G. dice que la cirugía de implantes guiada, la introducción de tecnologías de planificación de tratamiento y diagnóstico por imagen tridimensional (3D) en la odontología de implantes, la preparación y colocación de implantes dentales se ha convertido en la norma en la atención de calidad al paciente, especialmente en pacientes con atrofias graves. La cirugía de implantes guiada ha ayudado a facilitar, simplificar y superar los desafíos más comunes en la terapia de implantes dentales. El software de implantes moderno puede reconstruir áreas anatómicas en 3D, lo que permite a los médicos planificar virtualmente la colocación del implante a partir de una tomografía computarizada o tomografía computarizada de haz cónico (CBCT).(85)

En el artículo “Accuracy of modified CAD/CAM generated wafer for orthognathic surgery“ el autor Jin Hoo Park utiliza la tecnología CAD/CAM para generar obleas para

la cirugía ortognática. La oblea quirúrgica intermedia es uno de los factores más importantes en la cirugía ortognática para lograr una posición precisa del maxilar. El estudio no mostró diferencias significativas entre la guía quirúrgica CAD/CAM personalizada y la oblea CAD/CAM basada en oclusión en términos de precisión. (86)

El autor Carole Charavet en el artículo de “Piezocision-assisted orthodontic treatment using CAD/CAM customized orthodontic appliances: a randomized controlled trial in adults’ utiliza el CAD/CAM para investigar los efectos de la piezocisión (protocolo quirúrgico con suturas) en el tratamiento de ortodoncia utilizando aparatos de ortodoncia personalizados. El tratamiento se realizó en 24 pacientes adultos que requerían tratamiento de ortodoncia para liberar un hacinamiento leve. La piezocisión parece ser un método eficaz para acelerar el tratamiento de ortodoncia en pacientes con estos casos. Sin embargo, el efecto solo se observó durante la fase de alineación y se encontró una mayor eficiencia en el maxilar. El tiempo total de tratamiento fue bastante corto. (87)

En el artículo “Precisión de los sistemas de impresión digital intraoral en odontología restauradora” Priscilla Medina (2020) tiene como objetivo identificar el sistema de impresión digital intraoral más preciso y además identificar los factores que afectan a la precisión de esta en odontología restauradora. Priscilla comenta como las impresiones digitales ofrecen menor tiempo clínico, comodidad para el paciente, ahorra costos, espacios y la reproductibilidad es comparable o mejor que las técnicas convencionales.

La experiencia del dentista, la convergencia en la preparación dental y la terminación cervical son determinantes al momento de la toma de impresión digital. El sistema Lava C.O.S. e iTero son los que presentan mayor precisión y el True Definition para restauraciones onlay. (88)

Lidia Galan Lopez en su artículo "A systematic review of the accuracy and efficiency of dental movements with Invisalign" nos explica cómo el uso de diseño asistido por computadora / fabricación asistida por computadora ha permitido tratamientos de ortodoncia individualizados, pero también ha incorporado tecnología digital mejorada.

El Dr. Ahlholm Pekka (2016) en su artículo "Digital Versus Conventional Impressions in Fixed Prosthodontics: A Review" realiza varias comparación entre la impresión digital y la técnica convencional como resultado se pudo observar que la impresión digital se encuentra al mismo nivel que una impresión convencional a la hora de realizar coronas o prótesis fijas de pocas unidades. Para la fabricación de coronas implantosoportadas los sistemas de impresión digital también dan como resultado un ajuste clínicamente; sin embargo, para las dentaduras grandes de arco completo, la técnica de impresión convencional da como resultado una mejor precisión en comparación con el método digital, por lo que se pueden preferir los métodos convencionales. Cuando se utiliza para la indicación correcta la toma de impresiones digitales parece ser el método preferido sobre las impresiones convencionales, con respecto a la eficiencia del tiempo y la preferencia del paciente. El Dr. Ahlholm Pekka también indica que los estudiantes

de odontología muestran preferencia por las impresiones digitales, lo que significa que es probable que su uso continúe creciendo. (89)

Por otro lado, el Dr. Björn Gjelvold nos comenta en su artículo “ Intraoral Digital Impression Technique Compared to Conventional Impression Technique. A Randomized Clinical Trial” que realizó una comparación en Cuarenta y dos pacientes que necesitaban coronas unitarias con soporte dentario y/o prótesis parciales fijas de hasta seis unidades donde se asignaron al azar las técnicas de impresión. Se midieron tiempos de procedimiento, las evaluaciones de los dentistas y los pacientes mediante una escala analogía visual donde se compararon entre los dos grupos. Luego de completar la investigación los resultados de este estudio demostraron que la técnica digital era más eficiente y conveniente que la técnica de impresión convencional. (90)

