



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CARRERA DE ODONTOLOGÍA

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Odontólogo

TEMA:

**“TECNOLOGÍA CAD/CAM EN PRÓTESIS TOTAL REMOVIBLE
ODONTOLÓGICA”**

Autor:

Giovanny Andrés Morales Luzuriaga

Tutor:

Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado

Riobamba – Ecuador 2022

PÁGINA DE REVISIÓN DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal de sustentación del proyecto de investigación de título: “Tecnología CAD/CAM en prótesis total removible odontológica”, presentado por Giovanni Andres Morales Luzuriaga y dirigida por el Dr. Manuel León Velastegui, una vez escuchada la defensa oral y revisado el informe final del proyecto de investigación con fines de graduación, escrito en el cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la biblioteca de la Facultad de Ciencias de la Salud de la UNACH; para constancia de lo expuesto firman:

A los..... del mes de..... del año.....

DR. CRISTIAN SIGCHO



Presidente del Tribunal

Firma

DR. CARLOS ALBÁN HURTADO



Miembro del Tribunal

Firma

DR. MAURO COSTALES LARA



Miembro del Tribunal

Firma

CERTIFICADO DEL TUTOR

El suscrito docente-tutor de la Carrera de Odontología, de la Facultad de Ciencias de la Salud, de la Universidad Nacional de Chimborazo, Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado CERTIFICA, que el señor Giovanni Andres Morales Luzuriaga, se encuentra apto para la presentación del proyecto de investigación: “Tecnología CAD/CAM en prótesis total removible odontológica” para que conste a los efectos oportunos, expido el presente certificado, a petición de la persona interesada, el en la ciudad de Riobamba en el año.....

Atentamente,

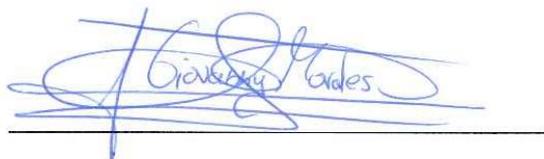


Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado

DOCENTE – TUTOR DE LA CARRERA DE ODONTOLOGÍA

AUTORÍA

Yo, Giovanni Andres Morales Luzuriaga, portador de la cedula de ciudadanía número 210039568-6, por medio del presente documento certifico que el contenido de este proyecto de investigación es de mi autoría, por lo que eximo expresamente a la Universidad Nacional de Chimborazo y a sus representantes jurídicos de posibles acciones legales por el contenido de esta. De igual manera, autorizo a la Universidad Nacional de Chimborazo para que realice la digitalización y difusión pública de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.



Giovanni Andres Morales Luzuriaga

C.I. 210039568-6

ESTUDIANTE UNACH

AGRADECIMIENTO

Primeramente, agradezco a la UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO por haberme aceptado ser parte de ella y abierto las puertas de su seno científico para poder estudiar mi carrera.

También me gustaría agradecer a mis profesores durante toda mi carrera profesional porque todos han aportado con un granito de arena a mi formación.

De igual manera agradecer a mi Tutor de Tesis de Grado, Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado por su visión crítica, por su rectitud en su profesión como docente, por sus consejos, que ayudan a formarte como persona e investigador.

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

A Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y su mano de fidelidad y amor han estado conmigo hasta el día de hoy.

A mis padres Fanny y Fernando quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.

A mis abuelitos que ya no están aquí conmigo Floria, Benigno y Elías.

A mi esposa y mis hijas por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A todos mis hermanos porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

ÍNDICE

PÁGINA DE REVISIÓN DEL TRIBUNAL	
CERTIFICADO DEL TUTOR.....	
AUTORÍA	
AGRADECIMIENTO	
DEDICATORIA.....	
ÍNDICE.....	
ÍNDICE DE TABLAS.....	
ÍNDICE DE GRÁFICOS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
1. INTRODUCCIÓN.....	12
2. METODOLOGÍA.....	14
2.1 Criterios de Inclusión y Exclusión	14
2.2 Estrategia de Búsqueda.....	14
2.3 Tipo de estudio	15
2.3.1 Estudio descriptivo	15
2.3.2 Estudio transversal.....	15
2.3.3 Estudio retrospectivo	15
2.4 Métodos, procedimientos y población	15
2.4.1 Instrumentos y Técnicas	16
2.4.2 Selección de palabras clave o descriptores.....	16
2.5 Valoración de la calidad de estudios	19
2.5.1 Número de publicaciones por año.	19
2.4.2 Número de publicaciones por ACC (Average Count Citation).....	22
2.4.3 Número de artículos por factor de impacto (SJR)	23

2.4.4 Promedio de conteo de citas (ACC) por cuartil y base de datos	24
2.4.5 Áreas de aplicación, ACC y bases de datos	25
2.4.6 Número de publicaciones por tipo de estudio, colección de datos y tipo de publicación.	27
2.4.7 Relación entre el cuartil, área y base de datos.....	28
2.4.8 Valoración de artículos por área.....	29
2.4.9 Área de aplicación por ACC y Factor de Impacto	30
2.4.10 Frecuencia de artículos por año y bases de datos	30
2.4.11 Artículos científicos según la base de datos	31
2.4.12. Lugar de procedencia de los artículos científicos.....	32
3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
3.2 Prótesis total removible	35
3.3 Antecedentes.....	37
3.4 Tecnología CAD-CAM	39
3.5 Componentes de la tecnología CAD/CAM	41
3.6 Técnicas y materiales de la tecnología CAD-CAM	43
3.7 Pasos de fabricación de la estructura de la prótesis total.....	44
3.8 Ventajas de la fabricación digital de prótesis	45
3.9 Limitaciones y desventajas de la fabricación digital de prótesis.....	45
3. Conclusiones.....	47
4. Recomendaciones	48
BIBLIOGRAFÍA	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Términos de búsqueda y extracción de utilización en las bases de datos.....	17
Tabla 2. Número de publicaciones por año.	19
Tabla 3. Relación cuartil, área y base de datos.....	28
Tabla 4. Valoración de artículos por área.....	29
Tabla 5. Área de aplicación por ACC y Factor de Impacto.	30

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfica 1. Número de publicaciones por año.	22
Gráfica 2. Número de publicaciones por ACC (Average Count Citation).....	23
Gráfica 3. Número de artículos por factor de impacto.	24
Gráfica 4. Promedio de conteo de citas (ACC) por cuartil y base de datos.	25
Gráfica 5. Áreas de aplicación, ACC y bases de datos.	26
Gráfica 6. Número de publicaciones por tipo de estudio, colección de datos y tipo de publicación.	27
Gráfica 7. Frecuencia de artículos por año y bases de datos.....	31
Gráfica 8. Artículos científicos según la base de datos.....	32
Gráfica 9. Lugar de procedencia de los artículos científicos.....	33
Gráfica 10. Prótesis total removible.	37
Gráfica 11. Tecnología CAD- CAM.	40
Gráfica 12. <i>Componentes de la tecnología CAD/CAM.</i>	43
Gráfica 13. <i>Técnicas y materiales de la tecnología CAD-CAM.</i>	44
Gráfica 14. ventajas y desventajas de la tecnología CAD-CAM.	46

RESUMEN

La prótesis total removible para pacientes edéntulos es uno de los mayores desafíos en odontología. Este tratamiento protésico devuelve la apariencia estética y eficiencia masticatoria. El diseño asistido por computadora (CAD) / fabricación asistida por computadora (CAM) en la prótesis total removible automatiza los pasos de fabricación de las prótesis y produce una calidad de prótesis más constante. El objetivo de la investigación consistió en conocer el impacto de la tecnología CAD-CAM en prótesis total removibles. Para ello, se utilizó un enfoque bibliográfico basado en la búsqueda de información sobre la tecnología CAD-CAM y su relación con la prótesis total removible. Se realizó una búsqueda bibliográfica en bases de datos como Google Scholar, PubMed, Elsevier, Scielo, Springer y Scopus utilizando criterios de exclusión, inclusión, filtros, promedio de citas (ACC) y factor de influencia de la revista en la que se publican los artículos Scimago Ranking de revistas (SJR) con un total de 50 artículos seleccionados para el desarrollo del estudio. 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.

PALABRAS CLAVES: CAD-CAM, Tecnología, Tratamiento, Diseño, Dentaduras, Rehabilitación oral.

ABSTRACT

The removable total prosthesis for edentulous patients is one of the greatest challenges in dentistry. This prosthetic treatment contributes to maintaining the aesthetic appearance and chewing efficiency. Computer-aided design (CAD) / computer-aided manufacturing (CAM) in the total removable denture automates the steps of denture fabrication and produces more consistent denture quality. The research outcome was to know the impact of CAD-CAM technology on removable total prostheses. For this, a bibliographic approach was used based on the search for information on CAD-CAM technology and its relationship with the total removable prosthesis. A bibliographic research was carried out in data bases such as Google Academic Google, PubMed, Elsevier, Scielo, Springer and Scopus using exclusion criteria, inclusion, filters, average number of citations (ACC) and the influence factor of the journal in which the articles are published. Scimago articles Ranking of journals (SJR) with a total of 50 articles selected for the development of the study. Among the results obtained, it was possible to show how CAD-CAM technology is a new method that facilitates edentulous patient's treatment, a variety of authors revealed the CAD-CAM technology effectiveness. Among the acquired advantages was found an automated system that simplifies the process with material quality and reduces production time. Among the disadvantages, the system is expensive and requires more training since it is difficult to define the mandibular occlusal plane.

KEY WORDS: CAD-CAM, Technology, Treatment, Design, Dentures, Oral rehabilitation.



Identificado electrónicamente por:
**SILVIA
LICETT RAMOS**

Reviewed by

Lic. Licett Ramos I., Mgs.

ENGLISH PROFESSOR

C.C 0603066960

1. INTRODUCCIÓN

La presente investigación centra su estudio en los problemas de salud bucal que presentan los adultos mayores en edades avanzadas. La afección corresponde al edentulismo, el cual constituye un estado de la salud bucal que expresa la ausencia de piezas dentales(1). Las causas que lo producen son diversas, siendo las principales la caries dental y la enfermedad periodontal siendo esta última una infección bacteriana crónica que afecta a las encías y los hueso maxilares (2).

La pérdida de dientes conduce a un cambio en el sistema estomatognático, lo que conduce a un cambio en la función masticatoria, afectando el estado nutricional, la salud general y la calidad de vida. A medida que la población envejece, aumenta la prevalencia de enfermedades crónicas(3). A medida que la enfermedad destruye tejido de la encía y el hueso, los dientes pierden su estabilidad y pueden requerir extracción. La pérdida de dientes por lo general se asocia con la edad avanzada, si no se practica una buena higiene oral. La edad es un factor crítico que afecta la epidemiología del edentulismo y exhibe las características físicas que puede infligir el edentulismo así como también, el tabaquismo, la higiene bucal y el cuidado dental profesional inadecuados, la diabetes mellitus, la presión arterial alta y la artritis reumatoide (4) .

En los ancianos, la acumulación de placa y la xerostomía aumenta el riesgo de perder los dientes naturales. La pérdida prematura y la rehabilitación protésica insuficiente son uno de los mayores problemas. La pérdida de las piezas dentales provoca una pérdida de masa ósea debido a la actividad osteoclástica después de la extracción (5). Es por ello, que los métodos clínicos y los procedimientos de laboratorio han intentado con gran éxito restaurar los aspectos estéticos y funcionales de los pacientes desdentados. Sin embargo, todos los días nos esforzamos por lograr resultados con estándares más altos, con mejores métodos y de manera más eficiente y rápida(6).

El diseño y el procesamiento asistido por computadora (CAD-CAM) ha hecho posible hoy en día procesar acrílicos industriales con propiedades físicas y químicas superiores a los acrílicos termo curados (7).

La palabra CAD / CAM es una abreviatura de Diseño asistido por computadora / Fabricación asistida por computadora: La odontología evoluciona de la mano de la

tecnología. El uso de hardware y software modernos permite la producción de restauraciones de alta calidad funcional y estética en un solo paso. Estos desarrollos en métodos y materiales dentales tienen un gran impacto en la fabricación (8).

