



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**SISTEMAS CAD/CAM Y SUS IMPLICACIONES EN LA ODONTOLOGÍA.
REVISIONES CRÍTICAS DEL ESTADO DEL CONOCIMIENTO**

Autor(a):

Briceño, Mariolga C.I. V.- 27532181

Dos Santos, Valery C.I.V.- 27.504.052

Tutor(a):

Od. Vanessa Gómez C.I.- 23.429.227



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

SISTEMAS CAD/CAM Y SUS IMPLICACIONES EN LA ODONTOLOGÍA.

REVISIONES CRÍTICAS DEL ESTADO DEL CONOCIMIENTO

Trabajo de Grado como requisito parcial para optar al título de Odontólogo

Autor(a):

Briceño, Mariolga C.I. V.- 27532181

Dos Santos, Valery C.I.V.- 27.504.052

Tutor(a):

Od. Vanessa Gómez C.I.- 23.429.227

San Diego – Carabobo, febrero de 2023



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



**SISTEMAS CAD/CAM Y SUS IMPLICACIONES EN LA ODONTOLOGÍA.
REVISIONES CRÍTICAS DEL ESTADO DEL CONOCIMIENTO**

ESTUDIANTES

Cédulas de Identidad

C.I.- 27.532.181

C.I.- 27.504.052

Nombres y apellidos

Briceño, Mariolga

Dos Santos, Valery

TUTORES

Tutor (a): Od. Vanessa Gómez

C.I.- 23.429.227

Asesor Metodológico:

Aura Palencia



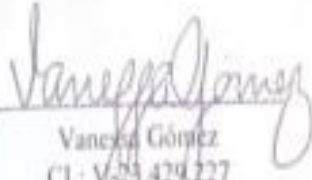
REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE ODONTOLOGÍA



CONSTANCIA DE APROBACIÓN PARA LA PRESENTACIÓN
PÚBLICA DEL TRABAJO DE GRADO

Quien suscribe **Vanessa Gómez**, portador de la cédula de identidad N.º V-23.429.227, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el(la)(los) ciudadanos(as) **Briceno Mariolga y Dos Santos Valery**, portadores de la cédula de identidad N.º V-27.532.181 y V-27.504.052 titulado, SISTEMAS CAD/CAM Y SUS IMPLICACIONES EN LA ODONTOLOGIA. REVISIONES CRITICAS DEL ESTADO DEL CONOCIMIENTO, presentado como requisito parcial para optar al título de Odontólogo, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 03 días del mes de febrero del año dos mil veintitrés


Vanessa Gómez
CI: V-23.429.227



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




ACTA DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO


El jurado designado por la Facultad de Ciencias de la Salud, para la evaluación del Trabajo de Grado titulado: **SISTEMAS CAD/CAM Y SUS IMPLICACIONES EN LA ODONTOLOGÍA, REVISIONES CRÍTICAS DEL ESTADO DEL CONOCIMIENTO**, realizado por el (la) ciudadano(s) Briceño, Mariolga y Dos Santos, Valery, portadoras de la C.I. V.- 27532181 y C.I.V.- 27.504.052, respectivamente. Cuesantes de la carrera ODONTOLOGÍA, hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que reúne los méritos suficientes para su aprobación.


En San Diego, a los 24 días del mes de Febrero del año dos mil veintitrés.

Jurado


Tutor Académico:
Nombre: Mariolga Briceño
C.I.: 23429227




Jurado:
Nombre: Carolina Morales
C.I.: 13.509.322


Jurado:
Nombre: Linaide Albornoz
C.I. 22.225.414

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada primeramente a Dios, ya que gracias a Él, he logrado concluir con esta etapa de mi carrera. A mis padres que me brindaron su apoyo y sus consejos para ser una mejor persona y profesional desde el día uno, a mis hermanos por su compañía y fe en mí.

A mi novio por su esfuerzo y amor, que fueron detonantes de felicidad para mí e influyeron a impulsarme para ser la mejor versión de mí; y a mis amigos cercanos que hicieron que estos cinco años de carrera queden guardados en mi memoria como uno de los recuerdos más emotivos.

Valery Dos Santos

Hoy dedico este logro primeramente a Dios y a mis padres, porque en estos cuatro años nunca dejaron de creer en mí, todo lo que soy se lo debo a ellos, fueron mi inspiración. Mi mayor felicidad es que ustedes estén orgullosos del excelente trabajo que hicieron siendo mis padres. A mi tía Moraima por siempre haber estado presente y haber sido una de las personas que más me inspiro a saber a dónde quería llegar.

Oriana y Hillary gracias por haberme impulsado a ser mejor en mi carrera y estar cuando más lo necesité; Valery por haber sido mi compañera en los semestres más complicados y cruciales. A La Dra. Blasmir Giménez y Martín Correa que fueron mis

profesores y mis segundos padres en este trayecto, estuvieron en los momentos más lindos de mi carrera y siempre los recordaré.

Mariolga Briceno

AGRADECIMIENTOS

Nuestra gratitud va dirigida a Dios primeramente por siempre estar nuestro lado en esta etapa, a nuestros padres por hacer todo esto posible, a la Universidad José Antonio Páez por abrirnos las puertas, a nuestra querida Escuela de Odontología por brindarnos sus conocimientos y a nuestra Tutora Od. Vanessa Gómez por el apoyo, ser de guía en nuestra recta final y creer en nosotras.

Con cariño, Valery y Mariolga

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I	4
EL PROBLEMA	4
1.1.- Planteamiento del problema	4
1.2.- Formulación del Problema	6
1.3.- Objetivos de la Investigación	6
1.4.- Justificación	7
1.5.- Alcance y Limitaciones	8
CAPÍTULO II	9
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	9
2.1.- Antecedentes	9
2.2.- Bases teóricas	13
2.3.- Bases legales	18
2.4.- Definición de Términos básicos	22
CAPÍTULO III	25
MARCO METODOLÓGICO	25
3.1.- Tipo de investigación	25
3.2.- Nivel de profundidad de la investigación	25
3.3.- Diseño de investigación:	26
3.4.- Métodos de búsqueda y/o técnicas e instrumentos de recolección de datos	26

3.4.2.- Criterios de inclusión y exclusión.....	26
3.4.3.- Técnicas e instrumentos de recolección de datos	27
3.4.4.- Técnica de Análisis de Resultados.....	27
CAPÍTULO IV	29
ANÁLISIS CRÍTICO	29
CAPÍTULO V.....	50
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	50

ÍNDICE DE TABLAS Y CUADROS

1	Componentes del CAD/CAM	15
2	Operacionalización de variables	24
3	Matriz de identificación de los Sistemas CAD/CAM más representativos de Venezuela, sus técnicas y materiales.	33
4	Matriz sobre el proceso de diseño de una prótesis dental mediante un sistema CAD/CAM.	38
5	Matriz sobre las ventajas y desventajas que poseen los Sistemas CAD/CAM en la fabricación y restauración de piezas dentales.	43



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



**SISTEMAS CAD/CAM Y SUS IMPLICACIONES EN LA ODONTOLOGÍA.
REVISIONES CRÍTICAS DEL ESTADO DEL CONOCIMIENTO**

Autor(a):

Briceño, Mariolga C.I. V.- 27532181

Dos Santos, Valery C.I.V.- 27.504.052

Tutor(a): Od. Vanessa Gómez C.I.- 23.429.227

Línea de investigación: Odontología Clínica y correctiva

RESUMEN

El objetivo general de este trabajo de investigación es examinar el funcionamiento que poseen los sistemas CAD/CAM y sus implicaciones en la odontología, de acuerdo a los últimos avances científicos. Éste se encuentra adscrito a la línea de investigación Odontología Clínica y Correctiva. Con respecto a su metodología, es una investigación de tipo documental, con un nivel de profundidad descriptivo y un diseño de revisiones críticas del estado del conocimiento, en la búsqueda en revistas periódicas especializadas en las diferentes plataformas digitales y se obtuvieron 35.300 resultados de publicaciones, las cuales conforman la población y de ellas, solo formarán parte de la muestra 25, los cuales cumplen a cabalidad con los criterios de inclusión y exclusión establecidos por los lineamientos de la universidad, destacando principalmente que sean artículos originales, del idioma español y con una vigencia desde el año 2018 hasta la actualidad; cabe destacar que como técnica de recolección de datos se usó la ficha bibliográfica en la que se organizó la información de acuerdo a los objetivos y siguiendo una línea cronológica del más actual al más antiguo. Su análisis generó sistemas de categorías y relaciones acordes al tema. En cuanto a las conclusiones se menciona que existen numerosos sistemas CAD-CAM en el mercado; no obstante, uno

de sistemas de escáner intraoral más nombrados es el CEREC. Entre sus ventajas está un sellado marginal perfecto y como desventaja su alto costo.

Palabras clave: CAD/CAM, odontología digital, flujos de trabajo, diseño de prótesis dentales



**BOLIVARIAN UNIVERSITY OF VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTY OF HEALTH SCIENCES
SCHOOL OF DENTISTRY**



**CAD/CAM SYSTEMS AND THEIR IMPLICATIONS IN DENTISTRY.
CRITICAL REVIEWS OF THE STATE OF KNOWLEDGE**

Author:

Briceño, Mariolga C.I. V.- 27532181

Dos Santos, Valery C.I.V.- 27.504.052

Tutor: Od. Vanessa Gómez C.I.- 23.429.227

Line of research: Clinical and corrective dentistry.

ABSTRACT

The general objective of this research work is to examine the functioning of CAD/CAM systems and their implications in dentistry, according to the latest scientific advances. This is attached to the line of research Clinical and Corrective Dentistry. Regarding its methodology, it is a documentary-type research, with a descriptive methodology and a critical reviews of the state of knowledge, in the search in specialized periodical magazines in the different digital platforms and 35,300 publication results were obtained. Which make up the population and of them, only 25 will be the sample, which fully comply with the methodology and guidelines established by the guidelines of the university, highlighting mainly that they are original articles, in the Spanish language and with a validity from the year 2017 to the present; It should be noted that as a data collection technique, the bibliographic record will be used in which the information will be organized according to the objectives and following a chronological line from the most current to the oldest. Your methodology will generate systems of categories and relationships according to the theme. Regarding the conclusions, it is mentioned that there are

numerous CAD-CAM systems on the market; however, one of the most renowned intraoral scanner systems is CEREC. Among its advantages is a perfect marginal sealing and as a disadvantage its high cost.

Keywords: CAD/CAM, digital dentistry, workflows, dental prosthesis design.

INTRODUCCIÓN

El mundo de la Odontología sigue incorporando cada día, nuevas tecnologías digitales en su accionar. Ahora registran mayor rapidez, eficacia, seguridad y comodidad tanto para el operador clínico como para el paciente; lo cual resulta muy positivo ya que las técnicas que usan tienen mayor tiempo de durabilidad y son estéticas a la vista. Desde hace ya varios años, se ha implementado el uso de los sistemas CAD/ CAM en el mundo y Venezuela no escapa de ello, aun cuando son equipos muy especializados y su mantenimiento es costoso, pero sus beneficios superan las expectativas de quienes lo usan. Los sistemas CAD/CAM son definidos como un método de producción que usa los conocimientos informáticos para aplicarlos tanto en el diseño como en la fabricación de piezas.

Aunado a ello, se indica que es una tecnología que viene de épocas anteriores en diferentes campos de la ingeniería. Sus siglas corresponden a las siguientes palabras en la lengua inglesa: Computer Aided Desing / Computer Aided Manufacturing, que traducido al español quiere decir: diseño asistido por ordenador / fabricación asistida por computadora. Este sistema es articulado en el área de la odontología como alternativa de tratamiento odontológico, y como respuesta del equilibrio entre los factores estéticos, biológicos, mecánicos y funcionales que satisfagan al paciente.