En el artículo “Model-less digital workflow for the replication of an existing complete fixed implant-supported prosthesis using an intraoral scanner” del Dr. Roberto A. Markarian (2019) nos comenta que para lograr una entrega exitosa de prótesis implantosoportadas de arco completo esta incluye pasos de tratamiento precisos con respecto a la planificación, colocación de implantes, procedimientos clínicos y de laboratorio. El flujo de trabajo protésico clínico requiere el registro de las posiciones tridimensionales del implante, junto con las posiciones blandas y contornos de tejido duro. Además, los volúmenes de las encías protésicas y las posiciones ideales de los dientes deben trasladarse desde las pruebas iniciales hasta la prótesis final para lograr resultados completamente funcionales y estéticos. Debido a la eficiencia y la

rentabilidad, los sistemas CAD / CAM han impulsado el mayor desarrollo de dichas tecnologías. En este informe clínico, el uso de un escáner intraoral, junto con el software y el equipo CAD / CAM, permitió al equipo dental planificar y fabricar a través de un flujo de trabajo digital sin modelo. El uso correcto de un escáner intraoral fue un momento clave en la metodología, permitiendo la adquisición de todos los datos necesarios en una sola sesión. Se pudo obtener las ubicaciones tridimensionales de los implantes, impresión de los contornos de las encías, perfiles de emergencia de implantes protésicos, volumen gingival de la prótesis anterior, formas de dientes anteriores y posiciones tridimensionales, la oclusión relacionada con la prótesis anterior, dimensión vertical y el arco opuesto. El flujo de trabajo digital sin modelo redujo de manera eficiente el tiempo de respuesta, ya que el proceso era más eficiente que los métodos convencionales y disminuye la posibilidad de errores humanos. Como resultado todos los datos de diagnóstico necesarios se adquirieron en una sola visita, lo que redujo el costo total del tratamiento y el tiempo de los tratamientos propuestos. (91)

El Dr. J. Bryan Mlaughlin en su artículo "Comparison of Fit of Dentures Fabricated by Traditional Techniques Versus CAD/CAM Technology" realiza una comparación en la contracción de las bases de las dentaduras fabricadas mediante CAD/CAM, moldeo por compresión y moldeo por inyección. También comparó el efecto de la forma del arco y la profundidad del paladar. Como resultado se obtuvo que los métodos de fabricación por CAD/CAM y moldeo de inyección produjeron dentaduras igualmente ajustadas con un ajuste superior al moldeo por compresión. Los pacientes con paladares pocos profundos se vieron más afectados por la contracción que los

pacientes con paladares medios o profundos y la forma de los arcos ovoides poco profundos se vio beneficiada por el uso del moldeo por inyección en comparación con las otras dos técnicas.(92)

El artículo de Steinmassl (2017) “Do CAD/CAM dentures really release less monomer than conventional dentures?” Se realizó una comparación con el objetivo de demostrar si las dentaduras realizadas con CAD/CAM presentan una menor liberación de monómero de metacrilato en comparación con las dentaduras convencionales. Luego de realizar el estudio todas las dentaduras probadas liberaron cantidades muy bajas de monómero de metacrilato, pero no significativamente menos que las dentaduras convencionales. (93)

## CONCLUSIÓN

Los beneficios del uso de la tecnología computarizada en la rehabilitación bucal están, los sistemas CAD / CAM ofrecen la fabricación de los objetos a utilizar en rehabilitación bucal de una forma automática, lo cual ayuda a estandarizar la calidad y reducir el tiempo de el tratamiento a realizar. También tienen el potencial de reducir las imprecisiones manuales en la técnica y minimizar los peligros de infecciones cruzadas.

Este sistema le permite al dentista utilizar materiales novedosos de alta resistencia con una biocompatibilidad sobresaliente y una resistencia adecuada, excelente precisión de ajuste. En el futuro, las expectativas de los pacientes, la preferencia de los operadores y las limitaciones económicas, así como la disponibilidad de estos sistemas, dictarán la idoneidad de este tipo de rehabilitación.

En el área de la prostodoncia, la odontología moderna ha cambiado totalmente reduciendo el tiempo en la consulta e incrementando el éxito de los tratamientos. Los avances de la tecnología computarizada hoy en día nos permite realizar tomografías computarizadas, tecnología láser, scanners bucales, diagnóstico 3D y el uso de tecnología CAD-CAM en la prostodoncia.

La tecnología computarizada es una forma de aplicar y tratar al paciente moderna. Gracias a su precisión ha logrado integrar muchas técnicas y sistemas utilizados en la rehabilitación de los pacientes. Además, por su eficacia, las impresiones digitales

permiten reducir hasta una sola cita la realización de un dispositivo protésico. Sin embargo estos, estos sistemas requieren el dominio por parte del operador para llevar cualquier trabajo a cabo eficazmente.