Las técnicas modernas de CAD-CAM permiten una mejor adaptación pasiva de estructuras que los métodos de fundición convencionales. El CAD-CAM requiere el escaneo de impresiones(8). La tecnología CAD / CAM ayuda a planificar las operaciones utilizando varios programas de software que reconstruyen el esqueleto maxilofacial en tres dimensiones. “De la misma forma se pueden realizar osteotomías y movimientos quirúrgicos virtuales, y en base a ellos se construyen modelos , férulas quirúrgicas y prótesis articulares, adaptándose a las características específicas de la anatomía de cada paciente (9).

Por tal razón, el interés de este estudio es proporcionar información completa, veraz y validada sobre la Tecnología CAD/CAM en prótesis total removible odontológica en pacientes edéntulos. Para lograr estos objetivos, la investigación contempla fundamentos bibliográficos utilizando el método de búsqueda de bases de datos científicos.

El objetivo principal de esta investigación es evaluar la tecnología CAD-CAM en prótesis total removible Odontológica a través de una revisión literaria mediante la cual se identificarán las diferencias entre el método de elaboración de prótesis total convencional y el CAD-CAM, reconocer las ventajas y desventajas de la tecnología CAD-CAM en prótesis totales removibles y determinar los métodos y materiales utilizados en la elaboración de prótesis totales mediante la tecnología CADA-CAM.

2. METODOLOGÍA

El presente estudio se realizó en base a una revisión literaria de artículos científicos del área de salud, específicamente de odontología, quienes son expedidas por revistas indexadas cuyos recursos fueron proporcionado desde las bases de datos como: Scielo, Elsevier, Scopus, Redalyc, PubMed, Science y Google Scholar en años correspondientes desde el 2015 hasta el 2020.

2.1 Criterios de Inclusión y Exclusión

Criterios de inclusión:

-Dentro de los criterios de inclusión se consideraron pertinentes investigaciones validadas con aportes científicos por revistas odontológicas que trate sobre la tecnología CAD/CAM en prótesis total removible odontológica.

-Investigaciones de carácter bibliográfico, revistas, estudios de casos, libros, correspondiente a los años 2015-2020.

-Artículos científicos en el idioma inglés y español.

-Artículos científicos con ACC 1.5 (Average Count Citation)

-Factor de impacto SJR (Scimago Journal Raking).

Criterios de exclusión:

-Artículos que no cuenten con rigurosidad académico científica.

-Estudios basados en experimentos de animales en sus investigaciones.

-Artículos científicos de más de 5 años de haber sido publicados.

2.2 Estrategia de Búsqueda

La búsqueda de la revisión literaria se ejecutó empleando el método de análisis de resultados y observación de la misma. Esta estrategia consistió en la pesquisa bibliográfica de fuentes

de revistas indexadas de diferentes bases de datos como: Scielo, Elsevier, Scopus, Redalyc, PubMed, Science y Google Scholar en años correspondientes desde el 2015 hasta el 2020, cumpliendo los parámetros de inclusión y exclusión para la recolección de información.

2.3 Tipo de estudio

2.3.1 Estudio descriptivo

A través del estudio descriptivo se logró describir las variables de estudio, es decir, permitió conocer y estudiar la tecnología CAD/CAM en prótesis total removible odontológica.

2.3.2 Estudio transversal

Por medio de este tipo de estudio observacional se lograron analizar datos de variables ya estipuladas y recopiladas en un periodo de tiempo.

2.3.3 Estudio retrospectivo

Se basó en observaciones de hechos acontecidos, pacientes edéntulos con la necesidad de prótesis y a su vez estudiar la tecnología CAD/CAM en prótesis total removible odontológica.

2.4 Métodos, procedimientos y población

La información adquirida consistió en la pesquisa bibliográfica de fuentes de revistas indexadas de diferentes bases de datos como: Scielo, Elsevier, Scopus, Redalyc, PubMed, Science y Google Scholar en años correspondientes desde el 2015 hasta el 2020.

Dicha información fue seleccionada tomando en cuenta los criterios de inclusión y exclusión, también, se consideró el Average Count Citation (ACC), que es un promedio de citas de artículos y el año de publicación, el cual garantiza una excelente calidad de los artículos. Se utilizó el Scimago Journal Ranking (SJR) para medir el factor de influencia de las revistas en las que se publicaron los artículos, con los artículos ordenados en cuatro cuartiles.

La indagación primaria expuso como resultado un conteo de 1.235 artículos, luego de aplicarse los criterios de exclusión e inclusión hubo un resultado de 698 artículos los cuales se redujeron a 125 mediante el análisis de sus resúmenes y pertinencia al tema con las palabras clave CAD-CAM, tecnología, diseño, dentaduras, rehabilitación oral, diseño de

dentaduras, diseño y manufactura asistidos por computador, prótesis total digital, implantación dental, prótesis maxilofacial y prototipo dental. Con base en los criterios, se seleccionaron 65 artículos y luego se realizó una selección en función del número de citas con ACC. Esto implica una fórmula que se puede utilizar para medir el impacto de un artículo en función de las citas realizadas en Google Scholar. En esta revisión, el ACC promedio mínimo es 1.5.

Por medio del ACC se recolectaron 50 artículos actuales que se utilizaron para el estudio y los resultados de la investigación. Además, las referencias se utilizan como un componente adicional del proceso de investigación.

2.4.1 Instrumentos y Técnicas

Matriz para revisión bibliográfica.

Lista de cotejo.

2.4.2 Selección de palabras clave o descriptores

Descriptores de búsqueda: se utilizaron los términos: CAD-CAM, tecnología, diseño, dentaduras, rehabilitación oral, diseño de dentaduras, diseño y manufactura asistida por computadora, prótesis total digital, prótesis maxilofacial y prototipo dental.

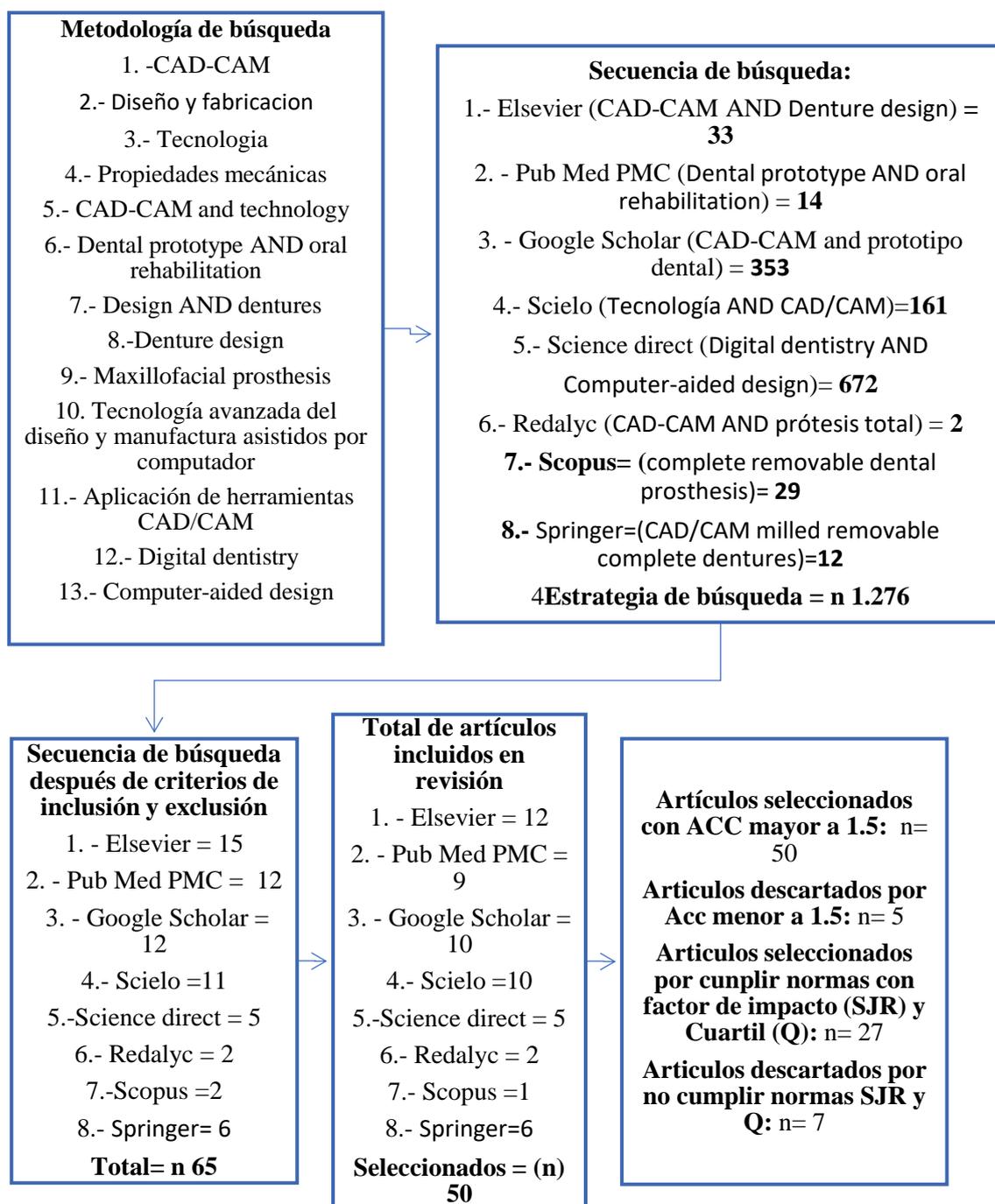
En la visualización de la información se utilizaron los operadores lógicos: AND, IN, OR que, junto con las palabras clave, ayudaron a seleccionar artículos útiles para la investigación.

Tabla 1. *Términos de búsqueda y extracción de utilización en las bases de datos.*

FUENTE	ECUACIÓN DE BÚSQUEDA
Google Scholar	CAD-CAM
	Prototipo dental Diseño y fabricación Aplicación de herramientas Tecnología Propiedades mecánicas
PubMed (PMC)	CAD- CAM
	CAD-CAM and technology
	Dental prototype AND oral rehabilitation
	Design AND dentures
	Denture design
Elsevier	CAD-CAM
	Denture design
	Maxillofacial prosthesis
Redalyc	CAD-CAM en prótesis total Tecnología avanzada del diseño y manufactura asistidos por computador. Aplicación de herramientas CAD/CAM Prótesis fija convencional libre de metal y tecnología CAD CAM
Science Direct	CAD-CAM Digital dentistry Computer-aided design
Scielo	CAD- CAM Tecnología CAD/CAM Computer-aided design
Springer	CAD / CAM AND total removable dental prosthesis
Scopus	CAD / CAM AND total removable dental prosthesis

Autor:Giovanny Morales

Figura 1. Metodología con escala y algoritmo de búsqueda.



La investigación fue documental, es por ello que se utilizó procesos de recolección de datos e información alcanzando así los objetivos planteados, así también se efectuó y uso tablas de la información y una matriz de caracterización.

La muestra para este estudio fue de selección simple no probabilística, centrándose en métodos inductivos y deductivos descubiertos mediante la búsqueda, análisis, interpretación y comprensión de artículos científicos recuperados de bases de datos en los años comprendidos 2015 - 2020 tomando en cuenta la variable independiente (Prótesis total removible odontológica) y dependiente (Tecnología CAD/CAM). El estudio ha sido de carácter bibliográfico, por lo tanto, se utilizaron en las estrategias de recopilación de datos e información para lograr los objetivos establecidos, además de implementar y utilizar tablas de verificación de información y matriz de caracterización.

2.5 Valoración de la calidad de estudios

2.5.1 Número de publicaciones por año.

En la presente tabla se puede evidenciar la totalidad de los artículos recolectados de diferentes bases de búsquedas desde los años 2015 – 2020, vinculados al tema Tecnología CAD/CAM en prótesis total removible odontológica, para ello existió una muestra de 50 artículos obtenidos de bases de datos como Google Scholar, PubMed, Elsevier, Redalyc, Scielo y Science direct, Scopus y Springer que tienen el factor de influencia necesario en función del período establecido, de los años 2015 se obtuvieron 5 artículos, de los años 2016 el total de artículos recolectados fueron de 16 de diferentes bases de datos, así mismo, del 2017 se encontraron 11 artículos, del 2018 11 artículos, del 2019 se alcanzó una cantidad de 7 artículos y finalmente del 2020 se recopilaron 6 artículos para un total de 50 recursos bibliográficos encontrados.