El sistema CAD/CAM permite el empleo de diferentes materiales desde provisionales hasta materiales definitivos, dos de sus peculiares y atractivas características, es que reducen muy notablemente el tiempo de trabajo y a través de ella, se obtienen restauraciones muy precisas y con excelentes propiedades mecánicas cuya función es la de sustituir el tejido dental afectado o reponer el tejido dental perdido, a fin de devolver la funcionalidad y la estética, dos elementos claves en el éxito de los abordajes odontológicos.

Ésta y muchas aseveraciones más, permiten que las investigadoras lleven a cabo este proyecto que tiene como objetivo general examinar el funcionamiento que poseen los sistemas CAD/CAM y sus implicaciones en la odontología, de acuerdo a los últimos avances científicos y plasmarlo en un documento que se estructura en V capítulos. El primero de ellos, el Capítulo I, se describe la situación a estudiar, se instauran los objetivos, formulación, justificación y alcances del mismo. El Capítulo II, llamado marco teórico, destaca cinco antecedentes nacionales e internacionales de la investigación, así como las bases teóricas que la sustentan, las bases legales y los términos básicos que facilitan la comprensión del lector.

Seguidamente, en cuanto al Capítulo III, denominado marco metodológico, indica el tipo de investigación, que es documental, su nivel de profundidad, diseño, métodos de búsqueda y recolección de los datos y análisis de los mismos, entre otros apartados

asociados a éstos. En el Capítulo IV, se presenta el análisis crítico de los resultados y finalmente, en el capítulo V, se detallan las conclusiones y recomendaciones.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1.- Planteamiento del problema

En los últimos años, la odontología ha ido experimentando avances sin precedentes. Sus técnicas pasaron de ser obsoletas a innovadoras y mínimamente invasivas en todas sus ramas, especialmente, en prostodoncia, que es la rama de la odontología, que se encarga de devolver la función, anatomía, fonación y estética alteradas del aparato estomatognático como consecuencia de la pérdida de uno o más dientes; ésta se divide en fija y removible, a la vez que se ramifica en total y parcial. Es perentorio indicar que, en el pasado, algunos procedimientos habituales del área técnico-protésica no habían experimentado variación alguna, por ejemplo, el colado convencional; que actualmente ha tenido mejoras sustanciales (1).

Recientemente, se han incorporado múltiples acepciones, a tal punto, de que se habla de revolución digital, donde se indica que la odontología entró a formar parte de esta revolución en los años 80, uniendo la tecnología de fabricación avanzada, la digitalización en el diagnóstico y el tratamiento, para convertir el trabajo digital en una tendencia importante en prostodoncia. Se ha de reconocer, que los sistemas de tecnología digital en odontología han ganado impulso como resultado de las innovaciones que conducen a capacidades restauradoras ampliadas, integrando tanto los flujos de trabajo, como a las nuevas aplicaciones clínicas de diagnóstico en

ortodoncia e implantes (2).

Tal es el caso, de los sistemas CAD/CAM (Computer Aided Design/ Computer Aided Manufacturing: Diseño Asistido por Ordenador/Fabricación Asistida por Ordenador), que cada vez adquieren una mayor demanda por su funcionalidad, seguridad, estética y diseño a medida. Además de ser el resultado de un trabajo interdisciplinario entre la odontología, la ingeniería y la tecnología. Estos sistemas fueron introducidos en el campo de la odontología en 1971 de forma experimental y teórica; pero fue en la década de los ochenta cuando WH Mörmann, de la Universidad de Zurich (Suiza), y M. Brandestini Brains Inc, Zollikon (Suiza), aplicaron estos sistemas a la clínica desarrollando el sistema Cerec (3).

Actualmente, los sistemas CAD/CAM pueden ser una herramienta útil en el diagnóstico y planificación del tratamiento dental, además de permitir la fabricación y restauraciones de excelente calidad en menos tiempo, con valores de ajuste marginal dentro de los límites clínicamente aceptables ($< 120 \mu\text{m}$). Las restauraciones CAD/CAM presentan un rendimiento clínico compatible con las restauraciones convencionales y esta tecnología puede incorporarse a la práctica clínica con pocos cambios. Otro beneficio de éste, es que permiten el empleo de distintos materiales, según el sistema: cerámica, resina compuesta, titanio comercialmente puro e incluso cromo cobalto (sistema Etkon de Etkon USA, Dentacad de HintEls, Zeno 4820 de Wieland), siendo el más ampliamente utilizado la cerámica (4).

Cuando se habla del uso de tecnologías computer-aided para la producción de restauraciones dentales, los requerimientos mínimos son digitalizar el diente a

restaurar. La precisión en la digitalización es un factor primordial, que influye en la supervivencia de las restauraciones. Hoy en día, la digitalización se puede realizar directamente en la boca del paciente (intraoral) o indirectamente, después de tomar la impresión y fabricar el modelo (extraoral) (5). Dicho esto, se menciona entonces, que, en este trabajo de investigación, se hará un arqueo bibliográfico por diferentes artículos científicos para conocer los nuevos aportes que han realizado disímiles especialistas sobre el tema planteado, por lo que la investigación que se lleva a cabo es de tipo documental, seleccionando artículos vigentes con unos criterios de inclusión y exclusión que serán explicados en el capítulo que corresponde.

1.2.- Formulación del Problema

De lo previamente planteado, emerge una pregunta que dan lugar a los objetivos del estudio: Según investigaciones recientes, ¿Cómo es el funcionamiento de los sistemas CAD/CAM más representativos de Venezuela y qué implicaciones tiene en la odontología?

1.3.- Objetivos de la Investigación

1.3.1.- Objetivo General

- Examinar el funcionamiento que poseen los sistemas CAD/CAM y sus implicaciones en la odontología, de acuerdo a los últimos avances científicos.

1.3.2.- Objetivos Específicos

- Identificar los Sistemas CAD/CAM más representativos en Venezuela, disponibles en la actualidad conjuntamente con los materiales y técnicas que pueden ser mecanizados por ellos.
- Detallar el proceso de diseño de una prótesis dental mediante un sistema CAD/CAM general.
- Enunciar las ventajas y desventajas que poseen los Sistemas CAD/CAM en la fabricación y restauración de piezas dentales.

1.4.- Justificación

Este trabajo de investigación tiene una correspondencia académica pues, con él se pretende examinar el funcionamiento que poseen los sistemas CAD/CAM y sus implicaciones en la odontología, de acuerdo a los últimos avances científicos, partiendo de que, a nivel social y médico, es uno de los inventos clínicos que ha generado mayor demanda en la actualidad, por ser tan innovador y ofrecer resultados “casi perfectos” a los pacientes que asisten a consulta para rehabilitación protésica. A nivel práctico, es conveniente realizar esta investigación, ya que, como operadores clínicos, se debe tomar conciencia sobre el uso adecuado de las técnicas, materiales y herramientas, que han estado surgiendo, para dar solución a cada uno de los requerimientos que poseen los pacientes del área de odontología. Aunado a ello, se hace necesario indicar que su desarrollo trae beneficios institucionales pues está encaminado a temas vanguardistas, apostando a métodos menos invasivos y transformadores en la salud bucal; lo cual es

imperativo incorporar al currículo de la carrera de Odontología de la Universidad José Antonio Páez.

1.5.- Alcance y Limitaciones

Esta investigación se encuentra delimitada en el área académica en cuanto a aportar un conocimiento válido a la línea de investigación a la cual se encuentra adscrito este trabajo, que es: Odontología Clínica y Correctiva de la Unidad: Atención Odontológica Integral, que subyace del área de Interacción Comunitaria. Así como dar cabal cumplimiento al objetivo planteado, a través de una metodología orientada al diseño documental, cuyas fuentes de información de índole confiable, son artículos de revista y tesis actualizadas de los últimos cinco años (desde 2018 al año actual), procedentes de Google Académico, Medline, Pubmed, entre otros. La limitación temporal del proyecto, es durante el período 2cr – 2022.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1.- Antecedentes

Medina, Ordóñez y Ortega (2021), desarrollaron una investigación, titulada *Precisión de los sistemas de impresión digital intraoral en odontología restauradora: Una revisión de la literatura*. Su objetivo primordial fue identificar el sistema de impresión digital intraoral más preciso y además identificar los factores que afectan a la exactitud de ésta en odontología restauradora. Las autoras, a través de una revisión bibliográfica con búsqueda en las bases de datos de PubMed y Embase se obtuvieron 153 artículos, luego de la evaluación cualitativa se incluyeron en la revisión 14 que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión. Finalmente, concluyeron que la experiencia del dentista, la convergencia en la preparación dental y la terminación cervical son determinantes al momento de la toma de impresión digital, sin embargo, el uso o no de polvo no es relevante. El sistema de impresión digital Lava C.O.S., iTero y True definition, son los más precisos dependiendo siempre del tipo de rehabilitación a realizar (5).

En esa investigación se hizo hincapié en que las impresiones digitales ofrecen menor tiempo clínico, comodidad para el paciente, ahorra espacios y la reproductibilidad es comparable o mejor que las técnicas convencionales (5). Lo cual fue un punto que se quiso expresar en el planteamiento del problema, de esta investigación porque realmente se ve mejoras en la praxis odontológica. Cabe destacar, a su vez, que la

experiencia del odontólogo, la convergencia en la preparación dental y la terminación cervical son determinantes al momento de la toma de impresión digital, sin embargo, el uso o no de polvo no es relevante.

Ordóñez (2021) llevó a cabo una investigación, cuyo título es *Revisión Sistemática Sobre Adaptación Marginal Con Sistema CAD/CAM* y por objetivo general se dispuso a investigar el nivel de adaptación marginal, para averiguar la longevidad en el futuro cuidado de la restauración. Realizaron una revisión sistemática de tipo analítico, descriptivo, transversal y retrospectivo; utilizando metabuscadores: Pubmed, Google Scholar, Web of Science, Scielo y Cochrane Library, de revisión de 700 artículos y por criterios de inclusión y exclusión se estudiaron 63 artículos relacionados. Dentro de sus resultados establecieron que la investigación sobre el sistema CAD CAM con cerámica disilicato de litio presentan un ajuste aceptable de 50 a 100 μm , presentando una tasa de vida a 10 años del 87,9% y una baja fatiga al daño, con capacidad de 1360N para soportar las cargas masticatorias (6).

En este estudio, concluyeron que la prueba científica refiere que para conseguir un tratamiento satisfactorio en sus cerámicas de disilicato de litio con sistema CAD/CAM, hay que tomar en cuenta todo los aspectos importantes que van a llevar a una longevidad de su restauración, el buen ajuste marginal como interno, va a minimizar la discrepancia y aumentar la resistencia fractural (Ordóñez 2021). Esto indica, que, sin duda alguna, las configuraciones y ajustes en el sistema CAD/CAM son determinantes para un acabado extraordinario en la rehabilitación protésica.

Por otra parte, Calatrava (2022) en su investigación que llevó por nombre *Adopción E Implementación De Nuevas Tecnologías En La Odontología Restauradora Latinoamericana*, hizo una búsqueda electrónica de la literatura en idioma inglés publicada entre 2010 y 2021 en las bases de datos de Pub-Med y Google Scholar. Entró en artículos relacionados con materiales CAD / CAM, cerámica infiltrada con polímeros y cerámicas, junto con su caracterización mecánica, uso, y evaluación clínica. Posteriormente, se seleccionó la lista de referencias y se acotó en el alcance de la relevancia en el campo de los materiales CAD / CAM utilizados en odontología. Dentro de sus resultados, el autor manifiesta que obvio que la tecnología CAD / CAM llegó para quedarse y que el tratamiento dental ha experimentado un cambio importante tanto en materiales como en tecnología (7).