El éxito de las prótesis fijas con estructura de zirconia, demostrada por estudios de seguimiento clínico de mediano plazo, es muy elevado. La estética que alcanzan, evitando la translucidez grisácea de los metales y la biocompatibilidad que presentan por ser biocerámicas, son sus mayores virtudes. Además, el ajuste marginal que logran a través de la tecnología CAD CAM, las posiciona en ventaja frente a las prótesis fijas metal cerámicas convencionales. Se precisan estudios de seguimiento a largo plazo, sus aplicaciones clínicas parecen ser muy prometedoras.

En la información presentada los autores concuerdan que el método tecnológico más eficaz para la elaboración de una prótesis dental es la computarizada.

## 7. RECOMENDACIONES

Tras haber realizado una investigación exhaustiva para la realización de esta revisión literaria, para obtener el título de Doctor en Odontología bajo el tema: “Uso de tecnología computarizada en la rehabilitación bucal,” se debería de considerar lo siguiente:

- Mostrar más material educativo en las clases sobre las tecnologías actuales y los procedimientos que se pueden realizar con estos recursos.
- Basado en esta misma revisión literaria realizar un manual didáctico que oriente a los estudiantes interesados en saber sobre los conocimientos básicos del uso de la tecnología aplicada en la odontología y poder decidir si opta por usar alguno dado la situación del caso clínico que se le presente.
- Impartir charlas y/o conferencias con doctores invitados, como se realiza en otras áreas, para enriquecer a los estudiantes y prepararlos para el futuro que cada vez involucra más el uso de tecnología computarizada.
- Partiendo de esta revisión de la literatura, se puede realizar un estudio en distintas poblaciones del país que tengan el acceso a la tecnología computarizada, (en Santo Domingo y Santiago por ejemplo), en clínicas odontológicas, laboratorios dentales y universidades. Para analizar los resultados en los procedimientos realizados con las diferentes herramientas tecnológicas disponibles en el mercado.
- Impartirse como taller electivo los conocimientos más esenciales y básicos sobre la tecnología computarizada aplicada en la odontología.

- Ofrecer a los estudiantes mediante mensajes de comunicación masiva ya sea vía correo o redes sociales webinars disponibles sobre el tema.

## **8. PROSPECTIVA DEL ESTUDIO**

Luego de realizar un exhaustiva revisión de la literatura de este tema, y llegar a las conclusiones ya descritas, a continuación se presentarán las siguientes prospectivas de investigación para las investigaciones futuras y revisiones de literatura:

- A partir de esta revisión sobre el uso de tecnología computarizada en la rehabilitación bucal, realizar estudios profundos y experimentales sobre la calidad que aporta la tecnología computarizada en las diferentes formas de realizar rehabilitación oral.
- Se motiva a enfocarse en el grado de conocimiento de los estudiantes sobre la tecnología CAD/CAM y cómo estos pueden prepararse y adquirir destrezas en el área, lo cual será beneficioso para obtener el mejor provecho de este recurso.

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Machado Goyano Mac-Kay, Ana P. Lorena Olivia Chacana Véliz Carol Stephanie Michea Calderón Sady del Carmen Aránguiz. 2015. Alteraciones de la masticación en usuarios de prótesis dental removible. Revisión sistemática. Disponible en:  
<https://www.scielo.br/j/rcefac/a/VP593pSN4hXGW9Vn6ChKG9M/?lang=es>
2. Wittneben, J.G., Wright, R.t F., Weber H. P., Gallucci, G. O. 2010. Revisión sistemática del rendimiento clínico de las restauraciones unitarias con CAD/CAM. Disponible en:  
<https://www.elsevier.es/en-revista-revista-internacional-protesis-estomatologica-315-articulo-revision-sistemica-del-rendimiento-clinico-X1139979110540249>
3. Wang C, Shi YF, Xie PJ, Wu JH. Accuracy of digital complete dentures: A systematic review of in vitro studies. J Prosthet Dent. 2021 Feb;125(2):249-256. doi: 10.1016/j.prosdent.2020.01.004. Epub 2020 Feb 27. PMID: 32115218.  
Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32115218/>
4. Tinschert, J. , Natt, G., Hassenpflug, S., Spiekermann, H. 2004. Status of current CAD/CAM technology in dental medicine. Disponible en:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15317306/>