Tabla 2. *Número de publicaciones por año.*

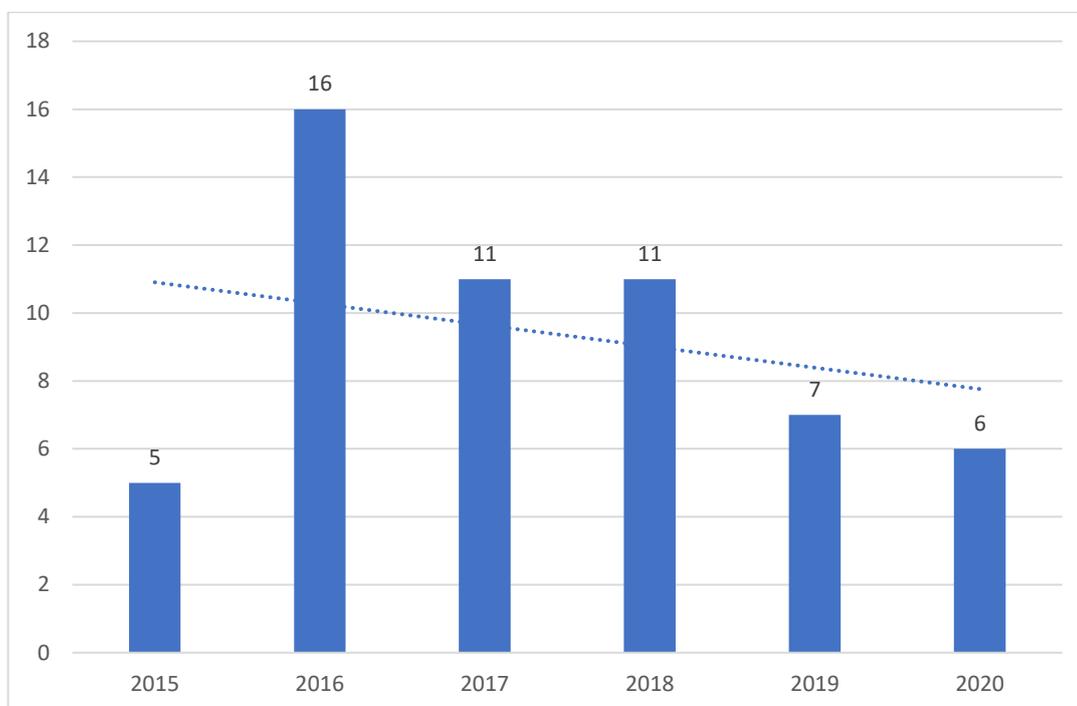
Base de datos	Autores	Año
Elsevier Science Direct	1.- Tariq F (10)	2016
	2.- Timea W, et al. (11)	2016
	3.- McLaughlin B (12)	2015
	4.- Schweiger J (13)	2017
	5.- Goodacre B, et al.(14)	2016
	6.- Arnold C, et al. (15)	2018
	7.- Bidra A, et al. (16)	2016

	8.- Kalberer, N, et al. (17)	2019
	9.- Srinivasan M, et al.(18)	2018
	10.- Lin W, et al. (19)	2015
	11.- Kattadiyil M, et al.(20)	2016
	12.- Harris, B, et al. (21)	2017
	13.- Schwindling F y Stober T(22)	2016
	14.- Gouveia D, et al. (23)	2019
	15.- Pagano S, et al. (24)	2020
	16.- Saponaro P, et al. (25)	2016
	17.- Almufleh B, et al. (26)	2018
	18.- Srinivasan M, et al.(27)	2020
Scielo	1.- García-Linares S y Villaverde-Moscol L. (5)	2017
	2.- Rivera-Guerrero C, et al.(8)	2017
	3.- Barbosa P, et al. (9)	2015
	4.- Lim K, et al. (28)	2016
	5.- Torres-Herbozo M, et al.(29)	2015
	6.- Pessoa-Rocha G y Wanderley C. (30)	2019
	7.- Rancaño-Álvarez E y Salgado-Peralvo Á. (31)	2019
	8.- Almeida L, et al.(32)	2020
	9.- Diaz-Reissner C, et al. (33)	2017
	10.-Cardona E, et al. (34)	2017
PubMed	1.- Contrepolis M, et al. (6)	2018
	2.- Arslan M, et al. (7)	2018
	3.- Bilgin M, et al. (35)	2016
	4.- Janeva N, et al. (36)	2017
	5.- Chen J, et al. (37)	2015
	6.- Mihajlo-Janeva N, et al (38)	2018
	7.- Arafa K (39)	2018

	8.- Bonnet G, et al. (40)	2018
	9.- Anadioti E, et al. (41)	2020
	10.- Han W, et al. (42)	2017
Scopus	1.- Lin W, et al.(43)	2018
Springer	1.- Srinivasan M, et al. (44)	2016
	2.- Steinmassl O (45)	2018
	3.- Steinmassl P, et al. (46)	2017
	4.- Scarano A, et al. (47)	2019
	5.- Huettig F, et al. (48)	2016
	6.- Virard F, et al.	2018
Scholar	1.-Gruber S, et al. (49)	2020
	2.- Mangano F, et al.(50)	2019
	3.- Mendoza-Durán A y Suasnaba-Pacheco L (51)	2019
		2020
	4.- Iglesias M, et al. (52)	2017
	5.- Arenas M, et al. (53)	2017
	6.- McLaughlin B, et al. (54)	2017

Gráfica 1. Número de publicaciones por año.

Autor: Giovanni Morales



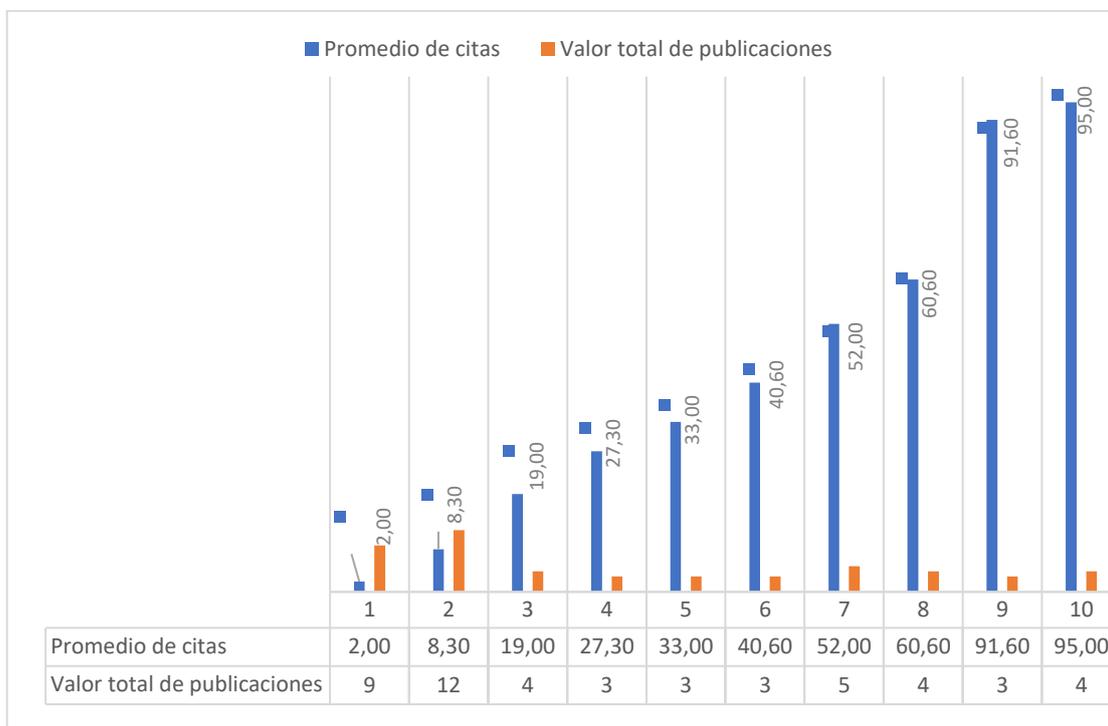
Fuente: Revisión general de artículos procesado en Excel.

Autor: Giovanni Morales

2.4.2 Número de publicaciones por ACC (Average Count Citation)

Como se evidencia en la gráfica 2 se presenta la sumatoria de publicaciones por promedio de conteo de citas (ACC) haciendo énfasis que todos los artículos calificaron dentro de los criterios de inclusión. Existió un total de 9 publicaciones por encima del valor estimado ACC, es decir 2,00; 12 artículos con un valor de 8,30, 4 artículos con un promedio de 19,00, 3 estudios con una puntuación de 27,30; 3 artículos con promedio de 33,00, 3 publicaciones con un valor promedio de 52,00, 4 con 60,60, 3 con 91,60 y 4 artículos >95,00 lo que indica un valor promedio elevado de ACC.

Gráfica 2. Número de publicaciones por ACC (Average Count Citation).



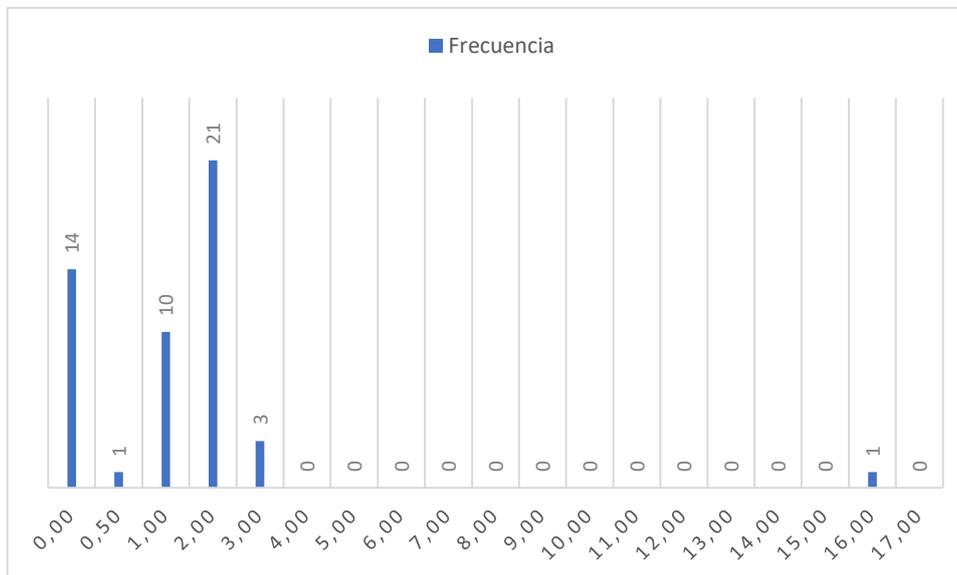
Fuente: Revisión general de artículos procesado en Excel.

Autor:Giovanny Morales

2.4.3 Número de artículos por factor de impacto (SJR)

Como se evidencia en la gráfica 3, se evaluó el factor de impacto por Scimago Journal Rank (SJR) con la finalidad de validar la calidad de los artículos encontrados; dentro de las cuales: (14) eran artículos entre un rango de 0,00 y 0,49, (1) con un promedio de $>0,50$, (10) publicaciones se ubicaron en la escala de 1,00- 1,99, (21) con un promedio de 2,00- 2,99, en pocos casos (3) estudios con un valor entre 3,00- 3,99 y el valor máximo correspondió a (1) artículo con un promedio $>$ de 16,00.

Gráfica 3. Número de artículos por factor de impacto.



Fuente: Revisión general de artículos procesado en Excel.