Aseveración que se comparte, porque a través de ella, se han obtenido resultados muy satisfactorios tanto para especialistas como para pacientes y, además, la odontología ejercida en países latinoamericanos debe estar preparada para el ejercicio profesional en un sistema de atención y futuro diferente, a pesar de la gran brecha socio-económica que actualmente se vive; se debe apostar por lo tecnológico, sin descuidar lo convencional; porque el uso de este sistema CAD/CAM, realmente facilita muchos procesos en los, a través de métodos clásicos, tardan hasta en dos y tres encuentros.

Otra investigación que fue seleccionada por su vigencia y extraordinaria sistematización fue la de Cruz et al. (2022), cuyo título fue *Importancia de los sistemas CAD-CAM para el desarrollo de proyecto de conformado de materiales*; en el mismo, pautaron como objetivo general analizar la importancia de los sistemas CAD-CAM

para el desarrollo de proyectos de conformado de materiales, y la metodología utilizada se basa en un diseño bibliográfico de tipo documental. De acuerdo a sus resultados, la optimización de los procesos industriales que conlleva a un ahorro de tiempo y aumento de la productividad de cada uno de los procesos, aumentando las ganancias a la empresa, y un crecimiento en la cartera de clientes (8).

Esta investigación, sirve como referente para dar respuesta al primer objetivo específico de investigación del proyecto que se lleva a cabo, pues en éste se pretende identificar los sistemas más representativos en Venezuela y los materiales que éstos usan, encontrando datos interesantes que pueden ser comparados con los resultados obtenidos del estudio en cuestión.

Otra investigación de gran aporte, es la de Morales (2022) en Ecuador, titulada *Tecnología Cad/Cam En Prótesis Total Removible Odontológica*. La misma consistió en conocer el impacto de la tecnología CAD-CAM en prótesis total removibles. Para ello, se utilizaron un enfoque bibliográfico basado en la búsqueda de información sobre la tecnología CAD-CAM y su relación con la prótesis total removible. Realizó una búsqueda bibliográfica, obteniendo un total de 50 artículos seleccionados para el desarrollo del estudio. Entre sus resultados mostró que la tecnología CAD-CAM resulta un método novedoso que facilita el tratamiento de los pacientes edéntulos, distintos autores revelaron la eficacia de la tecnología CAD-CAM (9).

Morales (2022) destacó que entre las ventajas adquiridas se encontró un sistema automatizado que simplifica el proceso con calidad de material y reduce el tiempo de producción entre las desventajas el sistema es costoso y requiere de mayor capacitación

ya que se dificulta al definir el plano oclusal mandibular. Y éste es una de las hipótesis que se desea corroborar con este trabajo, al indicar cuáles son las ventajas y desventajas de este sistema que muchos odontólogos y usuarios han catalogado como “asombroso”. Todos estos artículos guardan relación con el trabajo en cuestión y presentan cierta homogeneidad tanto en su metodología como en defender el postulado de que estos sistemas permiten incrementar los niveles de productividad del diseño, pues con el uso del sistema CAD con solo presionar algunos botones que ejecutan una serie de comandos, se elaboran automáticamente la visualización de los diseños de las piezas que se desean fabricar. De igual manera, permite que la productividad a nivel de ingeniería sea mayor, mejorando la precisión de los procesos y la administración del tiempo.

2.2.- Bases teóricas

2.2.1.- Aceptación y usos del Sistema CAD/ CAM en la actualidad

El sistema CAD/CAM es un método de producción que usa los conocimientos informáticos para aplicarlos tanto en el diseño como en la fabricación de piezas. Es una tecnología que viene de épocas atrás en diferentes campos de ingeniería. Sus siglas corresponden a las siguientes palabras en la lengua inglesa: Computer Aided Desing / Computer Aided Manufacturing, que traducido al español quiere decir: diseño asistido por ordenador / fabricación asistida por computadora (10). Es importante destacar, que las empresas con el fin de lograr su propósito buscan siempre estar a la altura de sus

mejores competidores, y para ello implementan sistemas que le permitan lograr su objetivo. En este sentido, se menciona que existe el diseño asistido por computadora (CAD) y según sus siglas en inglés se le denomina Computer- Aid Design, este sistema permite ser utilizado desde un computador para lograr crear, modificar, y documentar de forma gráfica (2D y 3D) de objetos reales (11).

En otras palabras, este sistema es utilizado con el propósito de mejorar los procesos industriales, logrando una mejor ejecución de sus actividades y procesos, el CAD realiza el dibujo 2D y el modelado 3D, Según el autor anterior, la primera se conforma de formas geométricas representada por vectores como puntos, líneas arcos y polígonos, y el modelado 3D agregan superficies y sólidos, lo que permite lograr realizar un proyecto con la disminución de errores, que trae consigo ahorro de dinero y tiempo (11). Dentro de las aplicaciones más comunes en las que se utiliza el sistema CAD se tienen: a) control numérico computarizado y robots industriales b) diseño de dados y moldes para fundición. C) diseño de herramientas y soportes y electrodos para electroerosión. Además, el sistema CAD existe la fabricación asistida por computadora o por sus siglas en inglés CAM (computer-aided manufacturig), que se refiere al uso de computadoras con tecnología de cómputo que, si bien pueden trabajar de forma individual, a nivel industrial se relacionan directamente para poder fabricar productos (12).

2.2.2.- Componentes del Sistema CAD/CAM

El uso de estos sistemas es muy amplio sin embargo a continuación en la Tabla 1, se muestran los componentes principales:

Tabla 1.- Componentes del CAD/CAM

<i>Base de datos</i>	Permite almacenar toda la información de los prototipos que se diseñen.
<i>Métodos numéricos</i>	Consiste en la aplicación de cálculos matemáticos acompañado de razonamiento lógico que permiten realizar un análisis de los sistemas CAD-CAM
<i>Interfaz de comunicaciones</i>	Este es importante ya que de este depende que exista una buena interconexión entre cada máquina y dispositivo con los sistemas CAD-CAM.

Fuente: Pacheco y Espinosa (2016).

No obstante, se indican unos componentes muchos más claros y lógicos para comprender (13). A continuación, se detallan las mismas:

Digitalización: La digitalización tridimensional de los sistemas CAD/CAM dentales consiste en registrar la posición espacial de la superficie oclusal, es decir, en identificar y situar en el espacio la nube de puntos que forman las arcadas maxilar y mandibular.

En la actualidad los métodos disponibles en la práctica odontológica son un láser medidor de desplazamiento y una luz estructurada (13)

Transferencia: Los sistemas actualmente disponibles en el mercado precisan aún de importantes mejoras en lo referente a la transferencia de los datos del paciente al programa informático de diseño o al articulador virtual (13).

Simulación con articulador virtual: En odontología, tanto por motivos técnicos y de comodidad como para poder prever los resultados, algunos procedimientos deben probarse y/o realizarse fuera de la boca del paciente. De entre estos procedimientos, destacan el diagnóstico oclusal, el equilibrado oclusal y la elaboración de prótesis dentales. Estos procedimientos obligan a disponer ‘extra ore’ de una réplica mecánica del aparato masticatorio humano en la que llevarlos a cabo. Los elementos básicos para obtener dicha réplica mecánica (estática y cinemática) son: un arco facial, un articulador, los modelos de yeso y un registro interoclusal. Siendo meticulosos y rigurosos con el procedimiento, los resultados obtenidos son transferibles a la oclusión del paciente con tan sólo unos pocos ajustes de la superficie oclusal (13).

Modelado o diseño: En la actualidad se dispone de varios programas informáticos de CAD comerciales para el diseño virtual 3D de restauraciones dentales (en una pantalla del ordenador). Estos programas pueden diseñar restauraciones igualando la excelencia de las restauraciones producidas por técnicos dentales siguiendo el método convencional. En la mayoría de los sistemas automatizados, el usuario tiene generalmente la opción de modificar la restauración para adaptarla a sus preferencias. Al igual que los sistemas de adquisición de datos, las aplicaciones informáticas comerciales son “cerradas”, es decir, no permiten el intercambio de información con otros sistemas (13).

Fabricación, mecanizado y prototipado: En general, según la técnica que empleen, los sistemas de fabricación asistidos por ordenador (CAM) pueden clasificarse en

sistemas aditivos y sistemas sustractivos. Estos últimos se basan casi exclusivamente en la eliminación del material con el uso de fresadoras, partiendo de un bloque prefabricado. En la fabricación sustractiva se generan formas de manera eficaz, pero la desventaja es que mucho material es desperdiciado. La alternativa es el sistema aditivo, como17tilizado en la elaboración de prototipos rápidos (13).

Debido al alto número de sistemas CAD/CAM disponibles y la amplia variedad de tamaño y costo, han surgido diferentes modelos comerciales para la producción de restauraciones CAD/CAM. Estos modelos se pueden agrupar en tres tipos o categorías: los sistemas de consulta, los sistemas de laboratorio dental y los laboratorios dentales que trabajan en colaboración con un centro de producción en red (13).

2.2.3.- Materiales de restauración dental

El sistema CAD/CAM permite el empleo de diferentes materiales desde provisionales hasta materiales definitivos, reduciendo el tiempo de trabajo, obteniendo restauraciones muy precisas y con excelentes propiedades mecánicas (14). Éstos se definen como aquellos que reemplazan el tejido dental afectado o reponen el tejido dental perdido, con el fin de devolver la funcionalidad y la estética a la pieza afectada, entre los más conocidos se encuentran: la amalgama de plata, cementos dentales como el cemento de silicato (CIV tipo II) o cemento ionómero de vidrio, ionómeros híbridos, resinas acrílicas, resinas compuestas y compómeros los cuales presentaran características y

propiedades propias las que determinarán su comportamiento y su biocompatibilidad con el tejido dentario con el cual entraran en contacto (15).

2.2.4- Restauración dental:

Es la reconstrucción total o parcial de un diente por destrucción, fractura, desgaste o afección irreversible provocada, generalmente, por una caries o por un traumatismo. Su uso se debe a una anamnesis adecuada acompañada por un examen clínico y radiográfico muy crítico, debe hacer parte de un amplio plan de tratamiento, donde se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones: el desarrollo de la dentición en aquel momento, la evaluación de la actividad cariosa, la evaluación de la higiene bucal y la dieta del paciente, el compromiso de los padres en caso de menores de edad con el tratamiento y la disponibilidad para retornar a las consultas de control, la cooperación del paciente con el tratamiento, sin embargo, el plan de tratamiento restaurador debe ser elaborado en conjunto con un programa preventivo especialmente delineado para atender las necesidades individuales del paciente puesto que la restauración de dientes deciduos difiere de la restauración de dientes permanentes, debido en parte a las diferencias en la morfología dentaria (16).

2.3.- Bases legales

Las bases legales son el soporte legal donde es desarrollada una investigación ya sea en el ámbito nacional o internacional. En el caso del presente trabajo, está fundamentado en la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela, la Ley

sobre Derecho de Autor, Ley de Ejercicio de Odontología y el Código Deontología Odontológico.

- **Constitución de la República Bolivariana de Venezuela**

Para sustentar esta investigación se presentan los artículos 57 (Derechos Civiles), y el 98 (Derechos culturales y Sociales) de la CRBV (1999) (17), los cuales indican que:

Artículo 57. Toda persona tiene derecho a expresar libremente sus pensamientos, sus ideas u opiniones de viva voz, por escrito o mediante cualquier otra forma de expresión, y de hacer uso para ello de cualquier medio de comunicación y difusión, sin que pueda establecerse censura. Quien haga uso de este derecho asume plena responsabilidad por todo lo expresado. No se permite el anonimato, ni la propaganda de guerra, ni los mensajes discriminatorios, ni los que promuevan la intolerancia religiosa. Se prohíbe la censura a los funcionarios públicos o funcionarias públicas para dar cuenta de los asuntos bajo sus responsabilidades.