5. Zazueta, M. 2013. Antecedentes históricos de la prótesis bucal. Disponible en:  
<https://www.slideshare.net/yelitzapalma754/11-antecedentes-historicos-de-la-prtesis-bucal-2009>
6. Herrera F, Viveros D, Castedo L. Gingival characterization in Total Removable Protheses. Uncuyo [Internet]. 2019 [citado 21 de septiembre de 2021];13(1):15-20. Disponible en: <http://bdigital.uncu.edu.ar/13584>
7. Laurent Tapie, et all. 2015. Understanding dental CAD/CAM for restorations--accuracy from a mechanical engineering viewpoint. Disponible en:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26734668/>
8. Cheema, K. 2017. Treatise on The Teeth of the Human Body and Their Diseases. Disponible en:  
<https://dental.nyu.edu/aboutus/rare-book-collection/phillip-pfaff.html>
9. Weisberg, David E. 2008. Patrick Hanratty and Manufacturing & Consulting Services. Disponible en:  
<http://www.cadhistory.net/15%20Patrick%20Hanratty%20and%20MCS.pdf>
10. Divonne, A.C. 2013. An Interview with Dr. François Duret. Disponible en:

<https://www.aegisdentalnetwork.com/idt/2013/03/an-interview-with-dr-francois-duret>

11. Saavedra, R., Iriarte, R. 2014. Clasificación y significado clínico de las diferentes formulaciones de las cerámicas para restauraciones dentales. Disponible en:

<https://www.actaodontologica.com/ediciones/2014/2/art-20/>

12. Christos, W, Siegbert Witkowski, Strub J. R. 2019. Digital Workflow in Reconstructive Dentistry. Disponible en:

[https://books.google.com.do/books?id=ZO4YEAAAQBAJ&pg=PP25&lpg=PP25&dq=matts+andersson+1980s+dentistry&source=bl&ots=\\_Ymx4W9v5A&sig=ACfU3U3wAP-CF0iUbrGa-7NEjo-gHwxxcw&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEwjbg9jA7sv0AhXIsDEKHen-CwoQ6AF6BAgaEAM#v=onepage&q=matts%20andersson%201980s%20dentistry&f=false](https://books.google.com.do/books?id=ZO4YEAAAQBAJ&pg=PP25&lpg=PP25&dq=matts+andersson+1980s+dentistry&source=bl&ots=_Ymx4W9v5A&sig=ACfU3U3wAP-CF0iUbrGa-7NEjo-gHwxxcw&hl=en&sa=X&ved=2ahUKEwjbg9jA7sv0AhXIsDEKHen-CwoQ6AF6BAgaEAM#v=onepage&q=matts%20andersson%201980s%20dentistry&f=false)

13. G. Uzun (2014) An Overview of Dental CAD/CAM Systems, Biotechnology & Biotechnological Equipment, 22:1, 530-535, DOI: 10.1080/13102818.2008.10817506

Disponible en : <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/13102818.2008.10817506>

14. Ahmed, K. E. We're Going Digital: The Current State of CAD/CAM Dentistry in Prosthodontics. Prim Dent J. 2018 Summer;7(2):30-5. doi:

10.1177/205016841800700205. PMID: 30095879. Disponible en:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30095879/>

15. Harsono, M., Kugel, G. 2015. Esthetics and computer-aided design and computer-aided manufacturing (CAD/CAM) systems. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323091763000322>
16. Sakaguchi, R. L. 2012. Digital Imaging and Processing for Restorations, Chapter 14. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323081085100143>
17. N/A. Consecuencias de la falta de dientes. [Internet] 2016 [citado 23 de septiembre de 2021]; Disponible en: <http://clinicadeimplantes.com.co/5-consecuencias-de-la-falta-de-dientes/>
18. Rivera C, Aguirre E, Medrano J, Rojas P. Tecnología CAD/CAM en la consulta dental. Rev Med Dominio las Ciencias [Internet]. 2017;3(2):799-821. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6326784>
19. Emerson Huamanciza-Torres E, Chávez-Rimache L, Chacón-Uscamaita PR, Ayala De La Vega G. Tipo de edentulismo parcial bimaxilar y su asociación con el nivel socioeconómico-cultural. Rev Habanera Ciencias Medicas [Internet]. 2019 [citado 23 de septiembre de 2021];18(2):281-97. Disponible en: <http://www.revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/2507>