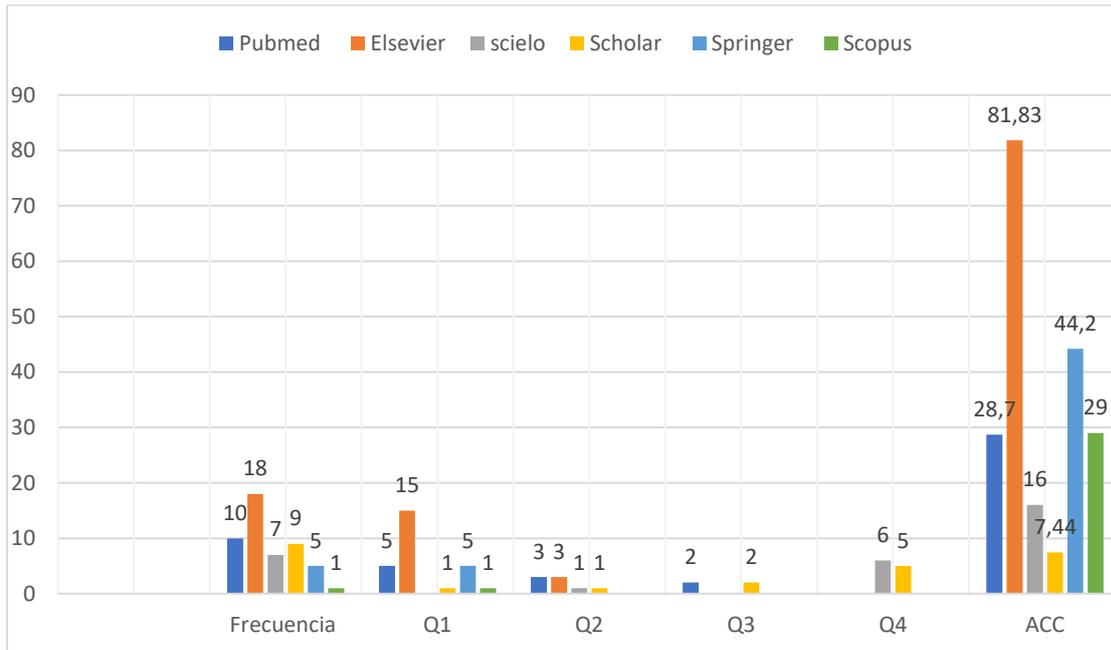
Autor: Giovanni Morales

2.4.4 Promedio de conteo de citas (ACC) por cuartil y base de datos

En la siguiente gráfica 4, se evidenció el cuartil (Q) con mayor prevalencia en el estudio, cabe señalar que mencionado Q1 está en el mejor ranking en la base de SJR. La categorización de los cuartiles consistió en 4 tipos Q1, Q2, Q3 y Q4; los valores aportados representan la veracidad, calidad confianza de la revista y los artículos publicados en ese año. Se logró evidenciar que la base de datos Elsevier destacó con un total de 15 Q1 y 3 Q2 con un promedio de ACC de 81,83 lo que representa la mejor calificación en cuanto a calidad de artículos. Seguido de Pubmed con un total de 5 Q1, 3 Q2 y 2 Q3 con un ACC promedio de 28,7. Por su parte Springer con un total de 5 cuartiles Q1 con un promedio de ACC de 44,2. Scopus con 1 Q1 siendo su ACC de 29. Scholar reveló cifras deficientes de las cuales 1 era de Q1, 1 Q2 y 5 Q4 con un promedio de ACC de 7,44 y finalmente, Scielo con un total de 1 Q2 y 6 Q5 siendo el de menor calificación según SJR ubicándose con un ACC promedio

de 16. Cabe destacar que el orden dado fue por medio de la calidad por cuartil y no por el promedio ACC.

Gráfica 4. Promedio de conteo de citas (ACC) por cuartil y base de datos.



Fuente: Revisión general de artículos procesado en Excel.

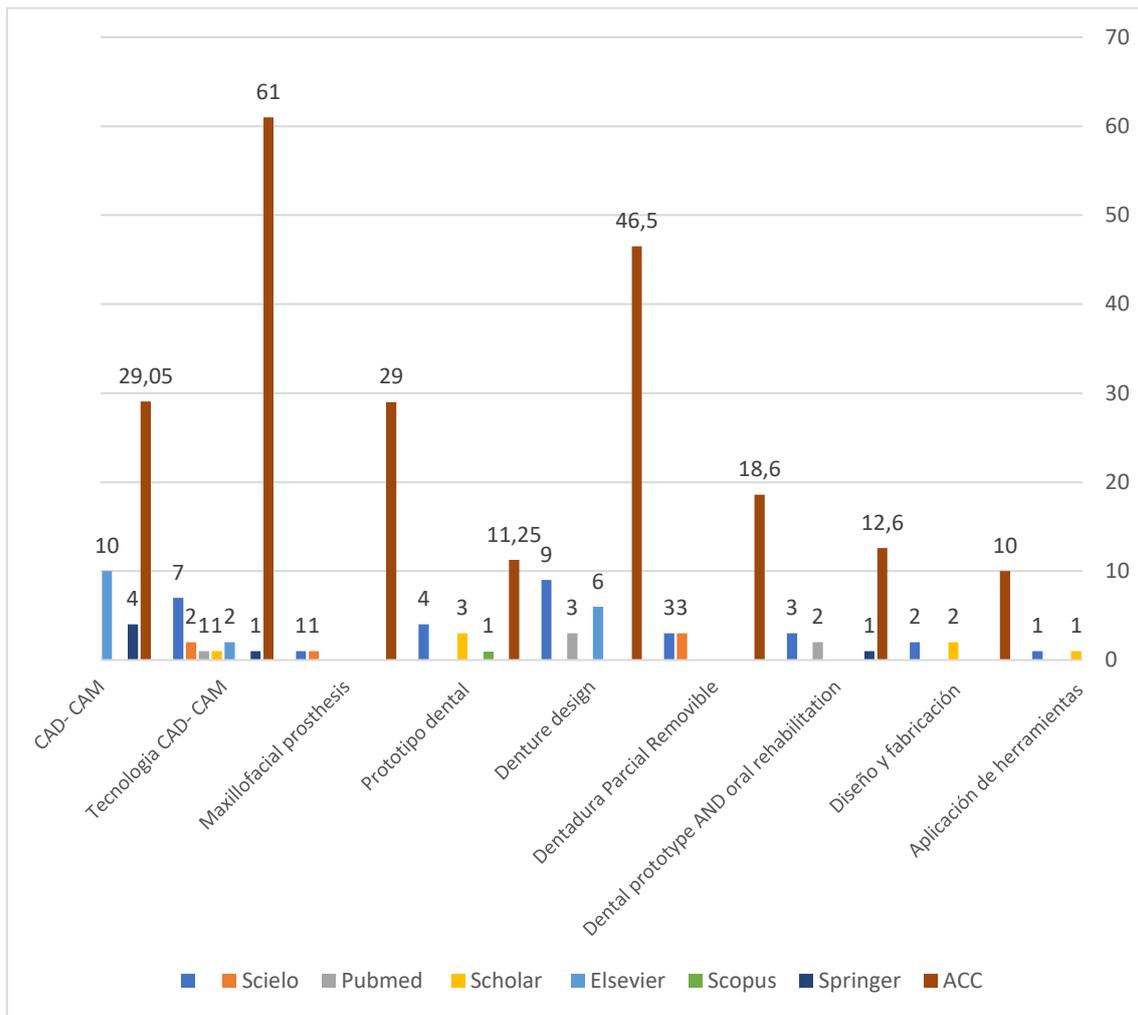
Autor: Giovanni Morales

2.4.5 Áreas de aplicación, ACC y bases de datos

Con respecto a las áreas de aplicación dentro de la investigación se pudo notar que “Tecnología CAD- CAM” fue el contexto clave con mayor alcance de publicación en las revistas con un ACC elevado de 61, donde las bases de datos fueron múltiples, entre ellas: Elsevier, Scholar, Pubmed, Scielo y Springer. Seguido de “Denture design” con un ACC de 46,5 provenientes de las bases de datos de Elsevier y Pubmed. Por su parte, el termino CAD- CAM continuó en el 3 puesto ubicándose con un ACC de 29,05 siendo Elsevier y Springer las más destacadas. Por otro lado, “Dentadura Parcial Removible” ocupó un alcance de ACC de 18,6 utilizando la base de datos Scielo; continuando el orden, “Dental prototype AND

oral rehabilitation” se estableció con un ACC de 12,6 con mayor impacto de publicación den Pubmed, seguido de “Prototipo dental” con un impacto menor ACC de 11,25 bajo la estrategia de búsqueda de scholar.

Gráfica 5. Áreas de aplicación, ACC y bases de datos.



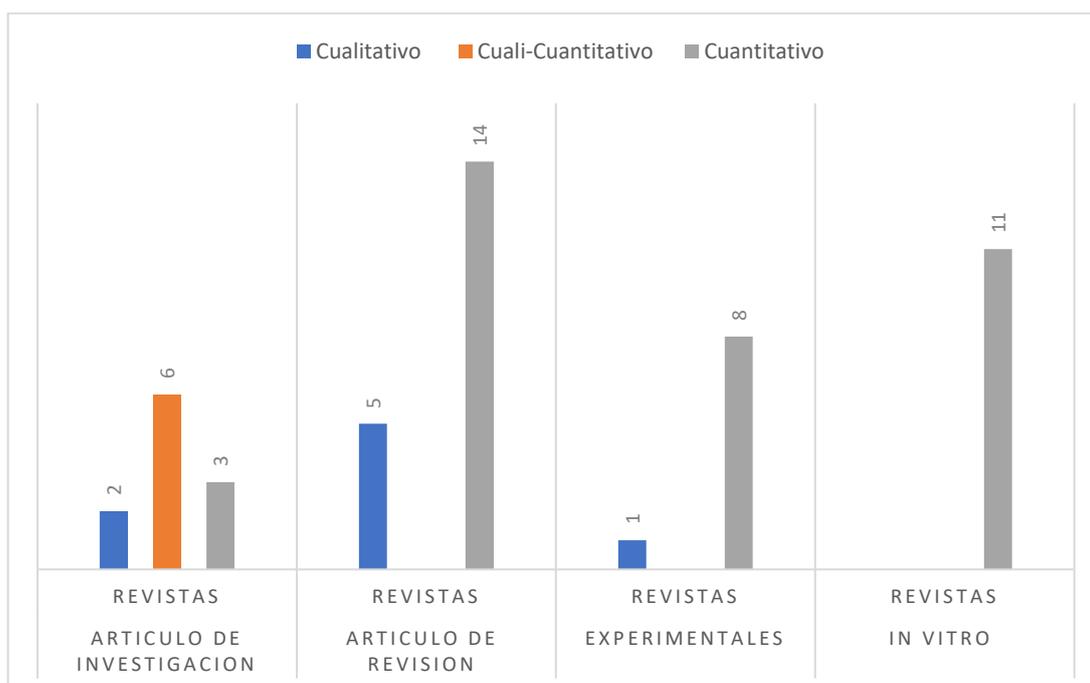
Fuente: Revisión general de artículos procesado en Excel.

Autor: Giovanni Morales

2.4.6 Número de publicaciones por tipo de estudio, colección de datos y tipo de publicación.

Como se evidencia en la gráfica 6 realizó un conteo del tipo de estudio y la recolección de datos a través de los métodos: cualitativos/ cuali- cuantitativos y/ cuantitativos el cual evidenció que, la mayoría de los artículos publicados fueron establecidos bajo un enfoque cuantitativo proveniente de revistas, siendo los artículos de revisión con mayor frecuencia dentro de la investigación. En continuidad las revistas con estudios in vitro se ubicaron en segundo plano siendo estas netamente cuantitativas, seguido de las experimentales bajo un enfoque cuantitativo en su mayoría y en menor medida cualitativa y finalmente las revistas de investigación cuya modalidad fue mixta en la mayoría de los casos, cuantitativa, y en menor medida cualitativa.

Gráfica 6. Número de publicaciones por tipo de estudio, colección de datos y tipo de publicación.



Fuente: Revisión general de artículos procesado en Excel.