El contenido de este artículo, es referencia para la libertad de expresión comprendida entre sus lineamientos, por lo cual la creación de un artículo científico es una expresión del derecho civil al cual se tiene pleno goce y disfrute.

Artículo 98. La creación cultural es libre. Esta libertad comprende el derecho a la inversión, producción y divulgación de la obra creativa, científica, tecnológica y humanística, incluyendo la protección legal de los derechos del autor o de la autora sobre sus obras. El Estado reconocerá y protegerá la propiedad intelectual sobre las

obras científicas, literarias y artísticas, invenciones, innovaciones, denominaciones, patentes, marcas y lemas de acuerdo con las condiciones y excepciones que establezcan la ley y los tratados internacionales suscritos y ratificados por la República en esta materia.

- **Ley sobre Derecho de Autor**

Esta ley sobre Derecho de Autor (1993) en correspondencia con este proyecto de investigación, contiene dos artículos que se traen a colación para tomarlos en cuenta (18):

Artículo 18. Corresponde exclusivamente al autor la facultad de resolver sobre la divulgación total o parcial de la obra y, en su caso, acerca del modo de hacer dicha divulgación, de manera que nadie puede dar a conocer sin el consentimiento de su autor el contenido esencial o la descripción de la obra, antes de que aquél lo haya hecho o la misma se haya divulgado.

Artículo 20. El autor tiene, incluso frente al adquirente del objeto material de la obra, el derecho de prohibir toda modificación de la misma que pueda poner en peligro su decoro o reputación.

Esto es de suma importancia reconocerlo, ya que, al momento de elaborar trabajos investigativos, se requiere de estudios científicos que, de alguna manera, avalen y guíen el proceso que se realiza y hasta de ser posible, comparar. Pero sin infringir los derechos; es una falta de respeto tomar ideas que son de otros autores como propias y

además queda en tela de juicio la investigación que se lleva a cabo, partiendo de que, aunque existan ciertas similitudes en las problemáticas estudiadas, siempre hay algo que las diferencia; bien sea la muestra, población, instrumentos, contexto, entre otras.

- **Ley de Ejercicio de la Odontología**

Artículo 17. Al ofrecer sus servicios profesionales el Odontólogo, debe acatar las disposiciones sobre los servicios que brinda (1970) (19).

- **Código de Deontología Odontológica**

Este código de Deontología Odontológica (1992), indica que (20):

Artículo 17. El Profesional de la Odontología debe prestar debida atención a la elaboración del diagnóstico, recurriendo a los procedimientos científicos a su alcance y debe asimismo procurar por todos los medios que sus indicaciones terapéuticas se cumplan.

Artículo 18. El Profesional de la Odontología al prestar sus servicios se obliga: a. Tener como objeto primordial la conservación de la salud del paciente. B. Asegurarle al mismo todos los cuidados profesionales. C. Actuar con la serenidad y la delicadeza a que obliga la dignidad profesional.

Artículo 22. Al Profesional de la Odontología que se ha dedicado al estudio y práctica de alguna disciplina de la profesión, se le conocerá como Especialista y podrá

anunciarse como tal, de acuerdo a lo establecido en el Reglamento respectivo y lo pautado en la Ley de Ejercicio de la Odontología.

2.4.- Definición de Términos básicos

- **Digital:** es un término asociado a la tecnología (21).
- **Estética dental:** es una rama de la odontología que se ocupa de problemas relacionados con la armonía bucal, marcándose el objetivo de conseguir la sonrisa perfecta. Es el tratamiento que se aplica a las personas que presentan asimetrías en la cavidad bucal (22).
- **Ordenador:** Máquina electrónica capaz de almacenar información y tratarla automáticamente mediante operaciones matemáticas y lógicas controladas por programas informáticos (23).
- **Prótesis fija:** es un aparato fabricado a medida de la boca del paciente, con una o diversas piezas dentales, que se coloca para sustituir la pérdida de dientes (22).
- **Prótesis temporal:** es un tratamiento que se basa en un aparato externo y que servirá para sustituir la falta de piezas dentales y estructuras óseas atrofiadas por el paso del tiempo. Son aparatos bucales, portadores de dientes artificiales (22).
- **Prototipado:** es una técnica que permite realizar y materializar diversas ideas de soluciones propuestas en un proyecto de diseño o rediseño de productos y servicios (24).

- **Rehabilitación protésica:** La rehabilitación protésica fija o tratamiento mediante prótesis fija es un procedimiento clínico dirigido a restituir dientes ausentes mediante una aparatología fija, unida permanentemente a algunos dientes naturales que quedan en la boca (25).

Tabla 2.- Operacionalización de variables

Objetivo de la investigación				
Variable	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores/ criterios	Instrumento
CAD/CAM	Es un método de producción que usa los conocimientos informáticos para aplicarlos tanto en el diseño como en la fabricación de piezas. Es una tecnología que viene de épocas atrás en diferentes campos de ingeniería (10).	Componentes	Digitalización. Transferencia. Simulación con articulador virtual. Modelado o diseño. Fabricación, mecanizado y prototipado.	<i>Revisión bibliográfica</i> <i>Artículos de ensayos clínicos, revisiones sistemáticas, casos clínicos.</i>
		Materiales	Amalgama de plata, cementos dentales como el cemento de silicato (CIV tipo II) o cemento ionómero de vidrio, ionómeros híbridos, resinas acrílicas, resinas compuestas y compómeros	
		Ventajas y desventajas	Aspectos positivos y negativos.	
RESTAURACIÓN DENTAL	Es la reconstrucción total o parcial de un diente por destrucción, fractura, desgaste o afección irreversible provocada, generalmente, por una caries o por un traumatismo (16).	Filosofía de Diseño	Soporte Estabilidad Funcionalidad Estética	

Fuente: Briceño y Dos Santos (2023). Universidad José Antonio Páez.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

A continuación, se indica el enfoque de investigación, tipo, diseño y nivel de profundidad; además de otros aspectos propios de este estudio.

3.1.- Tipo de investigación:

La presente investigación es documental, recordando que estas investigaciones según representan un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, críticas e interpretación de datos secundarios, es decir los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas (26).

La investigación documental se concreta exclusivamente en la recopilación de información en diversas fuentes. Indaga sobre un tema en documentos escritos u orales (27). En este orden de ideas, el presente proyecto corresponderá a una investigación documental, dado que la información utilizada proviene de documentos escritos de tipo legal y doctrinal.

3.2.- Nivel de profundidad de la investigación:

El nivel de profundidad empleado es descriptivo; dado que busca especificar las propiedades importantes y relevantes del objeto de estudio. Permiten caracterizar situaciones, o cualquier fenómeno según sus propiedades o atributo (28).

3.3.- Diseño de investigación:

Se selecciona el diseño de investigación de revisiones críticas del estado del conocimiento (bibliográfico), Son investigaciones documentales, entre ellos se encuentran los análisis documentales y los análisis de contenido (29).

3.4.- Métodos de búsqueda y/o técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1.- Método de búsqueda de información

Se implementa una investigación a través de herramientas virtuales como Google Académico, Medline, Pubmed, y enciclopedias de reconocida trayectoria, consultando y extrayendo de su base de datos, aquellos artículos originales publicados que fueron mostrados en la web, una vez se ingresaron las siguientes palabras claves: Sistemas CAD/CAM, Odontología digital, flujos de trabajo en odontología. De éstos se obtuvo un total de 35.300 resultados (para la fecha del 09 de septiembre de 2022) que representan la población de esta investigación. No obstante, se aplicaron en los mismos, los siguientes criterios de inclusión y exclusión para reducir el número y poder conformar una muestra representativa de artículos a revisar.

3.4.2.- Criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de inclusión:

- Artículos de investigación originales completos o de revisión publicados en revistas especializadas, arbitradas e indexadas en las bases de datos más conocidas especializadas en el área de salud, como Pubmed, Medline, entre otras.

- Artículos en el idioma español e inglés.
- Artículos que estén en relación con el tema a desarrollar.

Criterios de exclusión:

- Artículos sin autores.
- Artículos incompletos.
- Artículos no asociados con la temática.
- Artículos en años anteriores al 2017.

Una vez realizado el respectivo arqueo bibliográfico y descartado múltiples artículos que no cumplen con lo establecido, la cantidad de artículos a revisar son 25, los cuales son considerados la muestra de este estudio.

3.4.3.- Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

Obtenidos los datos, se procede a variar la información en fichas electrónicas o bibliográficas que serán ordenadas desde el año más reciente al más antiguo, destacando categorías con sus objetivos, población y muestra, tipo de investigación y resultados alcanzados.

3.4.4.- Técnica de Análisis de Resultados:

Se utiliza la técnica del análisis de contenido, mediante la elaboración de la matriz de análisis estructurada en objetivos y categoría de análisis. Ésta se usa

específicamente en la revisión de documentos, registros públicos y archivos físicos o electrónicos (28). Y los mismos, son vaciados en fichas bibliográficas donde su clasificación es de acuerdo a los objetivos específicos establecidos en el capítulo I y en función a una línea cronológica de publicación de cada artículo.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS CRÍTICO

Este capítulo muestra los resultados de la investigación, debidamente procesados y organizados en matrices de contenido; para posteriormente proceder a su respectivo análisis que guarda relación con los objetivos planteados inicialmente. Es perentorio mencionar, que las fuentes analizadas fueron 25. A continuación, se presentan los objetivos:

- **Identificar los Sistemas CAD/CAM más representativos en Venezuela, disponibles en la actualidad conjuntamente con los materiales y técnicas que pueden ser mecanizados por ellos.**

Los sistemas CAD/CAM, sin duda alguna, han representado un avance para la odontología a nivel mundial. No obstante, para un país como Venezuela, estos sistemas solo pueden ser adquiridos por empresas odontológicas que manejan altos presupuestos. De hecho, se desconoce cuántos de éstos existen en Venezuela, así como sus condiciones. Lo que sí pudo conocerse a través de la bibliografía consultada, es que se usa comúnmente, las impresoras CAD con procesamiento de luz digital Asiga (DLP AS) y estereolitografía NextDent (SLA ND). Las impresoras 3D de resina son una opción popular porque producen prototipos y piezas de alta precisión, isotrópicos y herméticos con un catálogo de materiales avanzados que permiten obtener detalles precisos y un acabado liso de la superficie.

Existen numerosos sistemas CAD-CAM en el mercado (Cerec, Procera, Cercon, Lava, DCS Precident, Kavo Everest, Darby Hint-Els, Darby Katana, Etkon ES1, Wieland Zeno...), uno de sistemas de escáner intraoral más nombrados es el CEREC, (Urdaneta et al, 2020) que es una herramienta intraoral que permite crear un archivo digital en 3D de la boca de los pacientes. Gracias a sus sensores se pueden capturar tanto la anatomía de los dientes (naturales o implantes) como del tejido gingival, facilitando así el diagnóstico y el futuro tratamiento, permitiendo generar un trabajo más preciso, de máxima calidad y mucho más rápido. La digitalización del proceso es equivalente a las impresiones físicas realizadas con cubetas de plástico o metal que se rellenan con unas pastas, que pueden ser: alginato o silicona.