20. Garcez C, Morales A, Ribeiro A, Menezes L, Giacomelli G, Demarco F. Edentulism, Severe Tooth Loss and Lack of Functional Dentition in Elders: A Study in Southern Brazil. *Braz Dent J* [Internet]. 1 de mayo de 2016 [citado 23 de septiembre de 2021];27(3):345-52. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27224572/>
21. Lee J, Weyant R, Corby P, Kritchevsky S, Harris T, Rooks R, et al. Edentulism and nutritional status in a biracial sample of well-functioning, community-dwelling elderly: the health, aging, and body composition study. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 2004 [citado 23 de septiembre de 2021];79(2):295-302. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14749237/>
22. Kossioni A. The Association of Poor Oral Health Parameters with Malnutrition in Older Adults: A Review Considering the Potential Implications for Cognitive Impairment. [Internet]. [Citado 23 de septiembre de 2021] Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30413041/>
23. Peres MA, Barbato PR, Reis SCGB, Freitas CHSDM, Antunes JLF. Tooth loss in Brazil: Analysis of the 2010 Brazilian oral health survey. *Rev Saude Pública* [Internet]. 2014 [citado 23 de septiembre de 2021];47(SUPPL.3):78-89. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/VBKtC77bDwvSmTVRNzFNzKh/?lang=en&format=html>

24. Tyrovolas S, Koyanagi A, Panagiotakos DB, Haro JM, Kassebaum NJ, Chrepa V, et al. Population prevalence of edentulism and its association with depression and self-rated health. Sci Rep [Internet]. 17 de noviembre de 2016 [citado 23 de septiembre de 2021];6(3):1-9. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5112530/>

25. Guitierrez Vargas V, León Manco R, Castillo Andamayo D. Edentulismo y necesidad de tratamiento protésico en adultos de ámbito urbano marginal. Rev Estomatol Hered [Internet]. 2015 [citado 23 de septiembre de 2021];25(3):179-86. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/reh/v25n3/a02v25n3>

26. Badillo Barba, M. Manejo interdisciplinario para una óptima rehabilitación oral. [Internet]. 2021 [citado 23 de septiembre de 2021];25(3):179-86. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2021/od212h.pdf>

27. Daniele Milton, Enrique. Rehabilitación oral de una paciente desde la cátedra de práctica profesional supervisada en conjunto con carrera con de especialización en prótesis fija, prótesis removible e implantología. [Internet]. 2017 [citado 23 de septiembre de 2021];25(3):179-86. Disponible en: <https://www.coc-cordoba.org.ar/eventos/Poster-Profesionales-Resumenes.pdf>

28. Dra. Sánchez Silot C. Anciano rehabilitado con prótesis dental sobre implantes de

carga inmediata [Internet]. 2018 [citado 23 de septiembre de 2021];25(3):179-86.  
Disponibile en: <http://scielo.sld.cu/pdf/san/v22n8/1029-3019-san-22-08-795.pdf>

29. Falcón Antenucci, M. Rose. El sistema masticatorio y las alteraciones funcionales consecuentes a la pérdida dentaria [Internet]. 2008 [citado 23 de septiembre de 2021].  
Disponibile en: [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0001-63652008000300025](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652008000300025)

30. Dra. Ladislény Leyva Samuel La pérdida dentaria. Sus causas y consecuencias [Internet] 2018 [citado 23 de septiembre de 2021]; Disponible en: <http://www.remij.sld.cu/index.php/remij/article/view/212/417>

31. E. Piza Pellizzer. La odontología digital en rehabilitación oral. [Internet] 2021 [citado 23 de septiembre de 2021]; Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/odont/article/view/19882/16507>

32. Lora, J. 2021. Lo que debe saber sobre las etapas de Rehabilitación Oral y los precios en el mercado. Disponible en: <https://drjoselora.com/2021/08/31/rehabilitacion-oral/>

33. Balla Albán, M. V.. Análisis de la rehabilitación oral mediante un puente fijo en el sector anterior. [Internet] 2016 [citado 23 de septiembre de 2021]; Disponible en:

<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/18039>

34. Sandoval Pedauga, S. Rehabilitación con prótesis fija. [Internet] 2019 [citado 23 de septiembre de 2021]; Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7097511>
35. N/A. Prótesis fija (diseño CAD). [Internet] 2019 [citado 23 de septiembre de 2021]; Disponible en: <http://jordanolaboratoriodental.com/protesis-fija-cad/>
36. Alhoumaidan, A. The knowledge, attitude and practice of fixed prosthodontics: A survey among Qassim dental practitioners [Internet] 30 de septiembre de 2019 [citado 23 de septiembre de 2021]; Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6820426/>
37. N/A. ¿EN QUÉ CONSISTE LA PRÓTESIS DENTAL FIJA Y CUANDO ES NECESARIA? [Internet] 13 de 2019 [citado 23 de septiembre de 2021]; Disponible en: <https://www.cadosalto.com/post/protesis-dental-fija>
38. Pardellas, G. Puentes dentales o implantes ¿Cuál es la mejor opción para mí? [Internet] 14 de junio de 2021 [citado 23 de septiembre de 2021]; Disponible en: <https://garciapardellas.com/puentes-dentales-o-implantes-cual-es-la-mejor-opcion-para-mi/>
39. Boulandier, I. ¿Qué es un puente dental? Guía completa sobre puentes