Autor:Giovanny Morales

2.4.7 Relación entre el cuartil, área y base de datos.

Como se evidencia en la tabla 3 se relacionaron los cuartiles con las áreas de estudio y las bases de datos. El área con mayor prevalencia fue “CAD- CAM” con alto índice de confianza y calidad, dado que del total del área correspondían al Q1(15), seguido del Q2 (3) y en menor medida Q4 (2). En ese mismo orden, “Denture design” reveló una calidad buena de artículos publicados dado que el Q1 tuvo una frecuencia de 6; por su parte “Tecnología CAD- CAM” ocupó el tercer lugar con un Q1 de 3, con algunas frecuencias de Q2 y Q3.

Tabla 3. Relación cuartil, área y base de datos.

Base de datos	Cuartil	CA D-CA M	Tecnología CAD-CAM	Maxilofacial prosthesi s	Prototipo dental	Denture design	Dentadura Parcial Removible	Dental prototyp e AND oral rehabilitation	Diseño y fabricación	Aplicación de herramientas
Pubmed	N/A									
	Q1	2	1				2			
	Q2	1				2				
	Q3		1			1				
	Q4									
Elsevier	N/A									
	Q1	9	1			6				
	Q2	1	1							
	Q3									
	Q4									
Scielo	N/A									
	Q1									
	Q2		1							
	Q3									
	Q4	1	1	1			3			
Scholar	N/A									
	Q1		1		1					
	Q2	1								
	Q3					1			1	
	Q4	1				1			1	1

Springer	N/A									
	Q1	4						1		
	Q2									
	Q3									
	Q4									
Scopus	N/A									
	Q1				1					
	Q2									
	Q3									
	Q4									

Fuente: Revisión general de artículos procesado en Excel.

Autor: Giovanni Morales

2.4.8 Valoración de artículos por área

Como se evidencia en la tabla 4 se establecieron las áreas de aplicación de los diferentes estudios donde la prevalencia radica principalmente en dos áreas: “CAD-CAM” cuyo temario compone un total de 20 artículos con un ACC de 29,05, seguido de “Denture design” con un total de 9 artículos destacando con un ACC de 46,5. Cabe señalar que dentro del estudio la revisión literaria predominó con mayor afluencia, seguido de los artículos de investigación, in vitro y experimental.

Tabla 4. Valoración de artículos por área.

Area de aplicación	Nro de articulos	ACC	Tipo de estudio			
			Investigacion	Revision	Experimenta	In vitro
CAD- CAM	20	29,05	3	3	9	5
Tecnologia CAD- CAM	7	61		5		2
Maxillofacial prosthesis	1	29	1			
Prototipo dental	4	11,25		2		2
Denture design	9	46,5	3	5		1
Dentadura Parcial Re	3	18,6		2		1
prototype AND oral rehabi	3	12,6	1	2		
Diseño y fabricación	2	10	2			
Aplicación de herramientas	1	2	1			

Fuente: Revisión general de artículos procesado en Excel.

Autor: Giovanni Morales

2.4.9 Área de aplicación por ACC y Factor de Impacto

Basado en la evidencia presentada, se logra demostrar las áreas de aplicación con mayor impacto en ACC y factor impacto por SJR, las cuales se demuestran con el temario CAD-CAM quien prevalece en los números de artículos válidos para el estudio y también se refleja el número de artículos con impacto SJR con un total de 28 publicaciones.

Tabla 5. Área de aplicación por ACC y Factor de Impacto.

Area de aplicación	Nro de articulos validos	Numero de articulos por FI - SJR	ACC
CAD- CAM	20	15	29,05
Tecnología CAD- CAM	7	3	61
Maxillofacial prosthesis	1	0	29
Prototipo dental	4	1	11,25
Denture design	9	6	46,5
Dentadura Parcial Removible	3	2	18,6
Dental prototype AND oral	3	1	12,6
Diseño y fabricación	2	0	10
Aplicación de herramientas	1	0	2
Total	50	28	

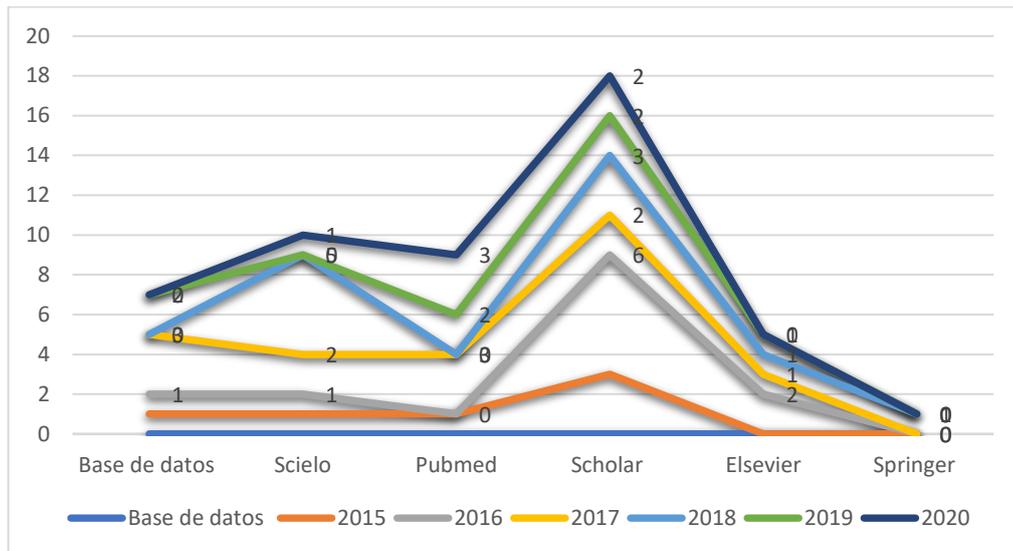
Fuente: Revisión general de artículos procesado en Excel.

Autor: Giovanni Morales

2.4.10 Frecuencia de artículos por año y bases de datos

Para la gráfica evidenciada se logró constatar la frecuencia de los artículos por año relacionada con las bases de Pubmed, Elsevier, Scielo, Scholar, Springer y Scopus; los artículos con mayor prevalencia correspondieron a fechas del 2017 con un total de 11 publicaciones destacando la base de búsqueda de Scholar y Scielo, seguido de los años 2016 y 2018 quienes arrojaron resultados de 10 publicaciones por cada año destacando Elsevier y Pubmed y en menor medida los años 2019, 2015 y 2020.

Gráfica 7. Frecuencia de artículos por año y bases de datos.



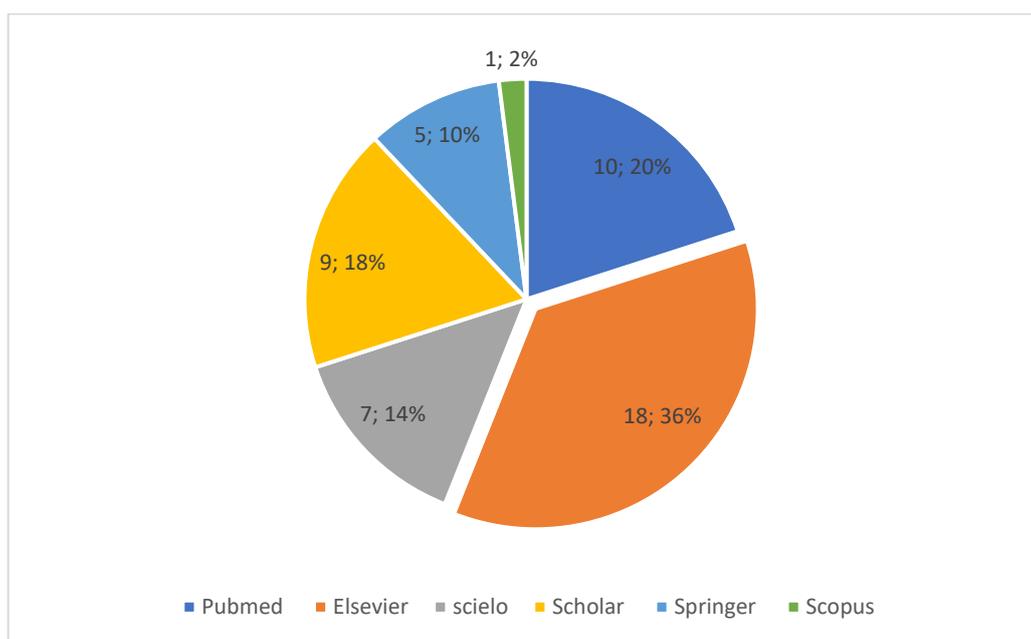
Fuente: Revisión general de artículos procesado en Excel.

Autor: Giovanni Morales

2.4.11 Artículos científicos según la base de datos

Basado en la gráfica, se demuestra que, el valor porcentual de los artículos científicos establecidos según los criterios de inclusión, donde se obtuvo la totalidad de 50 artículos de las cuales el 36% pertenecieron de la base de datos de Elsevier, seguido del 20% de Pubmed, 18% Scholar, 14% Scielo, 10% Springer y 2 % Scopus. Lo que indica un fuerte índice de búsqueda frecuente en las bases de datos de Elsevier y Pubmed para la búsqueda de fuentes bibliográficas.

Gráfica 8. Artículos científicos según la base de datos.



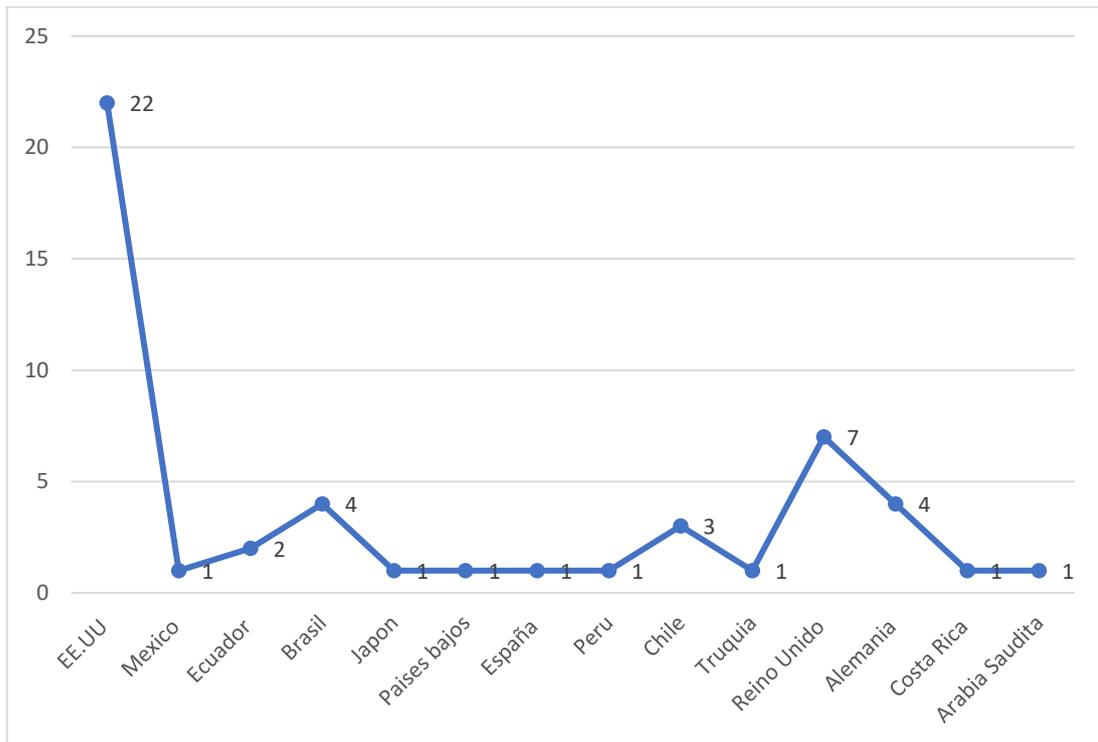
Fuente: Revisión general de artículos procesado en Excel.