Los materiales usados, van desde cobalto – cromo, hasta poliéter éter cetona, para las estructuras dentales. Así como metacrilato de polimetilo autopolimerizado (resina convencional), CAD/CAM PMMA (resina moldeada). Con respecto a las técnicas de interacción gráfica, son el soporte de la entrada de información geométrica del sistema de Diseño. Entre estas, las técnicas de posicionamiento y selección poseen un diseño asistido por Ordenador 7 especial relevancia. Las técnicas de posicionamiento se utilizan para la introducción de posiciones 2D o 3D. Las técnicas de selección permiten la identificación interactiva de un componente del modelo, son por tanto esenciales para la edición. A continuación, se muestran los artículos que forman parte del primer objetivo de investigación (tabla 3)

- **Detallar el proceso de diseño de una prótesis dental mediante un sistema CAD/CAM.**

La prótesis dental requiere de un proceso minucioso para ser elaborada. Con el sistema CAD/CAM, se obtiene una impresión digital utilizando un escáner intraoral. En primer lugar, se elimina el diente a extraer utilizando un software de diseño asistido por computadora (CAD) tridimensional (3D) (Geomagic Freeform, 3D Systems) y se exporta un archivo de estereolitografía (STL). Este archivo STL se modifica para importarlo a otro software CAD (3Shape Dental System, 3Shape) y se desarrolla una férula quirúrgica. La férula se fabrica con una impresora 3D (Form 3; Formlabs) y resina fotopolimerizable (Dental LT Clear, Formlabs) y se entrega después de la extracción del diente. Básicamente, los pasos para la fabricación de estructuras de total. prótesis total CAM consiste en que es removibles con CAD / los modelos dentales se preparan utilizando el método de impresión convencional o impresión digital. Los yesos se escanean utilizando un escáner digital para una técnica convencional. La ruta de inserción con la que los odontólogos diseñan la prótesis total removible se define digitalmente, y luego, los técnicos de laboratorio la replican en una forma estructural en 3D

A continuación se muestran las referencias asociadas a este objetivo (Ver tabla 4)

- **Enunciar las ventajas y desventajas que poseen los Sistemas CAD/CAM en la fabricación y restauración de piezas dentales.**

Los sistemas CAD/CAM tienen su pro y su contra. Dentro de los aspectos positivos, según la literatura, se pueden mencionar: la disminución en el número de citas y de manipulación de las dentaduras, evitando incomodidades y gastos extras en el paciente; contracción de la base acrílica causada por el fresado de resina acrílica prepolimerizada con un aumento en la resistencia y el ajuste de las dentaduras postizas, avances en la estandarización de la investigación clínica sobre prótesis removibles, menor tiempo en la reproducción de la dentadura, incremento de los niveles de productividad y fabricación de la misma, precisión y calidad en las prótesis, entre otras.

Con respecto a las desventajas, la que ocupa mayor preocupación es el conocimiento a la manipulación del tal sistema, sin causar daños, adaptabilidad, desafío de fabricación causado por los procedimientos de toma de impresiones y registro de OVD, transferencia de MMR, mantenimiento del soporte labial, materiales costosos y precios más elevados en los laboratorios dentales para su fabricación. A continuación, se detalla en la tabla 4, los artículos relacionados al objetivo (ver tabla 5).

Tabla 3.- Matriz de identificación de los Sistemas CAD/CAM más representativos de Venezuela, sus técnicas y materiales.

N°	Autor (año)	Objetivo	Métodos	Conclusiones	Implicaciones
1	Takaichi et al. (2022) (38)	Revisar exhaustivamente el estado actual del flujo de trabajo digital de las dentaduras postizas parciales removibles (RPD)	Documental	El uso de un marco CAD/CAM y un disco de PMMA para RPD digitales ofrece muchas ventajas sobre los RPD convencionales. Sin embargo, quedan por resolver los desafíos técnicos relacionados con la precisión y la durabilidad de la adhesión entre la estructura y la base de la dentadura. En la fabricación digital, los factores técnicos humanos influyen en la calidad del marco.	Se utiliza una variedad de materiales, como acento de cobalto-cromo, titanio, zirconio y poliéter éter cetona, para las estructuras dentales CAD/CAM. La resistencia mecánica de los materiales metálicos utilizados para la estructura CAD/CAM fue superior a la de la estructura fundida. Sin embargo, la aptitud y la rugosidad de la superficie de la estructura y el gancho fabricados con un método de fusión selectiva por láser (SLM) no fueron superiores a los obtenidos mediante la fabricación con yeso. La mayoría de las propiedades del material y la rugosidad de la superficie de los discos de polimetacrilato de metilo (PMMA) utilizados para RPD digitales fueron superiores a las del PMMA curado con calor (38).
2	Ellakany et al. (2022) (41)	Evaluar la influencia del fresado CAD/CAM y los métodos de fabricación de impresión 3D en las propiedades mecánicas de prótesis dentales provisionales fijas (IFDP) de 3 unidades después del envejecimiento termomecánico.	Caso clínico	En conclusión, se presentó una resistencia a la flexión, un módulo elástico y una dureza superior para los IFDP fresados. Los IFDP impresos con SLA ND mostraron propiedades mecánicas comparables a las molidas, excepto por el módulo elástico.	Las muestras se fabricaron a partir de los siguientes materiales; metacrilato de polimetilo autopolimerizado (resina convencional), CAD/CAM PMMA (resina moldeada) y dos resinas compuestas impresas en 3D CAD/CAM diferentes; procesamiento de luz digital Asiga (DLP AS) y estereolitografía NextDent (SLA ND) (41)

Continuación tabla 3					
3	Gruber et al. (2021) (33)	Evaluar la estabilidad del color de las resinas para prótesis completas CAD/CAM.	Proyecto factible	Las resinas para dentaduras postizas fabricadas demostraron aditivamente el máximo cambio de color en comparación con las resinas para dentaduras postizas convencionales polimerizadas por calor y CAD/CAM manufacturas sustractivamente	Además, las resinas para dentaduras postizas fabricadas mediante CAD/CAM no fueron inferiores a las resinas convencionales en términos de estabilidad del color (33)
4	Marchesi et al. (2021) (51)	Analizar y comparar el ajuste y la precisión de estructuras de prótesis parciales removibles (RPD) fabricadas con CAD/CAM y métodos de creación rápida de prototipos con técnicas convencionales.	Documental	Se mejoró una mejor precisión usando CAD/CAM y técnicas de prototipado rápido. Las estructuras RPD fabricadas con CAD/CAM y técnicas de creación rápida de prototipos tenían un ajuste clínico aceptable, una precisión superior y una mejor exactitud que las estructuras RPD fabricadas convencionalmente.	Los RPD digitales se fabricaron en todos los artículos mediante técnicas de fusión y sinterización selectiva por láser CAD/CAM. Los artículos que utilizaron CAD/CAM y la técnica de creación rápida de prototipos demostraron un mejor ajuste y precisión en comparación con los RPD fabricados mediante técnicas convencionales.

Continuación tabla 3

<p>5</p>	<p>Gibreel et al. (2021) (44)</p>	<p>Evaluar las propiedades mecánicas de cinco materiales de férulas fresadas de diseño sustractivo asistido por computadora y fabricación asistida por computadora (CAD-CAM) disponibles en el mercado, así como compararlas con las convencionales termopolimerizadas y resinas autopolimerizantes utilizadas en la construcción de férulas convencionales.</p>	<p>De campo</p>	<p>Los materiales para férulas basados en policarbonato CAD-CAM exhiben mayor tenacidad y trabajo de fractura, así como menor absorción de agua y solubilidad que los basados en polimetilmetacrilato. Las características mecánicas de los materiales de las férulas fresadas con CAD-CAM evaluadas no eran típicamente superiores a las de la resina polimerizada por calor convencional. Sin embargo, algunos de ellos superaron a la resina acrílica autopolimerizable en términos de resistencia a la flexión, microdureza superficial, sorción de agua y solubilidad en agua.</p>	<p>Se evaluaron cinco materiales de resina fresados CAD-CAM (ProArt CAD Splint, Therapon Transpa, Temp Premium Flexible Transpa, Cast y Aqua), uno autopolimerizable (Palapress) y uno termopolimerizado (Paladon 65). Se midieron la resistencia a la flexión, el módulo E, la dureza Vickers, la tenacidad a la fractura, el trabajo de fractura, la sorción de agua y la solubilidad en agua. Las muestras se evaluaron después de un almacenamiento seco y en agua durante 30 días a 37 °C. Los datos fueron recolectados y analizados estadísticamente. (44)</p>
----------	--	--	-----------------	---	---

Continuación tabla 3

6	Anadioti et al. (2020) (36)	Revisar la literatura disponible sobre prótesis dentales completas impresas tridimensionalmente en términos de nuevos biomateriales, técnicas de fabricación y flujo de trabajo, rendimiento clínico y satisfacción del paciente.	Documental	Los estudios iniciales sobre prótesis digitales han mostrado un rendimiento clínico a corto plazo prometedor, resultados positivos relacionados con el paciente y una rentabilidad razonable. La impresión 3D tiene potencial para modernizar y agilizar las técnicas, los materiales y los flujos de trabajo de fabricación de prótesis dentales. Sin embargo, se requiere más investigación sobre los materiales e impresoras existentes y en desarrollo para permitir el avance y aumentar su aplicación en prótesis removibles.	El material más utilizado para la fabricación de CRDP convencional ha sido el polímero polimetilmetacrilato (PMMA). La relativa facilidad de procesamiento y reparación, la biocompatibilidad y las características estéticas del material han llevado a una mayor aceptabilidad por parte de los pacientes. Sin embargo, el PMMA tiene numerosas desventajas, entre ellas, una alta contracción de polimerización, susceptibilidad a la colonización microbiana del entorno bucal, falta de radio opacidad, reacciones alérgicas principalmente debidas a la lixiviación del monómero, degradación de las propiedades mecánicas con el tiempo y baja resistencia al desgaste en la saliva humana. Estas deficiencias han llevado a nuevos materiales y técnicas de fabricación, tanto aditivas como sustractivas, a transpirar (36).
7	Prpić et al. (2020) (42)	Evaluar y comparar las propiedades mecánicas (resistencia a la flexión y dureza superficial) de diferentes materiales y tecnologías para la fabricación de bases de prótesis.	Proyecto factible	En general, los materiales CAD/CAM muestran mejores propiedades mecánicas que los acrílicos termopolimerizados e impresos en 3D. Sin embargo, el tipo de polimerización de un material no es garantía de sus propiedades mecánicas óptimas.	Se fabricaron un total de 160 especímenes rectangulares a partir de tres termopolimerizados convencionales (ProBase Hot, Paladon 65 e Interacryl Hot), tres CAD/CAM producidos (IvoBase CAD, Interdent CC disc PMMA y Polident CAD/CAM disc), uno impreso en 3D (NextDent Base) y un material de poliamida (Vertex ThermoSens) para la fabricación de bases de prótesis (42).