[Internet] 1 de abril de 2016 [citado 23 de septiembre de 2021]; Disponible en:  
<https://www.dentaly.org/es/puente-dental/>

40. Ayuso-Montero R., Martori López E., Brufau de Barberá M. y Ribera Uribe M. 2015. Prótesis removible en el paciente geriátrico. Disponible en:

[https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0213-12852015000300009#bajo](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852015000300009#bajo)

41. Stegelmann, K., Luthardt, R. 2011. Principios básicos de la planificación de prótesis removibles. Disponible en:

<https://www.elsevier.es/es-revista-quintessence-9-articulo-principios-basicos-planificacion-protesis-removibles-X0214098511909537>

42. Mccracken., Al-johany, S., Andres, C., Trepiana, D. 2013. Clasificación Kennedy.

Disponible en: <https://www.slideshare.net/diegotrep/clasificacion-kennedy>

43. Sha R, Aras M. Esthetics in Removable partial denture. A review. Kathmandu Univ Med J 2013;44:344-8. Disponible en:

44. Paredes, C. 2010. PRÓTESIS PARCIAL REMOVIBLE. Disponible en:  
<https://www.slideshare.net/daggerfast/protesis-parcial-removible-6419237>

45. Hernández, J., Domínguez, A. 2018. Aditamentos de anclaje, una opción en el tratamiento protésico. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2008/od083g.pdf>
46. Cortez, J. (2017). Rehabilitación de paciente edéntulo parcial (Clase Kennedy Superior Clase III Modificación 2, Inferior Clase II sin modificación) con prótesis parciales removible. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/29574/1/2477CORTEZjorge.pdf>
47. Lozano, R. 2014. Procedimientos clínicos que intervienen para desarrollar un plan de tratamientos y diseño de una prótesis parcial removible. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/6208/1/LOZANORicardo.pdf>
48. Arizala, J. 2021. Prótesis completas removibles. Disponible en: <https://www.dentistadonostia.es/protesis-dentales/protesis-completas-removibles/>
49. Paredes, F. 2021. Prótesis sobre implantes. Disponible en: <https://soluciondental.pe/protesis/sobre-implantes/>
50. Sriram et.al. 2018. Computer aided designing/computer aided manufacturing in dentistry (CAD/CAM) – A review. Disponible en: [https://ijcrr.com/uploads/2538\\_pdf.pdf](https://ijcrr.com/uploads/2538_pdf.pdf)

51. Peláez, A. RESTAURACIONES PROVISIONALES Y SISTEMA CAD/CAM  
[https://repository.ces.edu.co/bitstream/handle/10946/392/Restauraciones\\_provisionales.pdf;jsessionid=EF40481B6A1004876AE10DD473EE77DA?sequence=1](https://repository.ces.edu.co/bitstream/handle/10946/392/Restauraciones_provisionales.pdf;jsessionid=EF40481B6A1004876AE10DD473EE77DA?sequence=1)
52. Cruz Ojeda X. Estudio comparativo de la fiabilidad y reproducibilidad en la medición de los tamaños dentarios y las medidas de las Arcadas dentarias entre registros manuales y digitales 3D obtenidos por escaneado intraoral y extraoral [Internet] 2017 [citado 23 de septiembre de 2021]; Disponible en:  
<https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2017/art-34/>
53. Classe, N. “CAD/CAM: imprescindible en la odontología moderna” [Internet] 30 de Julio de 2020 [citado 23 de septiembre de 2021]; Disponible en:  
<https://www.owandy.es/cad-cam-imprescindible-en-la-odontologia-moderna/>
54. Lozinsky V. “ESCÁNERES PARA SISTEMAS ABIERTOS Y CERRADO” [Internet] 13 de septiembre de 2017 [citado 23 de septiembre de 2021]; Disponible en:  
<https://es.bimedis.com/latest-news/browse/610/consejos-sobre-como-elegir-un-sistema-cad-cam-para-un-laboratorio-dental>
55. Classe, N. “La impresión óptica en odontología” [Internet] 13 de septiembre de 2017 [citado 4 de noviembre de 2021]; Disponible en:  
<https://www.owandy.es/la-impresion-optica-en-odontologia/>

56. Serrat Barón M. “Evaluación in-vitro de la precisión de los escáneres” [Internet] 9 de septiembre de 2017 [citado 4 de noviembre de 2021]; Disponible en: [http://www.tdx.cat/bitstream/10803/461768/1/Tesi\\_Marta\\_Serrat\\_Bar%C3%B3n.pdf](http://www.tdx.cat/bitstream/10803/461768/1/Tesi_Marta_Serrat_Bar%C3%B3n.pdf)