Autor: Giovanni Morales

2.4.12. Lugar de procedencia de los artículos científicos

En la gráfica demostrada se observa la frecuencia de los países relacionados al número de artículos utilizados, de las cuales se constituyó en 14 países cuya prevalencia estuvo enfocada en EE. UU con un valor de 22 artículos, seguido de Reino Unido con 7 artículos, Brasil y Alemania con 4 publicaciones de cada uno y 13 estudios con < de 2 artículos. Esto indica que existió una gran variedad en cuanto a la selección de artículos por países haciendo constar que los artículos originarios de EE. UU tenían factor de impacto elevado en cuanto a la calidad de publicaciones según SJR.

Gráfica 9. Lugar de procedencia de los artículos científicos.



Fuente: Revisión general de artículos procesado en Excel.

Autor: Giovanni Morales

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un estudio clínico prospectivo realizado Kattadiyil, et al., (20) basado en la comparación de los resultados del tratamiento en fabricaciones de prótesis dentales removibles completas digitales (PRCD) y convencionales en un entorno pre doctoral, utilizando un proceso de fabricación de prótesis digitales de 2 citas en lugar del proceso convencional de 5 citas. 15 pacientes completamente desdentados fueron tratados en la clínica pre doctoral de la Facultad de Odontología de la Universidad de Loma Linda, cada paciente recibió 1 juego convencional y 1 juego digital (AvaDent) de PRCD. Entre los resultados obtenidos se observaron puntuaciones promedio significativamente más altas para las dentaduras postizas digitales que para las dentaduras postizas convencionales según los criterios evaluados por el profesorado ($p = 0,007$). Los pacientes informaron puntuaciones de satisfacción promedio general significativamente más altas con las dentaduras digitales ($p = 0,001$). Los pacientes prefirieron las prótesis digitales ($p < 0,01$). Se observaron puntuaciones significativamente más altas para la retención de la dentadura postiza completa maxilar digital ($p = 0,001$) en comparación con las de las dentaduras completas mandibulares digitales y convencionales.

Por su parte, Schwindling y Stober (22) en su estudio basado en la comparación de dos técnicas digitales para la fabricación de prótesis dentales removibles completas dirigido a cinco participantes a través de un ensayo clínico preliminar. Para cada participante se diseñaron 2 pares de prótesis dentales removibles digitales. Las bases de las prótesis se fabricaron utilizando datos idénticos, ya sea mediante molienda a partir de blancos de polimetilmetacrilato o mediante moldeo por inyección. El tratamiento implicó 4 consultas clínicas. Las impresiones de polivinilsiloxano se realizaron con bandejas personalizadas y posteriormente se digitalizaron. Para ambos tipos de prótesis se examinaron los siguientes aspectos: ajuste, retención, estética, fonética, relación maxilomandibular y oclusión. Entre los resultados obtenidos se logró evidenciar que, ambos tipos de prótesis dentales removibles digitales se pudieron fabricar sin mayores complicaciones. Solo se produjeron algunas complicaciones menores durante el proceso de fabricación, predominantemente cuestiones estéticas. No se encontraron diferencias pronunciadas entre las prótesis en cuanto a aspectos funcionales.

Así mismo, Saponaro, et al., (25) en su estudio dedicado a identificar el rendimiento clínico de las dentaduras completas fabricadas con CAD-CAM, dentro de la metodología, los

autores realizaron una revisión retrospectiva de las historias clínicas dirigida a 48 participantes. Dentro de los resultados obtenidos de los 48 participantes rehabilitados, 24 participantes fueron tratados a nivel pre-doctoral y 24 fueron tratados a nivel de residente de posgrado en prostodoncia. Un total de 31 participantes cumplieron con el verdadero protocolo de fabricación de 2 visitas, y los 17 participantes restantes requirieron visitas clínicas adicionales debido a complicaciones el día de la inserción. Las prótesis de dentaduras postizas de 5 participantes de la población de la muestra requirieron rehacer mediante el método convencional. El número medio de visitas de ajuste posteriores a la inserción fue de 2,08. De los 90 arcos completados, 22 prótesis no pudieron insertarse en la segunda cita. El número medio de citas necesarias para insertar la prótesis en ambos grupos fue de 2,39 visitas, no 2 como afirma la empresa. Los tipos más comunes de complicaciones observadas fueron la falta de retención de la dentadura, la dimensión vertical oclusal inexacta y la relación céntrica incorrecta.

Almufleh, et al., (26) en su estudio basado en determinar la satisfacción del paciente con las prótesis removibles (removable dentures RD) sinterizadas con láser a través de un ensayo clínico piloto cruzado. El ensayo clínico consistió en la satisfacción a corto plazo en pacientes que usan RD fabricados con diseño convencional o asistido por computadora y tecnología de sinterización por láser de fabricación asistida por computadora (CAD-CAM). Dentro de los resultados obtenidos, Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la satisfacción de los pacientes entre los 2 métodos de fabricación de RD. Los participantes estaban significativamente más satisfechos con las prótesis sinterizadas con láser que con las prótesis escayoladas en lo que respecta a la satisfacción general, la capacidad para hablar, la capacidad para limpiar, la comodidad, la capacidad para masticar, la eficacia masticatoria y la condición bucal ($p < 0,05$). Al final del estudio, 5 participantes prefirieron el sinterizado con láser, 1 prefirió el RPD de yeso y 3 no tuvieron ninguna preferencia.

3.2 Prótesis total removable

Hasta ahora, cada prótesis era fabricada manualmente por un técnico dental, lo que a menudo resultaba en una calidad de prótesis muy variable. La introducción del diseño asistido por

computadora (CAD) / fabricación asistida por computadora (CAM) en las prótesis dentales removibles ahora automatiza muchos de los pasos de fabricación (46).

La prótesis total removible es un aparato protésico que puede ser retirado e instalado por el paciente y puede estar fabricado con materiales como acrílico (51). Por otro lado, las prótesis totales son una solución para pacientes edéntulos.

La desadaptación de las prótesis totales fabricadas de forma convencional se ha identificado como la principal queja de los usuarios. Una prótesis total removible bien adaptada puede ser analizada clínicamente con un espejo y explorador, cuando están correctamente adaptadas los tejidos bucales no presentan lesiones. En un estudio realizado por Dunham et al. aproximadamente el 79% de las prótesis totales removibles no mostró un contacto óptimo en los asientos de descanso. Además, encontraron que el 21% de los descansos no tuvo contacto en ningún momento (39).

Los estudios pioneros examinaron el ajuste de las prótesis totales removibles fabricados con tecnología, incluido el diseño asistido por computadora / fabricación asistida por computadora (CAD / CAM); además de la creación rápida de prototipos, mostraron resultados prometedores. Estas técnicas se han utilizado ampliamente en cirugía oral y maxilofacial (39).

El material más utilizado para la fabricación de las prótesis totales removibles 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 que incluyen una alta contracción de polimerización, susceptibilidad a la colonización microbiana del ambiente oral, falta de radio opacidad, reacciones alérgicas principalmente debido 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 impulsado la aparición de nuevos materiales y técnicas de fabricación, tanto aditivas como sustractivas (41).

Gráfica 10. *Prótesis total removible.*



Autor: Giovanni Morales

3.3 Antecedentes

Los investigadores están de acuerdo en que la población adulta mayor crecerá de manera constante en el futuro. No solo aumentará su número, sino que también envejecerán. El tratamiento con implantes es posible para pacientes edéntulos, pero son tratamientos muy costosos, la rehabilitación con prótesis totales removibles sigue siendo la opción preferida para muchos.

El edentulismo ha sido un grave problema de salud pública en los países industrializados debido al envejecimiento de la población y en los países en desarrollo debido a la mala atención bucal. Se ha estimado que el 26% de las personas mayores en EE. UU tienen edentulismo, y la población de personas mayores edéntulas es de 15% a 78% en Europa, 24% en Indonesia, 11% en China y 23% en Brasil. La calidad de vida y la ingesta nutricional se ven afectadas para los pacientes edéntulos debido al edentulismo. Las prótesis totales son una de las opciones principales para los pacientes desdentados. A pesar de una disminución

anticipada en las tasas de edentulismo específicas por edad, la demanda de dentaduras completas aumentará continuamente en las próximas décadas (42).

Los nuevos conceptos de tratamiento para la fabricación de prótesis totales removibles, incluidos los componentes digitales, pueden mejorar la previsibilidad del resultado del tratamiento. Esto se vuelve aún más importante en el contexto del envejecimiento de la población. El enfoque innovador que se presenta aquí describe la combinación del borde oclusal de la impresión con un escaneo facial 3D, que permite una evaluación virtual que puede complementar o incluso reemplazar la evaluación tradicional de una práctica dental tradicional (13).

La fabricación de prótesis totales removibles mediante los métodos de diseño y fabricación asistidos por computadora (CAD / CAM), documentados por primera vez en 1991, ha aumentado sustancialmente en los últimos tiempos. Este proceso de fabricación impulsado por la tecnología debe su crecimiento exponencial a algunos factores importantes como, las actitudes y / o tendencias cambiantes de los profesionales, así como de los técnicos dentales, la reducción potencial del tiempo de consulta clínica y odontológica, costos de laboratorio, así como la incorporación de materiales pre polimerizados. El éxito clínico, en términos de satisfacción del paciente y preferencia del paciente por las prótesis totales removibles fabricados con CAD / CAM, se ha informado en la literatura. En términos de la veracidad de las prótesis totales removibles fabricados con CAD / CAM, en comparación con los convencionales, se encontró que no era inferior a un PMMA convencional y estaba dentro del rango clínicamente aceptable (18).

La técnica convencional de "matraz-paquete-prensa" para la fabricación de prótesis totales removibles se ha utilizado durante más de medio siglo y puede considerarse como un procedimiento "estándar de oro" probado en el tiempo. Tradicionalmente, las prótesis totales removibles se fabrican con resina de polimetilmetacrilato (PMMA) e implican un proceso de polimerización por calor. A lo largo de los años, este procedimiento ha sido testigo de modificaciones con mejoras en las propiedades de la resina de PMMA y también en el protocolo de procesamiento, como el uso de técnicas de auto polimerización, procesamiento por microondas o moldeo por inyección(18). El concepto tradicional ha permanecido

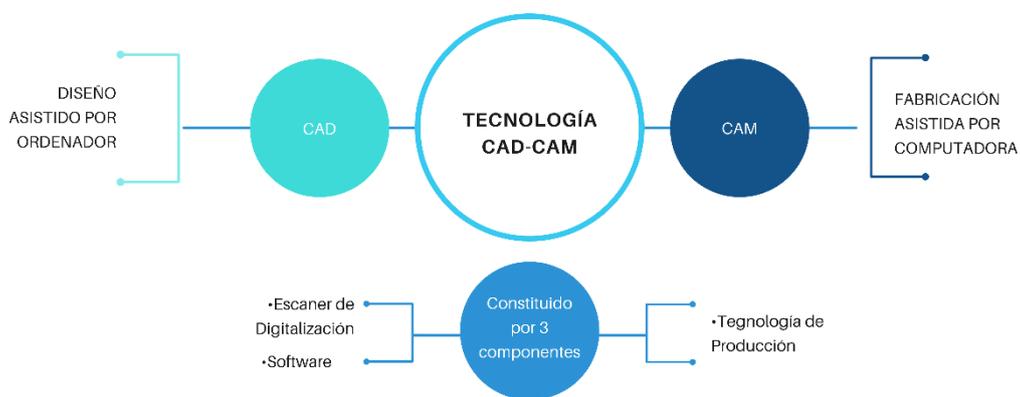
relativamente igual, es decir, la resina de PMMA sin curar se moldea en la forma deseada bajo presión y se polimeriza.

3.4 Tecnología CAD-CAM

La palabra CAD (Computer Aid Design) es un conjunto de herramientas informáticas que se utilizan para diseñar piezas en 2D (planos y dibujos) o en 3D (cuerpos y superficies). Estas herramientas se utilizan en la construcción de prótesis totales removibles y reemplazan la cera manual con un modelado para diseño digital con perfecto control de dimensiones y estética. Se utiliza una impresión digital para transferir información de la boca del paciente a una computadora. CAM (Computer Aid Manufacturing) consiste en el uso de computadoras y tecnologías informáticas durante todo el proceso, desde la planificación hasta la producción y el control de calidad. Este proceso se relaciona con la fabricación de la prótesis.