Continuación tabla 3					
8	Urdaneta et al. (2020) (52)	Evaluar incrustaciones de porcelana feldespática confeccionadas por el método CAD/CAM en molares jóvenes tratados endodónticamente, para prevenir complicaciones a nivel del aparato estomatognático por la pérdida de estos dientes.	Caso clínico	La evaluación clínica y radiográfica evidenció que el total de las estructuras de porcelana feldespática IPS Empress®/CAD (Ivoclar) ofrecen en el lapso evaluado, adecuada forma anatómica, adaptación marginal y estabilidad en el color.	El sistema CAD/CAM Cerec® in lab (Sirona) hace posible la confección de incrustaciones de porcelana feldespática IPS Empress®/CAD (Ivoclar), con vida útil durante el lapso evaluado (52).
10	Scarano et al. (2019) (34)	Evaluar los resultados clínicos del ajuste pasivo de la subestructura en el puente de Toronto y el astillado o delaminación del recubrimiento cerámico sobre el soporte de zirconia, después de 5 años, en nueve pacientes rehabilitados con coronas de zirconia cementadas. sobre barras de titanio mediante tecnología CAD/CAM.	Estudio Clínico	El flujo de trabajo informatizado para el proceso de construcción de barras y prótesis asegura resultados reproducibles y una excelente adaptación e inserción pasiva de las mismas, así como condiciones para evitar complicaciones mecánicas y garantiza la estabilidad de los pilares tornillo-implante.	Los implantes se colocaron con técnica flapless. Todas las guías fueron fabricadas con resina transparente con espesor de 3 mm. Cada operador verifica visualmente guías para el ajuste. Se permitieron ajustes menores a la superficie exterior, con el fin de garantizar el pleno acceso de la pieza de mano quirúrgica. (34)
11	Guevara et al. (2019) (53)	Restaurar a un paciente con un nuevo protocolo de trabajo, minimizando el tiempo clínico de rehabilitación, proponiendo una nueva alternativa con resultados clínicos favorables para los pacientes.	Caso clínico	Como resultado final se obtuvo excelente estética y adecuada rehabilitación a través del abordaje integral e innovador aplicando nuevo protocolo y materiales; lográndose tiempos de trabajo clínico más cortos sin comprometer su calidad.	El Disilicato de litio es un material cerámico estético con alta resistencia a la flexión, tiene mejores propiedades mecánicas comparadas con las porcelanas convencionales, excelentes propiedades ópticas, permite caracterización de superficie y es significativamente más traslucido que un zirconio, lo que favorece resultados estéticos en rehabilitación del sector anterior

Continuación tabla 3					
12	Steinmass I et al. (2018) (35)	Probar que las dentaduras postizas CAD/CAM muestran una mayor congruencia con la base de la dentadura que las dentaduras fabricadas convencionalmente.	Proyecto factible	CAD/CAM produce dentaduras con mejor ajuste que las dentaduras convencionales.	Se generaron prótesis CAD/CAM proporcionadas por cuatro fabricantes diferentes (AvaDent, Merz Dental, Whole You, Wieland/Ivoclar) a partir de diez modelos maestros diferentes. Diez prótesis dentales convencionales (empaque y prensa, polimerización por calor a largo plazo) hechas de los mismos modelos maestros sirvieron como grupo de control. Los modelos maestros y todas las bases de prótesis fueron escaneados y emparejados digitalmente (35).

Nota: Fuentes varias

Tabla 4.- Matriz sobre el proceso de diseño de una prótesis dental mediante un sistema CAD/CAM.

N°	Autor(año)	Objetivo	Métodos	Conclusiones	Implicaciones
1	Inokoshi et al. (2022) (40)	Presentar un flujo de trabajo completamente digital para la fabricación de férulas quirúrgicas para prevenir el sangrado posoperatorio en pacientes que reciben anticoagulantes y/o en riesgo de extracción inadvertida de un diente móvil durante la toma de impresión	Caso clínico	El paciente fue seguido 2 días después de la extracción; no se detectó sangrado postoperatorio y se quitó la férula quirúrgica. La férula quirúrgica fabricación de forma aditiva utilizando un flujo de trabajo totalmente digital fue eficaz para controlar el sangrado posoperatorio después de una extracción dental.	Se obtuvo una impresión digital utilizando un escáner intraoral. En primer lugar, se eliminó el diente a extraer utilizando un software de diseño asistido por computadora (CAD) tridimensional (3D) (Geomagic Freeform, 3D Systems) y se exportó un archivo de estereolitografía (STL). Este archivo STL se modificó se importó a otro software CAD (3Shape Dental System, 3Shape) y se desarrolló una férula quirúrgica. La férula se fabricó con una impresora 3D (Form 3; Formlabs) y resina fotopolimerizable (Dental LT Clear, Formlabs) y se entregó después de la extracción del diente (40).

Continuación tabla 4.					
2	Morales (2022) (31)	Conocer el impacto de la tecnología CAD-CAM en prótesis total removibles	Documental	Entre los resultados obtenidos se logró evidenciar como la tecnología CAD-CAM resulta un método novedoso que facilita el tratamiento de los pacientes edéntulos, distintos autores revelaron la eficacia de la tecnología CAD-CAM. Entre las ventajas adquiridas se encontró un sistema automatizado que simplifica el proceso con calidad de material y reduce el tiempo de producción entre las desventajas el sistema es costoso y requiere de mayor capacitación ya que se dificulta al definir el plano oclusal mandibular.	Básicamente, los pasos para la fabricación de estructuras de total. prótesis total CAM consiste en que es removibles con CAD / los modelos dentales se preparan utilizando el método de impresión convencional o impresión digital. Los yesos se escanean utilizando un escáner digital para una técnica convencional. La ruta de inserción de luego los odontólogos la prótesis total removible se define digitalmente, y o técnicos de laboratorio diseñan la forma de los componentes de la estructura en 3D. Después de tomar la impresión, el siguiente paso es realizar la transferencia MMR durante la fabricación completa de la prótesis mediante CAD / CAM. Hay tres opciones para la transferencia de MMR durante la fabricación completa de la prótesis mediante CAD / CAM (31)

Continuación tabla 4.					
3	Mangano et. al (2022) (32)	Presentar un método digital que combina el escaneo intraoral y facial para la fabricación asistida por computadora/diseño asistido por computadora (CAD/CAM) de barras implantosoportadas para sobredentaduras maxilares	De campo	En este estudio, la combinación de escaneos intraorales y faciales restauraron con éxito a pacientes totalmente desdentados con sobredentaduras maxilares soportadas por 4 implantes y una barra CAD/CAM PEEK. Se necesitan más estudios para confirmar estos resultados.	los escáneres faciales (FS) y la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) permiten al dentista capturar información tridimensional (3D) sobre el paciente y, a partir de dicha adquisición de datos, cree modelos virtuales de dientes, cara y bases óseas. Luego, estos datos se importan a un software específico de diseño asistido por computadora (CAD) y se superponen entre sí para obtener el "paciente virtual", el punto de partida para la planificación quirúrgica, protésica y de ortodoncia en 3D. Dentro del software CAD, el dentista y el técnico dental planifican la terapia y diseñan una serie de dispositivos (plantillas quirúrgicas, prótesis y dispositivos de ortodoncia) para usar en los pacientes. Por último, estos dispositivos se procesan mediante software de fabricación asistida por ordenador (CAM), se fresan o se imprimen en 3D y están disponibles para uso clínico.

Continuación tabla 4					
4	Ellakany et al. (2022) (41)	Comparar la precisión de modelos impresos en 3D y digitales producidos a partir de varios escáneres intraorales y extraorales con diferentes tecnologías de escaneo	Caso clínico	Los escáneres extraorales mostraron una mayor precisión que los escáneres intraorales, y los modelos impresos en 3D mostraron una mayor precisión que sus contrapartes digitales. El escáner Dental Wings tuvo el mayor error de medición.	Se fabricó un yeso convencional a partir del tipodonto de referencia y se escaneó con dos escáneres intraorales (TRIOS 3 versión 1.4.7.5 y Dental Wings versión 2.1.0.421) y dos escáneres extraorales (S600 Arti, Zirkonzahn y Ceramill map 600, Amann Girrbach GmbH). Todos los escaneos digitales se guardaron en forma de archivos STL y las mediciones se calcularon utilizando el software de análisis Geomagic. Se evaluaron dos tipos de medidas en los modelos: medidas al nivel del diente y del arco. Los errores absolutos se calculan restando las medidas de los modelos de escayola impresos en 3D, digitales y convencionales de las medidas del modelo tipodonto de referencia (41).
5	Matamoros (2019) (48)	Impresión 3D para registro de modelos como alternativa a la técnica convencional	Caso clínico	Los valores obtenidos revelaron un mejor ajuste de las coronas digitales frente a las coronas convencionales en todas las zonas estudiadas, sin establecerse diferencias significativas para ninguna de ellas obteniendo valores clínicamente aceptables.	Las diferentes técnicas de confección, así como las diferentes fases del proceso de construcción pueden influir sobre el ajuste marginal de las restauraciones de prótesis fija. Hoy en día las técnicas asistidas por ordenador, nos permiten confeccionar rest auraciones cerámicas más precisas de una forma rápida y cómoda, evitando los errores inherentes a los métodos manuales (48).

Cont. Tabla 4.

<p>6</p>	<p>Arafa (2018) (37)</p>	<p>Evaluar el nivel de evidencia que respalda la calidad del ajuste de la dentadura postiza parcial removible (RPD) fabricado mediante diseño asistido por computadora/fabricación asistida por computadora (CAD/CAM) y tecnología de creación rápida de prototipos (RP).</p>	<p>Documental</p>	<p>A pesar de la falta de ensayos clínicos que proporcionen evidencia sólida, la evidencia disponible respalda la sustentación de un buen ajuste de los RPD fabricados con nuevas tecnologías que utilizan CAD/CAM. solo uno ha evaluado el ajuste interno entre los RPD y los tejidos orales utilizando material de registro de silicona. La gran mayoría de los estudios incluidos encontraron que el ajuste de los RPD varió de satisfactorio a excelente. Conclusión: a pesar de la falta de ensayos clínicos que proporcionen evidencia sólida, la evidencia disponible respalda la sustentación de un buen ajuste de los RPD fabricados con nuevas tecnologías que utilizan CAD/CAM.</p>	<p>El examen visual y táctil en el yeso o clínicamente en la boca del paciente fue el método más utilizado para la evaluación del ajuste de los DPR. De todos los estudios incluidos, solo uno evaluó el ajuste interno entre los DPR y los tejidos orales mediante el uso de material de registro de silicona. La gran mayoría de los estudios incluidos encontraron que el ajuste de los RPD varió de satisfactorio a excelente (37).</p>
-----------------	---------------------------------------	---	-------------------	--	---

Nota: Fuentes varias

Tabla 5.- Matriz sobre las ventajas y desventajas que poseen los Sistemas CAD/CAM en la fabricación y restauración de piezas dentales.

N°	Autor(año)	Objetivo	Métodos	Conclusiones	Implicaciones
1	Cruz et al. (2021) (30)	Analizar la importancia de los sistemas CAD-CAM para el desarrollo de proyectos de conformado de materiales	Documental	La tecnología cada día ha evolucionado, incrementado su uso en todos los niveles, y el área industrial es una de las áreas donde ha obtenido mayor provecho, implementando tecnologías que le ahorren tiempo en los procesos de fabricación, si bien es importante mencionar que el uso de tecnología requieren de una inversión inicial y posteriores inversiones para el mantenimiento de los mismos, les permite optimizar sus procesos, evitando errores y trabajos manuales que tomen más tiempo que el ejecutado a través de procesos automatizados.	Estos sistemas permiten incrementar los niveles de productividad del diseño, pues con el uso del sistema CAD con solo presionar algunos botones que ejecutan una serie de comandos, se elaboran automáticamente la visualización de los diseños de las piezas que se desean fabricar. De la misma manera al presionar otro botón este ejecuta un comando y puede rotar la imagen del diseño permitiendo la modificación del mismo en caso de que sea necesario, lo que trae como ventaja es lo rápido que puede realizarse cualquier cambio con solo tener un diseño, lo que antes tomaba mucho tiempo por ser un trabajo manual (30).