57. Mangando F. “Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature” [Internet] 12 de diciembre de 2017 [citado 4 de noviembre de 2021]; Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5727697/>

59. Bedoya Ocampo, J. “Procesos de laboratorio en mecanica dental” [Internet] 2021 [citado 4 de noviembre de 2021]; Disponible en: <https://libros.usc.edu.co/index.php/usc/catalog/download/282/401/6077?inline=1>

60. Sánchez, I. 2011. Métodos CAD/CAM en prótesis. web: <https://gacetadental.com/2011/09/mtodos-cadcam-en-prtesis-25442/>

61. 59. Barbosa, R. “Aplicaciones de fabricación asistida por ordenador” [Internet] 29 de diciembre de 2021 [citado 4 de noviembre de 2021]; Disponible en: <https://www.ricardo-barbosa.com/es/aplicaciones-asistidas-por-ordenador-fabricacion/>

62. Gutierrez B. Fabricación Sustractiva [Internet] 29 de diciembre de 2021 [citado 4 de noviembre de 2021]; Disponible en:

<https://www.scribd.com/document/437078732/Fabricacion-Sustractiva>

63. Sanchez I. Métodos CAD/CAM en prótesis [Internet] 24 de septiembre de 2011 [citado 4 de noviembre de 2021]

[https://gacetadental.com/2011/09/mtodos-cadcam-en-prtesis-25442/#:~:text=Los%20materiales%20que%20pueden%20utilizar,y%20titanio%2C%20seg%C3%BAn%20el%20sistema.&text=La%20introducci%C3%B3n%20de%20bloques%20de,coronas%20\(17%2D19\).](https://gacetadental.com/2011/09/mtodos-cadcam-en-prtesis-25442/#:~:text=Los%20materiales%20que%20pueden%20utilizar,y%20titanio%2C%20seg%C3%BAn%20el%20sistema.&text=La%20introducci%C3%B3n%20de%20bloques%20de,coronas%20(17%2D19).)

64. Wanschka, P. 2011. Variedad de materiales en la tecnología CAD/CAM. Disponible en:

<https://www.elsevier.es/es-revista-quintessence-tecnica-33-articulo-variedad-materiales-tecnologia-cad-cam-X1130533911238388>

65. Valls Ontañón A, Pozuelo Arquimbau L, Cuscó Albors S, Mari Roig A. Aplicación de la tecnología CAD/CAM para el manejo de la fisura alveolar: a propósito de un caso clínico. Revista Española de Cirugía Oral y Maxilofacial [Internet]. 2020;42(2):83-6.

Disponible en:

[https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1130-05582020000200006](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1130-05582020000200006)

66. Vilcapoma H, Ganoza R, Bolaños A, Tapia A, Balarezo A. Uso de un poste y núcleo de fibra de vidrio compuesto fabricados con CAD / CAM para restaurar un diente tratado endodónticamente: reporte de caso. Rev Estomatológica Hered [Internet]. 27 de octubre de 2019 [citado 21 de septiembre de 2021];29(3):231-40. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1019-4352019000300009&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1019-4352019000300009&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

67. Llange A, Abad V, Pacheco R. REHABILITACIÓN ORAL CON IMPLANTE DENTAL DE CARGA INMEDIATA Y TECNOLOGÍA CAD-CAM. Cart Odontol [Internet]. 2018 [citado 21 de septiembre de 2021];2(2):7-11. Disponible en: <http://www.sppdmf.pe/wp-content/uploads/2019/10/CARTA2018-2.pdf>

69. Hernandez R, Fernandez C, Baptista M. Metodología de la investigación [Internet]. VI. CDMX: McGraw Hill; 2014 [citado 12 de julio de 2021]. 1-634 p. Disponible en: <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>

70. Guirao Goris S. Utilidad y tipos de revisión de literatura. Ene [Internet]. 2015 [citado 12 de julio de 2021];9(2):0-0. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1988-348X2015000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1988-348X2015000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es)

71. Morales, N. Investigación Exploratoria: Tipos, Metodología y Ejemplos[Internet]. 2011 [citado 21 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://karenpulido.jimdofree.com/app/download/9548087969/Investigaci%C3%B3n+Exploratoria.pdf?t=1545253266>
72. Arias. Metodología de la investigación [Internet] 2012 [citado 21 de septiembre de 2021]; <http://virtual.urbe.edu/tesispub/0105003/cap03.pdf>
73. Guirao Goris S. Utilidad y tipos de revisión de literatura. Ene [Internet]. 2015 [citado 12 de julio de 2021]. Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1988-348X2015000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1988-348X2015000200002&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
74. Alghazzawi, T. 2016. Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26935333/>
75. Gjelvold, B., et all. 2015. Intraoral Digital Impression Technique Compared to Conventional Impression Technique. A Randomized Clinical Trial. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jopr.12410>
76. Ender A, Mehl A. Accuracy of complete-arch dental impressions: a new method of measuring trueness and precision. J Prosthet Dent [Internet]. febrero de 2013 [citado 10

de octubre de 2021];109(2):121-8. Disponible en:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23395338/>