Este es un método mediante el cual se logra el registro tridimensional de una preparación dental utilizando un escáner; Es una herramienta del sistema encargada de obtener información, una "impresión óptica" o una imagen 3D (CAD / CAM) de los dientes vecinos preparados y registros oclusales, que son procesados y convertidos a forma digital y datos sobre la conservación de una estructura o una restauración planificada (8).

Gráfica 11. Tecnología CAD- CAM.



Autor: Giovanni Morales

Uno de los principales objetivos de los nuevos materiales y procesos para la fabricación de prótesis completas ha sido reducir la contracción de la polimerización. La introducción del diseño asistido por computadora y la tecnología de fabricación asistida por computadora (CAD / CAM) en la fabricación de prótesis totales removibles ha eliminado la contracción de polimerización en la prótesis total definitiva. El uso de bases de registro CAD / CAM para la fabricación completa de dentaduras puede proporcionar una dentadura de mejor ajuste con menos errores oclusales de post procesamiento (12).

CAD-CAM requiere el escaneo de impresiones. Para hacer esto, los cuerpos de escaneo deben atornillarse y desenroscarse en las prótesis totales removibles, lo que requiere una cierta cantidad de tiempo para su instalación y extracción (8).

El resultado final del proceso de creación de prototipos es una estructura física llamada prototipo, que se cree que es una copia confiable de ciertos objetos y estructuras.

Anteriormente, los prototipos se creaban mediante modelado directo a partir de yeso de París o silicona. Más tarde, con el desarrollo de la tecnología informática, se desarrollaron sistemas de creación rápida de prototipos que se pueden utilizar para crear un prototipo utilizando el software CAD (Diseño asistido por computadora) y CAM (Fabricación asistida por computadora) en cuestión de días y horas (9).

La inclusión de la tecnología de diseño asistido por computadora / fabricación asistida por computadora (CAD / CAM) en la fabricación completa de la prótesis facilita los procedimientos. El flujo de trabajo presentado para la fabricación de prótesis completas combina pasos de tratamiento convencionales y con soporte digital para mejorar el cuidado dental (10).

En todos los procesos de relaciones públicas, el modelo 3D se crea y se corta con el sistema CAD antes de que sus datos se transfieran a esta tecnología. Todo el proceso que tiene lugar durante la transferencia de datos del CAD al equipo de relaciones públicas. Primero, el modelo 3D se proyecta en el sistema CAD presentado en el paso 1. En el siguiente (paso 2), el modelo se convierte a un formato estándar mediante un proceso de aproximación (fragmentado) con sección plana (STL (Lenguaje estándar de Tercekaton) (9).

Este modelo simplifica la geometría CAD y convierte superficies complejas en fragmentos. El paso 3 realiza un proceso de fragmentación donde los planos horizontales se cruzan con el modelo CAD, lo que da como resultado curvas cerradas o polígonos. El espacio entre dos planos horizontales adyacentes se denomina capa. Después de eso, toda la información se transmite al equipo de relaciones públicas para su uso. Dependiendo de la tecnología, la etapa 4 se lleva a cabo para el procesamiento posterior del prototipo. Todo el ciclo tecnológico puede repetirse tantas veces como sea necesario hasta completar satisfactoriamente un prototipo que cumpla con los requisitos del proyecto.

3.5 Componentes de la tecnología CAD/CAM

El sistema CAD / CAM consta de los siguientes pasos principales de procesamiento: digitalización de datos, diseño asistido por computadora y fresado o procesamiento a producir ⁽²⁸⁾.

Digitalización de los datos: La recogida de datos para la creación de modelos digitales 3D se puede realizar mediante recogida directa o indirecta, dependiendo de la fuente o procedencia requerida para cada situación. Con los escáneres intraorales, la morfología intraoral del paciente se puede digitalizar directamente. También es posible el registro indirecto: modelos, encerados e incluso impresiones elásticas. El uso de escáneres intraorales o extraorales permite digitalizar este tipo de situaciones ⁽²⁸⁾.

Diseño por ordenador: A partir de la información obtenida mediante la digitalización de los datos y el uso de un software especial para cada sistema, se diseñan estructuras protésicas. Las indicaciones para la rehabilitación protésica en cada sistema, así como su calidad, están determinadas por las particularidades del desarrollo de software y la idoneidad de los equipos para cada sistema ⁽²⁸⁾.

Mecanizado: El fresado se realiza con máquinas controladas numéricamente que tienen diferentes ejes de corte en función de los movimientos espaciales. Algunos sistemas cuentan con centros de fresado exclusivos como Procera® de Nobel Biocare® o el sistema Elton® en el que los archivos se envían por correo electrónico. Otros sistemas como Lava® o Cercon® cuentan con centros de escaneo con los que un laboratorio dental típico puede digitalizar sus modelos, centros de escaneo y fresado en los que se realizan todos los procedimientos⁽²⁸⁾.



Gráfica 12. *Componentes de la tecnología CAD/CAM.*

Autor: Giovanni Morales

3.6 Técnicas y materiales de la tecnología CAD-CAM

Los primeros sistemas CAM se basan en un método sustractivo que se basaba en cortar la restauración de un bloque prefabricado utilizando fresas o discos de diamante. Los métodos de producción sustractiva incluyen la electroerosión y el fresado. La electroerosión se puede definir como un proceso sustractivo de metales que utiliza chispas continuas para erosionar el material de un bloque de metal de acuerdo con el CAD en las condiciones requeridas. Las técnicas de fresado son el pulido con diamante y el fresado con carburo, que ahora se encuentran juntos en los dispositivos CAD / CAM de sillón e inLab, y como la última tecnología transferida de la industria manufacturera al uso dental es el fresado con láser, que se anunció en el primer trimestre de 2015 (35).

Las técnicas de impresión 3D aditiva incluyen SLA, proyección de luz digital (DLP), impresión por chorro (PolyJet / ProJet) y sinterización directa de metales por láser (DLMS) / sinterización selectiva por láser (SLS). La técnica SLA utiliza láser ultravioleta (UV) para la polimerización capa por capa de materiales. La técnica se utiliza para la fabricación de modelos dentales a partir de resinas líquidas sensibles a los rayos UV. DLP utiliza láser UV y luz visible para la polimerización, se utiliza para la fabricación de modelos dentales, patrones de cera, estructuras parciales removibles y restauraciones provisionales a partir de resinas sensibles a la luz, cera y materiales compuestos. Después de que el material se imprime, se cura utilizando una fuente de luz de diodo emisor de luz o una lámpara (35).

La impresión por chorro (PolyJet / ProJet) utiliza una serie de cabezales de impresión por chorro de tinta y pequeñas piezas de material que se inyectan sobre el material de soporte y crean cada capa. Luego, cada capa inyectada se endurece usando una lámpara UV, fuente de luz o calefacción. Esta técnica se utiliza para la fabricación de modelos dentales, guías de broca quirúrgica, alineadores, patrones de cera y estructuras removibles a partir de resinas y ceras dentales. DLMS / SLS es una técnica basada en polvo en la que un rayo láser de alta potencia golpea el polvo, lo que da como resultado la fusión de las partículas de polvo. Esta técnica se utiliza para la fabricación de modelos dentales, cofias y guías quirúrgicas de cromo cobalto, cromo paladio y nailon (35).

Gráfica 13. Técnicas y materiales de la tecnología CAD-CAM



Autor: Giovanni Morales

3.7 Pasos de fabricación de la estructura de la prótesis total.

Básicamente, los pasos para la fabricación de estructuras de prótesis totales removibles con CAD / CAM consiste en que 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 la prótesis total removible se define digitalmente, y luego los odontólogos o técnicos de laboratorio diseñan la forma de los componentes de la estructura en 3D (35).

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:

se puede transferir utilizando técnicas convencionales de impresión y transferencia, el kit del sistema AvaDent o el kit del sistema Dentca.

Se requieren dos citas clínicas para la fabricación de prótesis totales removibles utilizando los sistemas Avadent y Dentca. En la primera cita, las impresiones se registran utilizando bandejas especiales provistas en el sistema AvaDent o Dentca. Luego, la relación de la mandíbula se registra utilizando un dispositivo de medición anatómico. La dimensión vertical oclusal (OVD) se determina utilizando métodos convencionales. Posteriormente, se registra la relación céntrica y se seleccionan los dientes. El último paso de la primera cita es la entrega de la impresión final al fabricante (AvaDent o Dentca). En la segunda cita clínica, se entregan las prótesis y se realizan los ajustes oclusales. Estos pasos son similares a los de la colocación de prótesis convencionales. Solo que la técnica AvaDent de fabricación de la base de la dentadura no es convencional (35)..

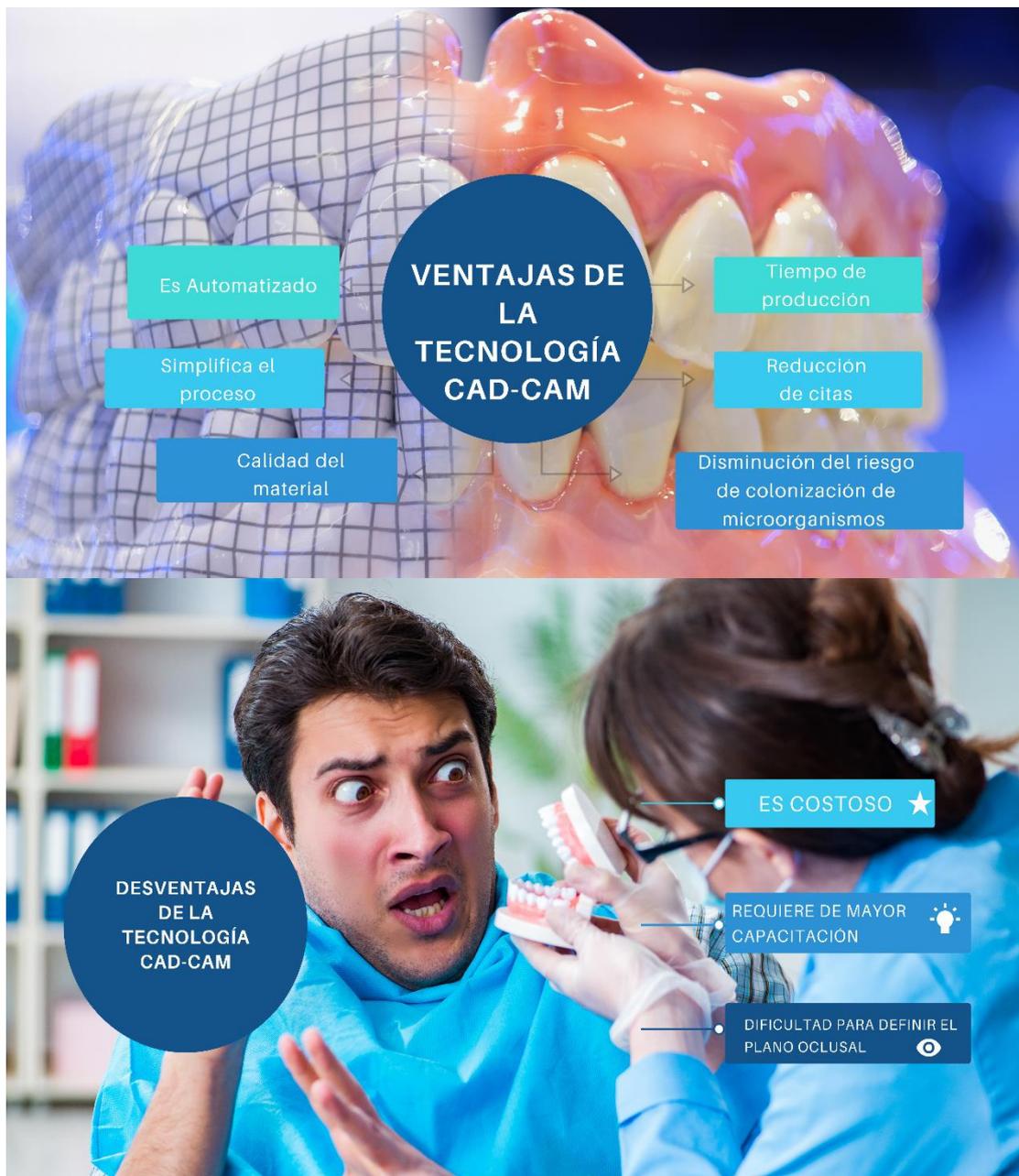
3.8 Ventajas de la fabricación digital de prótesis

- Disminución del número de citas
- 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.
- Disminución de la duración de la manipulación de la prótesis.
- Disminución del riesgo de colonización de microorganismos en las superficies de la dentadura y la consiguiente infección.
- Avances en la estandarización de la investigación clínica sobre prótesis removibles
- Fácil reproducción de la dentadura y fabricación de una dentadura de prueba utilizando datos digitales almacenados
- Control de calidad superior por parte de odontólogos y técnicos.