Continuación tabla 5.					
2	Mejías y Mariñez (2021) (43)	Identificar la inserción odontólogos latinoamericanos y españoles del flujo analógico al digital.	De campo	79% no usa sistemas CAD-CAM y aquellos que lo usan en su mayoría es con un laboratorio especializado para escáner modelos. 95% esperan incorporar estas tecnologías en los próximos cinco años siendo el escáner intraoral y la impresora 3D los más preferidos.	Se debe admitir que las herramientas computarizadas cambiaron la planificación del tratamiento restaurador para siempre. El hecho que las expectativas de un tipo de pacientes por desear dientes con características de mini-estética dental menos detalladas y de mayor brillo en conjunto la presencia de materiales que permiten entregarlos a pesar no tener habilidades motoras privilegiadas con garantías de almacenamiento para una futura replicación es destacable. Ahora bien, para implementarlas es necesario una significativa inversión de tiempo y dinero en su aprendizaje siendo su curva desde el escepticismo al realismo, es decir; de un periodo de cautela hasta que su utilidad se vuelve aparente y el procedimiento es incorporado a la rutina clínica. Así mismo, es obligatorio el dominio de las técnicas analógicas tales como la manipulación mandibular en el registro oclusal, la preparación dental y retracción gingival; debido a que aún no se han computarizado y forman parte del “Gold Standard” y razón creadora de la odontología digital (43)

Continuación tabla 5.					
3	Torres y Cruz (2021) (45)	Sustituir órganos dentarios y tejido blando, para la rehabilitación del sector anterior, con materiales de características favorables, como el zirconio que contribuyan a devolver la funcionalidad, fonética, estética y masticación, mediante una prótesis fija de seis unidades libre de metal, con la mayor adaptabilidad tanto al tejido dental como gingival	Caso clínico	En el presente caso, se obtuvo resultados satisfactorios al utilizar prótesis fija con estructura de zirconio, para reemplazar seis piezas dentales, en el sector antero superior. Además, gracias a esta tecnología se logró sustituir el tejido gingival con mayor naturalidad, armonía y estética. Finalmente es un proceso que puede evitar al paciente una intervención quirúrgica, ofrecer menor costo y elaborarse en menos tiempo.	Los defectos óseos, provocan problemas estéticos en una futura restauración, Seibert 1983, describe al defecto clase III por ausencia vertical y horizontal de la brecha edéntula, como opción de tratamiento es el quirúrgico el cual demanda tiempo y un costo elevado. Por lo tanto, tenemos el desafío de rehabilitar con una prótesis fija más caracterizado gingival a través del diseño y fabricación asistida por computadora, que permitirá un resultado mucho más estético.
4	Mateo y Cortés (2021) (46)	Evaluar el uso de tecnología computarizada en la rehabilitación bucal.	Documental	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 del tratamiento a realizar.	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.

Continuación tabla 5

5	Calatrava y Torres (2022) (50)	Evaluar y comparar los beneficios y limitaciones de las nuevas tendencias digitales en odontología restauradora, basados en evidencia.	Docum ental	La tendencia de la digitalización es un fenómeno omnipresente en la comunidad dental actual y está asociada a procedimientos de fabricación simplificados, de alta precisión y recursos humanos reducidos. Este proceso tiene el potencial de cambiar la profesión. Los sistemas de rehabilitación con cerámica CAD/CAM está en constante evolución para satisfacer las crecientes demandas de restauraciones altamente estéticas, biocompatibles y duraderas. En el consultorio es una inversión financiera significativa que involucra múltiples piezas de tecnología, que puede ser más fácil si está en una práctica grupal.	Estos métodos también tienen inconvenientes como: curva de aprendizaje, pérdida de material y costo, así como la precisión del procedimiento que puede verse limitada por los factores como la complejidad del objeto y el tamaño de la maquinaria de herramientas y las propiedades del material. La fabricación aditiva, (Additive Manufacturing AM en inglés) también conocida como impresión 3D, puede aportar flexibilidad y eficiencia digital a las operaciones de elaboración, y como su nombre lo indica, agrega material para crear un objeto; esta modalidad ha levantado grandes expectativas en el campo de la odontología (50).
---	---------------------------------------	--	----------------	--	---

Continuación tabla 5.					
6	Nishiyama et al. (2020) (39)	Presentar un método desarrollado recientemente para la fabricación de prótesis parciales removibles (RPD) utilizando tecnologías de diseño asistido por computadora y fabricación asistida por computadora (CAD/CAM) y creación rápida de prototipos (RP)	De campo	Los RPD se fabricaron con éxito utilizando un flujo de trabajo completamente digital y se entregaron al paciente, y no se informaron complicaciones clínicas. Dentro de las limitaciones de este informe, las técnicas de fabricación de RPD recientemente desarrolladas tienen el potencial de cambiar el flujo de trabajo clínico y de laboratorio de analógico a digital.	Recientemente, los métodos de fabricación de prótesis removibles basados en CAD/CAM también se han introducido en varios estudios. Estos estudios informaron aplicaciones exitosas de una variedad de técnicas digitales para toma de impresiones, registro de mandíbula, arreglo de dientes artificiales y diseño de bases de prótesis, y fabricación de la base de prótesis y dientes artificiales. Sin embargo, los flujos de trabajo analógicos convencionales todavía se utilizan con estas técnicas digitales y el flujo de trabajo digital no ha reemplazado completamente al flujo de trabajo analógico (39).
7	German (2021) (47)	Comparar adaptación marginal e interna de las incrustaciones dentales elaboradas por las impresiones 3D versus el fresado CAD/CAM en dientes artificiales.	Caso clínico	De acuerdo a los resultados obtenidos el método de elaboración de incrustaciones con mejor adaptación marginal y adaptación interna es el correspondiente al de impresión 3D	Con la técnica de impresión 3D se puede obtener mejor adaptación de las incrustaciones en contraste con el fresado CAD/CAM, donde la precisión de este último método está limitada por la unidad de fresado y las herramientas de mecanizado, donde interviene el ancho y la longitud de las fresas determinan la necesidad de una forma de contorno fluido, además si se requiere incrustaciones que presentan ángulos agudos, el diámetro de la fresa puede evitar la replicación exacta de la forma deseada, resultado en restauraciones no se adaptarán completamente, se sobre moldeará o puede exhibir márgenes abiertos, también se muestran inconvenientes en caso de pacientes con pérdida ósea moderada (47).

Continuación Tabla 5.					
8	González (2018) (49)	Determinar y comparar la resolución, expresada en puntos por milímetro cuadrado, de seis escáneres, utilizados para la realización de restauraciones CAD/CAM.	De campo.	Una mayor resolución ayuda a leer los bordes de la preparación. Se encontró que la precisión de los escáneres era adecuada (38,8 μm). Se encontró una precisión moderadamente baja (45,5 μm). Las preparaciones dentales CAD/CAM deben ser suaves (sin bordes afilados ni socavaduras) para facilitar la lectura por parte de los escáneres. Zeno Scan fue el escáner más exacto y preciso, y el menos afectado por las áreas complejas de la preparación. El tipo de escáner no influyó en la exactitud ni en la precisión de los escáneres.	<p><i>Ventajas:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Disminución de los costes de producción, al reducirse el tiempo total de confección de las restauraciones por ser un proceso automatizado. - La tecnología CAD/CAM permite trabajar con materiales que no están disponibles con las técnicas de confección tradicionales, como son la alúmina y el óxido de circonio. - Los materiales plásticos como el polimetil-metacrilato, así como los materiales a base de fibra de vidrio y nano cerámicas, han visto mejorada su calidad al producirse con estos sistemas. - Se evitan las variaciones dimensionales inherentes al proceso de colado, debidas a la dilatación de los revestimientos y la deformación de los patrones de cera. <p>Así pues son sistemas que obtienen productos con mejor ajuste. La digitalización de las estructuras dentarias preparadas o pilares de implantes, permite el archivo permanente de dichos datos, pudiendo ser utilizados, reproducidos y comparados, siempre que sea necesario.</p> <p><i>Desventajas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Necesidad de una elevada inversión inicial, bien por parte del laboratorio o de la clínica dental. - Se necesita así mismo hacer una inversión en tiempo para adquirir los conocimientos y aprender las técnicas relacionadas con la tecnología CAD/CAM, tanto por parte del odontólogo/estomatólogo como del técnico de laboratorio (49).

Nota: Fuentes varias

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Existen numerosos sistemas CAD-CAM en el mercado; no obstante, uno de los sistemas de escáner intraoral más nombrados es el CEREC, que es una herramienta intraoral que permite crear un archivo digital en 3D de la boca de los pacientes. Los materiales que pueden usarse con este sistema, son composite, óxido de zirconio, feldeespática, Disilicato de litio, entre otros.
- La tecnología CAD CAM dental consta de tres procesos: El escaneo mediante un láser del diente o implante dental en el modelo de estudio a trabajar, escaneo del antagonista y la mordida. El diseño en ordenador de la prótesis estética mediante un software tridimensional y finalmente, el fresado robotizado o fabricación de las piezas, a partir de la información del diseño de la prótesis en unos cuantos segundos o inmediatamente.
- Algunas de las ventajas de este sistema, incluye la realización de prótesis altamente estética debido a que se utiliza un tipo de cerámica translúcida y una prótesis exacta con un sellado marginal perfecto; mayor exactitud quirúrgica y alta longevidad. Mientras que en las desventajas, especialmente en Venezuela son claras, falta de conocimiento del sistema y equipo, el costo de adquisición y mantenimiento.

Recomendaciones:

- A quien se iniciará con el uso de este equipo, se recomienda realizar un curso introductorio en la manipulación del mismo; a fin de conocer su configuración y requerimientos.
- Para la Universidad, continuar promoviendo planes, proyectos y programas de avance social en el área que compete a este trabajo, odontología.
- Para los futuros tesistas interesados en esta temática; usar dicho trabajo como referente de investigación.
- A los pacientes, confiar en el trabajo realizado por este sistema e informarse bien ante las dudas que puedan tener.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Ortorp A, Jemt T, Back T, Jalevik T. Comparaciones de precisión de ajuste entre estructuras de implantes de titanio fundidos y fresados con CNC para la mandíbula edéntula. *Rev. Prótesis Int J.* 2003; 16 (2): 194-200.
- (2) Lambert H, Durand JC, Jacquot B, Fages M. Dental biomaterials for chairside CAD/CAM. *Rev. Prótesis Int J.* 2017; 9(6):486-495.
- (3) Cadafalch J. Caracterización microestructural y mecánica de materiales en base a cerámica elaborados por la tecnología CAD-CAM para su utilización en prótesis odontológica. Barcelona: Universidad de Barcelona; 2004. Disponible en: <http://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/36653/8/00.PREVIO.pdf>
- (4) Sánchez MI. Métodos Cad/Cam en prótesis. *Rev. Ciencia.* 2007; 178 (1): 88-105. Disponible en: https://gacetadental.com/wp-content/uploads/OLD/pdf/178_CIENCIA_CadCam_protesis.pdf
- (5) Medina-Sotomayor P, Ordóñez P, Ortega G. Precisión de los sistemas de impresión digital intraoral en odontología restauradora: Una revisión de la literatura. *Odovtos-Int J Dent Sc.* 2021; 23(1): 64-75. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/Odontos>.
- (6) Ordóñez, C. Revisión Sistemática Sobre Adaptación Marginal Con Sistema CAD/CAM. Guayaquil, Ecuador. 2021. [Trabajo de Grado]. Ecuador: Universidad Católica de Santiago Guayaquil; 2021. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/17081>