77. Kattadiyil MT, Jekki R, Goodacre CJ, Baba NZ. Comparison of treatment outcomes in digital and conventional complete removable dental prosthesis fabrications in a predoctoral setting. *J Prosthet Dent.* 2015;114:818–825.<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.08.001> PMID:26412000.  
[\[PubMed\]](#) [\[Google Scholar\]](#) [\[Ref list\]](#)

78. Heredia, F., Vela, S., Salgueiro, M., 2012. Ventajas de la aplicación de la tecnología CAD–CAM en la rehabilitación de pacientes con prótesis parcial fija en la ciudad de Cochabamba. Disponible en:  
<https://www.imbiomed.com.mx/articulo.php?id=92499>

79. J. Fleiner, D. Schulze. Risks in the digital transmission of sensitive patient data. *Int J Comput Dent*, 10 (2007), pp. 339-351 Disponible en:  
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/18432017/>

80. Habib SR. Digital microscopic evaluation of vertical marginal discrepancies of CAD/CAM fabricated zirconia cores. *Biomed Eng / Biomed Tech* [Internet]. 1 de abril de 2019 [citado 24 de septiembre de 2021];64(2):207-14. Disponible en:  
<https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/bmt-2017-0234/html>

81. Ting-Shu S, Jian S. Intraoral Digital Impression Technique: A Review. J Prosthodont [Internet]. 1 de junio de 2015 [citado 8 de octubre de 2021];24(4):313-21. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25220390/>

82. Kowalski,B.J. 2020. Digital Dentures – Today 's Solution for Edentulous Patients - CHROME Live Webinar Series . disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=66VxCAHZX68>

83. De Los Santos, E. 2021. La Tecnología en la Endodoncia.disponible en: <https://learn-us-east-1-prod-fleet02-xythos.content.blackboardcdn.com/>

84. Kashkari A. Fracture analysis of monolithic CAD-CAM crowns [Internet]. 28 de febrero de 2019 [citado 24 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jerd.12462>

85. Dr. Acocella, A. & Dr. Ciabattoni, G.2020. Webinar: Implant dentistry. Digital workflows Dr. G Ciabattoni & Dr. A Acocella | Alpha-Bio Tec. disponible en: [https://www.youtube.com/watch?v=Z\\_gKS6Ovz1U](https://www.youtube.com/watch?v=Z_gKS6Ovz1U)

86. Park H. J. Accuracy of modified CAD/CAM generated wafer for orthognathic surgery [Internet]. 16 de mayo de 2019 [citado 24 de septiembre de 2021]. Disponible en: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0216945>

87. Charavet, C. Piezocision-assisted orthodontic treatment using CAD/CAM customized orthodontic appliances: a randomized controlled trial in adults [Internet]. 16 de mayo de 2019 [citado 24 de septiembre de 2021]. Disponible en:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30649257/>

88. Medina, P. Precisión de los sistemas de impresión digital intraoral en odontología restauradora: Una revisión de la literatura [Internet]. 17 de abril de 2020 [citado 24 de septiembre de 2021]. <https://www.redalyc.org/journal/4995/499566215008/html/>

89. Pekka A. Digital Versus Conventional Impressions in Fixed Prosthodontics: A Review

[Internet]. 2 agosto de 2016 [citado 24 de septiembre de 2021]. Disponible en:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jopr.12527>

90. Björn G. Intraoral Digital Impression Technique Compared to Conventional Impression Technique. A Randomized Clinical Trial [Internet]. 30 agosto de 2015 [citado 24 de septiembre de 2021]. Disponible en:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/jopr.12410>

91. Markarian A. R. Model-less digital workflow for the replication of an existing complete fixed implant-supported prosthesis using an intraoral scanner [Internet]. 2 de febrero de 2019 [citado 24 de septiembre de 2021]. Disponible en:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ccr3.2012>

92. McLaughlin J.B. Comparison of Fit of Dentures Fabricated by Traditional Techniques Versus CAD/CAM Technology [Internet]. 14 de febrero de 2017 [citado 24 de septiembre de 2021] Disponible en:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jopr.12604>

93. Steinmassl P. 2017. Do CAD/CAM dentures really release less monomer than conventional dentures? [Internet]. 21 de junio de 2017 [citado 24 de septiembre de 2021] Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27704295/>