- (7) Calatrava L. Adopción E Implementación De Nuevas Tecnologías En La Odontología Restauradora Latinoamericana. Rev. RODYB, 2021; 11 (1): 15-21. Disponible en: <https://www.rodyb.com/nuevas-tecnologías/>
- (8) Cruz G, Mena J, Solís S, Masaquiza A. Importancia de los sistemas CAD-CAM para el desarrollo de proyecto de conformado de materiales. Rev. Polo Conoc. 2021; 6 (11): 370-382. Disponible en: <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/3271>
- (9) Morales G. Tecnología CAD/CAM en prótesis total removible odontológica [Tesis de pregrado]. Ecuador: Universidad Nacional de Chimborazo; 2022. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/8992>
- (10) Miegimolle B. Evaluación in vitro del sellado marginal de coronas de óxido de circonio sobre pilares de óxido de zirconio. Madrid, España. 2013. [Tesis de pregrado]. España: Universidad Complutense de Madrid; 2013. Disponible en: https://eprints.ucm.es/id/eprint/23966/1/TRABAJO_INVESTIGACION_DE_B%3C%81RBARA_MIEGIMOLLE.pdf
- (11) Mercado J. Evolución de los softwares de simulación para el diseño y construcción en la Industria. Rev. Polo Conoc. 2020;5 (48): 1333-1343.
- (12) Pacheco J & Espinosa A. Aplicación de la tecnología CNC en la modelación y fabricación de portaherramientas utilizados en los tornos convencionales del taller básico de la SPOCH. Riobamba, Ecuador. 2016.[Trabajo especial de grado]. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 2016. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/5821>

(13) Solaberrieta E, Minguez R., Barrenetxea L, Etxaniz O, Goicoechea N, Otegi-Olaso J, Arias A, Brizuela A. Integración De La Ingeniería En La Odontología. Rev. DINA, 2015: 90(1). 26-29. Disponible en: <https://www.revistadyna.com/search/engineering-integration-in-dentistry>

(14) Abdullah, Adil Othman, Effrosyni A. Tsitrou y Sarah Pollington. Evaluación comparativa in vitro de CAD/CAM frente a coronas provisionales convencionales. J Appl Oral Sci, 2016; 24: 258-263. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/jaos/a/XTZmSJtWH6pNVrnRRJWDbh/?lang=en&format=html>

(15) Zeballos L, Valdivieso A. Materiales Dentales De Restauración. Rev. Act. Clin. Med. 2013; 30 (5): 1498-1504. Disponible en: http://www.revistasbolivianas.ciencia.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2304-37682013000300005&lng=es.

(16) Hebling J, Borba F, Myaki S. Operatoria Restaurativa en odontopediatría. En Cadenillas A. Manual de Referencias para Procedimientos en Odontopediatría. 2da edición. Editorial BIREME; 2008. 127-140 Disponible en: <https://backup.revistaodontopediatria.org/publicaciones/manuales/referencia-para-procedimientos-en-odontopediatria-2da-edicion/Manual-de-Referencia-para-Procedimientos-en-Odontopediatria-2da-edicion-Capitulo-15.pdf>

(17) Venezuela. Constitución de la República Bolivariana de Venezuela: Ediciones Dabosan. C.A, 2000.

(18) Venezuela. Ley sobre el Derecho de Autor. 1993. Caracas. Gaceta Oficial de la República Bolivariana de Venezuela N° 4.638 (14 ag. 1993).

(19) Venezuela. Ley de Ejercicio de Odontología. República Bolivariana de Venezuela
Venezuela: Ministerio de Sanidad y Asistencia Social. 1970.

(20) Venezuela. Código Deontológico de Odontología. República Bolivariana de
Venezuela: Convención Ordinaria del Colegio de Odontólogos de Venezuela. 1972.

(21) Adrián Y. Definición de Digital. 2021. Disponible en:
<https://conceptodefinicion.de/digital/>.

(22) Estética dental. Diccionario médico. 2022. Disponible en:
<https://www.topdoctors.es/diccionario-medico/estetica-dental#>.

(23) Pereira J. Definición de ordenador. 2021. Disponible en:
<https://conceptodefinicion.de/digital/>.

(24) Gereá C. Definición de Prototipado. 2021. Disponible en:
<https://freed.tools/blogs/ux-cx/prototipo#que-es-el-prototipado>.

(25) Policlínico Sierosalud. Rehabilitación Oral Mediante Prótesis. Página Web,
Clínica Dental Terán, 2021. Recuperado de:
<https://policlinicosierosalud.com/rehabilitacion-oral-mediante-protesis/#:~:text=mediante%20Pr%C3%B3tesis%20Fijas-.La%20rehabilitaci%C3%B3n%20prot%C3%A9sica%20fija%20o%20tratamiento%20mediante%20pr%C3%B3tesis%20fija%20es,que%20quedan%20en%20la%20boca.>
Consultado el 22 de julio de 2022.

(26) Arias F. El Proyecto de investigación. Caracas, Venezuela: Editorial Episteme.
2016.

- (27) Palella S y Martins F. Metodología de la investigación cuantitativa. 3era Ed. Caracas, Venezuela: FEDUPEL. 2012.
- (28) Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C. Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Ciudad de México, México: Editorial Mc Graw Hill Education. 2018.
- (29) Universidad José Antonio Páez. Manual Para La Elaboración y Presentación De Los Anteproyectos, Proyectos De Trabajos De Grado, Trabajos De Grado, Tesis Doctoral E Informe De Pasantía Y Extramuros De La Universidad José Antonio Páez, Carabobo. Universidad José Antonio Páez. 2020.
- (30) Cruz G, Mena JS, Solís SI, Masaquiza AG. Importancia de los sistemas CAD-CAM para el desarrollo de proyecto de conformado de materiales. Pol. Con. 2016; 6 (11): 370-382. Disponible en: <http://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es>
- (31) Morales GA. Tecnología CAD/CAM En Prótesis Total Removible Odontológica. [Trabajo especial de grado]. Ecuador: Universidad Nacional De Chimborazo, Facultad De Ciencias De La Salud. 2022. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/8992>
- (32) Mangano F, Mangano C, Margiani B, Admakin O. Combining Intraoral and Face Scans for the Design and Fabrication of Computer-Assisted Design/Computer-Assisted Manufacturing (CAD/CAM) Polyether-Ether-Ketone (PEEK) Implant-Supported Bars for Maxillary Overdentures. Scanning. Rev. Wiley. 2019; 4274715. Disponible en: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih-gov.translate.goog/31531155/>
- (33) Gruber S, Kamnoedboon P, Ozcan M, Srinivasan M. Resinas para dentaduras postizas completas CAD/CAM: una evaluación in vitro de la estabilidad del color.

Prótesis J. 202;30(5):430-439. Disponible en: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih-gov.translate.google.com/32864812/>

(34) Scarano A, Stoppaccioli M, Casolino T. Zirconia crowns cemented on titanium bars using CAD/CAM: a five-year follow-up prospective clinical study of 9 patients. BMC Oral Health. 2019;19: 286-295. Disponible en: <https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-019-0988-x>

(35) Steinmassl O, Dumfahrt H, Grunert I. CAD/CAM produces dentures with improved fit. Clin Oral Investig. 2018;22(0):2829–2835.

(36) Anadioti E, Musharbash L, Blatz M, Papavasiliou G, Kamposiora P. 3D printed complete removable dental prostheses: a narrative review. BMC Oral Health. 2020; 20: 343 -352. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12903-020-01328-8>.

(37) Arafa K. Assessment of the fit of removable partial denture fabricated by computeraided designing/computer aided manufacturing technology. Saudi Med J. 2018;39(1):17–22. Disponible en: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih-gov.translate.google.com/29332104/>

(38) Takaichi A, Fueki K, Murakami N, et al. A systematic review of digital removable partial dentures. Part II: CAD/CAM framework, artificial teeth, and denture base. J Prosthodont Res. 2022;66(1):53-67. Disponible en: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih-gov.translate.google.com/33504722/>

(39) Nishiyama H, Taniguchi A, Tanaka S, Baba K. Novel fully digital workflow for removable partial denture fabrication. J Prosthodont Res. 2020;64(1):98-103. Disponible en: <https://pubmed-ncbi-nlm-nih-gov.translate.google.com/31229550/>

(40) Inokoshi M, Soeda Y, Akiyama Y, Ueda K, Kubota K, Minakuchi S. Fully Digital Workflow for the Fabrication of Three-Dimensionally Printed Surgical Splints for Preventing Postoperative Bleeding: A Case Report. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(19):12773. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov.translate.google.com/36232073/>

(41) Ellakany P, Aly NM, Al-Harbi F. Accuracy of 3D Printed and Digital Casts Produced from Intraoral and Extraoral Scanners with Different Scanning Technologies: In Vitro Study. *J Prosthodont*. 2022;31(6):521-528. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov.translate.google.com/34661950/>

(42) Prpić V, Schauerl Z, Čatić A, Dulčić N, Čimić S. Comparison of Mechanical Properties of 3D-Printed, CAD/CAM, and Conventional Denture Base Materials. *J Prosthodont*. 2020;29(6):524-528. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32270904/>

(43) Mejías O, Mariñez V. Uso De Las Nuevas Tecnologías Digitales Por Odontólogos Latinoamericanos Y Españoles, Pre Covid19. *Rev. Rodib*. 2021; 10(3): 40-43. Disponible en: <https://www.rodyb.com/wp-content/uploads/2021/08/5-covid-1.pdf>

(44) Gibreel M, Perea-Lowery L, Vallittu PK, Lassila L. Characterization of occlusal splint materials: CAD-CAM versus conventional resins. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2021; 124:104813. Disponible en:

(45) Torres D, Cruz A. Prostodoncia parcial fija convencional, tecnología CAD/CAM – Zirconio y caracterizado gingival. *KIRU*. 2021;18(2):89-96. Disponible en: <https://www.aulavirtualusmp.pe/ojs/index.php/Rev-Kiru0/article/view/2113>

(46) Mateo A, Cortés R. Uso de tecnología computarizada en la rehabilitación bucal. [Trabajo especial de grado]. República Dominicana: Universidad Iberoamericana. Facultad de Ciencias en la Salud. 2021. Disponible en: <https://repositorio.unibe.edu.do/jspui/handle/123456789/876>

(47) German GC. Estudio comparativo en la elaboración de incrustaciones por el método de impresión 3d versus el fresado cad/cam. [Trabajo especial de grado]. Ecuador, Quito: Universidad Central Del Ecuador, Facultad De Odontología. 2021. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/23930/1/UCE-FOD-GERMAN%20GABRIELA.pdf>

(48) Matamoros MH. Impresión 3d Para Registro De Modelos Como Alternativa A La Técnica Convencional. [Trabajo especial de grado]. Ecuador, Guayaquil: Universidad de Guayaquil, Facultad De Odontología. 2019. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/40342/1/MATAMOROSmayron.pdf>

(49) González P. Estudio experimental in vitro de la fiabilidad de seis escáneres extraorales utilizados en tecnología Cad/Cam. [Trabajo Doctoral]. España, Madrid: Universidad Complutense De Madrid Facultad De Odontología. 2018. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/24763/1/T35221.pdf>

(50) Calatrava L, Torres J. Fabricación Asistida Por Computadora En Odontología Restauradora, Estado Actual Y Perspectivas Futuras: Una Revisión Narrativa. Rev. RODYB. 2022; 11 (3): 12-19. Disponible en: <https://www.rodyb.com/fabricacion-asistida-por-computadora/>

(51) Marchesi G, Camurri Piloni A, Nicolin V, Turco G, Di Lenarda R. Chairside CAD/CAM Materials: Current Trends of Clinical Uses. Biology (Basel). 2021;10(11):1170.

(52) Urdaneta M, Yáñez L, Torres B, Vega A, Urdaneta O. Incrustaciones de porcelana por el método CAD/CAM. Ensayo clínico. Rev. Ciencia Odontológica. 2020; 9(2): 123-130. Disponible en: <https://produccioncientificaluz.org/index.php/cienciao/article/view/33859>

(53) Guevara DC, Pérez VC, Reyes RA, Amaya J, Ardón K, Ruiz RW, Wahn E. Coronas de disilicato de litio elaboradas en sistema CAD-CAM: una alternativa estética en dientes anteriores tratados endodónticamente. Revista Minerva. 2019; 2(2): 124-132. Disponible en: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/revista-minerva-vol-2-no2-julio-diciembre-2019-art-7.pdf>