3.9 Limitaciones y desventajas de la fabricación digital de prótesis

- Desafío de fabricación causado por los procedimientos de toma de impresiones y registro de OVD, transferencia de MMR y mantenimiento del soporte labial, que son todos similares a los procedimientos utilizados en el proceso convencional.
- Incapacidad para definir el plano oclusal mandibular
- Materiales costosos y mayor costo de laboratorio en comparación con los de los métodos convencionales.

Gráfica 14. ventajas y desventajas de la tecnología CAD-CAM.



Autor: Giovanni Morales

3. Conclusiones

- La tecnología CAD-CAM a diferencia del sistema convencional, es un sistema novedoso que ha resultado revolucionario para la odontología, el cual ha permitido proporcionar un registro digital del estado clínico inicial del paciente y optimizar la posibilidad de realizar rehabilitaciones dentales de forma ágil y exacta. Este sistema tecnológico cuenta también con un proceso de simulación de cirugía. Con ello, se puede planificar paso a paso todo el tratamiento y la intervención quirúrgica, reduciendo los posibles errores humanos.
- Entre las ventajas han mostrado resultados clínicos prometedores a corto plazo, resultados positivos para los pacientes y una rentabilidad razonable; permite la disminución de citas para establecer el prototipo, el tiempo de la manipulación de la prótesis es menor, disminución riesgo de infecciones, otorga un diseño digitalizado que simplifica el proceso y garantiza la calidad de producto. Sin embargo, posee sus desventajas, el diseño de estos prototipos requiere de una gran inversión inicial lo que genera muchos gastos que otros métodos y la práctica requiere de mayor capacitación antes de ser empleado. Aun así, no deja de ser un método totalmente viable para el desarrollo de prótesis removibles totales.
- Los materiales que pueden utilizar estos sistemas son fundamentalmente cerámicos, resina compuesta y titanio, según el sistema. El método empleado es sustractivo, caracterizado en cortar la restauración de un bloque por medio de fresas, taladros y discos de diamantes. Como técnica se incluye la electroerosión y el fresado; además de la técnica de impresión 3D por medio de SLA, DLP, PolyJet / ProJet y sinterización directa de metales por láser (DLMS).

4. Recomendaciones

- Es importante ofrecer a todos los pacientes mejores y óptimos servicios dentales para mantener su función bucal y restaurar su calidad de vida. Por tanto, la aplicación positiva de las nuevas tecnologías CAD-CAM es fundamental para el servicio odontológico del futuro.
- El CAD-CAM como método clínico y de laboratorio debe ser realizado por odontólogos con experiencia en prótesis ya que requiere habilidad, destreza, competencia, proyección y claridad en las prótesis totales removibles.
- Es importante optimizar continuamente los conocimientos de los operadores en estas definiciones y manejos clínicos para alcanzar mejores resultados en las prótesis totales removibles por tecnología CAD-CAM.
- Cuanto más se conozca este proceso y más se documente la predecibilidad y durabilidad del resultado del tratamiento, más probable es que estos sistemas se integren en la clínica con mayor confianza.

BIBLIOGRAFÍA

1. Gutierrez-Vargas V, León-Manco R, Castillo-Andamayo D. Edentulismo y necesidad de tratamiento protésico en adultos de ámbito urbano marginal. *Rev Estomatol Hered.* 2015;25(3).
2. Ljung R, Lundgren F, Appelquist M, Cederlund A. The Swedish dental health register - validation study of remaining and intact teeth. *BMC Oral Heal.* 2019;19(116).
3. Maia C, Costa S, Martelli R, Caldeira P. Edentulismo total em idosos: envelhecimento ou desigualdade social? *Rev Bioética.* 2020;28(1):173–81.
4. Peltzer K, Hewlett S, Yawson AE, Moynihan P, Preet R, Wu F, et al. Prevalence of loss of all teeth (Edentulism) and associated factors in older adults in China, Ghana, India, Mexico, Russia and South Africa. *Int J Environ Res Public Health.* 2014;11(11):11308–24.
5. García S, Villaverde L. Prevalencia de neumatización del seno maxilar en población del Hospital Geriátrico Militar. *Rev Odontológica Mex.* 2017;21(3):180–4.
6. Contrepois M, Sireix C, Soenen A, Pia J, Lasserre J. Complete denture fabrication with CAD/CAM technology: a case report. *Int J Esthet Dent.* 2018;13(1):66–85.
7. Arslan M, Murat S, Alp G, Zaimoglu A. Evaluation of flexural strength and surface properties of prepolymerized CAD/CAM PMMA-based polymers used for digital 3D complete dentures. *Int J Comput Dent.* 2018;21(1):31–40.
8. Rivera-Guerrero C, Aguirre-Parra E, Medrano-Bautista J, Rojas-Gomez P. Tecnología CAD/CAM en la consulta dental. *Rev Cient Dominio las ciencias.* 2017;3(2).
9. Barbosa P, Roque-Torres G, Meneses-López A. Utilización del prototipado rápido en la odontología. *Rev Estomatol Hered.* 2015;25(2):167–74.

10. Alghazzawi T. Advancements in CAD/CAM technology: Options for practical implementation. *J Prosthodont Res.* 2016;60(2):72–84.
11. Wimmer T, Gallus K, Eichberger M. Complete denture fabrication supported by CAD/CAM. *J Prosthet Dent.* 2016;115(5):541–6.
12. McLaughlin B. Complete denture fabrication with CAD/CAM record bases. *J Prosthet Dent.* 2015;114(4):493–7.
13. Schweiger J, Güth J-F, Edelhoff D. Virtual evaluation for CAD-CAM-fabricated complete dentures. *J Prosthet Dent.* 2017;117(1):28–33.
14. Goodacre B, Goodacre C, Baba N, Kattadiyil M. Comparison of denture base adaptation between CAD-CAM and conventional fabrication techniques. *J Prosthet Dent.* 2016;116(2):249–56.
15. Arnold C, Hey J, Schweyen R, Jürgen. Accuracy of CAD-CAM-fabricated removable partial dentures. *J Prosthet Dent.* 2018;119(4):586–92.
16. Bidra A, Farrell K, Burnham D. Prospective cohort pilot study of 2-visit CAD/CAM monolithic complete dentures and implant-retained overdentures: Clinical and patient-centered outcomes. *J Prosthet Dent.* 2016;115(5):578-586.e1.
17. Kalberer N, Mehl A, Schimmel M, Müller F. CAD-CAM milled versus rapidly prototyped (3D-printed) complete dentures: An in vitro evaluation of trueness. *J Prosthet Dent.* 2019;121(4):637–43.
18. Srinivasan M, Gjengedal H, Cattani-Lorente M, Moussa M. CAD/CAM milled complete removable dental prostheses: An in vitro evaluation of biocompatibility, mechanical properties, and surface roughness. *Dent Mater J.* 2018;37(4):526–333.
19. Lin W-S, Chou J-C, Metz M, Harris B. Use of intraoral digital scanning for a CAD/CAM-fabricated milled bar and superstructure framework for an implant-supported, removable complete dental prosthesis. *J Prosthet Dent.* 2015;113(6):509–15.

20. Kattadiyil M, Jekki R, Goodacr C, Baba N. Comparison of treatment outcomes in digital and conventional complete removable dental prosthesis fabrications in a predoctoral setting. *J Prosthet Dent.* 2015;114(6):818–25.
21. Harris B, Montero D, Grant G, Morton D, Llop D, Lin W-S. Creation of a 3-dimensional virtual dental patient for computer-guided surgery and CAD-CAM interim complete removable and fixed dental prostheses: A clinical report. *J Prosthet Dent.* 2017;117(2):197–204.
22. Schwindling F, Stober T. A comparison of two digital techniques for the fabrication of complete removable dental prostheses: A pilot clinical study. *J Prosthet Dent.* 2016;116(5):756–63.
23. Gouveia D, Razzoog M, Alfaro M. A fully digital approach to fabricating a CAD-CAM ceramic crown to fit an existing removable partial denture. *J Prosthet Dent.* 2019;121(4):571–5.
24. Pagano S, Lombardo G, Caponi S, Costanzi E, Michele A. Bio-mechanical characterization of a CAD/CAM PMMA resin for digital removable prostheses. *Dent Mater.* 2020;
25. Saponaro P, Yilmaz B, Heshmati R, McGlumphy E. Clinical performance of CAD-CAM-fabricated complete dentures: A cross-sectional study. *J Prosthet Dent.* 2016;116(3):431–5.
26. Almufleh B, Emami E, Alageel O, Seng F, Caron E. Patient satisfaction with laser-sintered removable partial dentures: A crossover pilot clinical trial. *J Prosthet Dent.* 2018;119(4).
27. Srinivasan M, Kalberer N, Naharro M, Marchand L. CAD-CAM milled dentures: The Geneva protocols for digital dentures. *J Prosthet Dent.* 2020;123(1):27–37.
28. Lim K, Yap AU-J, Vidhawan S, Beng-Choon K, Rosa V. Reliability, failure probability, and strength of resin-based materials for CAD/CAM restorations. *J Appl Oral Sci.* 2016;24(5).

29. Torres-Herbozo M, Quintana M, Castillo-Andamayo D. Adaptación de una corona metal cerámica como pilar de una prótesis parcial removible preexistente. *Rev Estomatológica Hered.* 2015;25(4).
30. Pessoa-Rocha G, Wanderley C. Tecnologia CAD/CAM (Desenho Assistido por Computador/Manufatura assistida por computador) aplicada à prótese dentária: estado atual. *Rev Electron Aservo Saude.* 2019;22.
31. Rancaño-Álvarez E, Salgado-Peralvo Á. Novedades técnicas en implantes subperiósticos: Ranc-implants. A propósito de un caso. *Rev Española Cirugía Oral y Maxilofac.* 2019;41(1).
32. Almeida L, Moreira C, Lactim L, Neves D, Pereira F. Precisión de la adaptación de prótesis totales realizadas con tecnología CAD / CAM: una revisión sistemática. *RSD.* 2020;9(10).
33. Diaz-Reissner C, Casas-García I, Roldán-Merino J. Calidad de Vida Relacionada con Salud Oral: Impacto de Diversas Situaciones Clínicas Odontológicas y Factores Socio-Demográficos. Revisión de la Literatura. *Int J Odontostomatol.* 2017;11(1).
34. Cardona E, Escobar J, Latorre F, Villarraga J. Evaluación del Comportamiento de Dos Sistemas de Ajustes Uniendo Diente e Implante Asociados con una Prótesis Parcial Removible con Extensión Distal: Análisis de Elementos Finitos. *Int J Odontostomatol.* 2017;11(3).
35. Bilgin M, Nur E, Erdem A, Dilber E. A review of computer-aided design/computer-aided manufacture techniques for removable denture fabrication. *Eur J Dent.* 2016;10(2):286–291.
36. Janeva N, Kovacevska G, Janev E. Complete Dentures Fabricated with CAD/CAM Technology and a Traditional Clinical Recording Method. *Open Access Maced J Med Sci.* 2017;785–789(5):6.
37. Chen J, Ahmad R, Suenaga H, Li W, Sasaki K, Swain M. Shape Optimization for Additive Manufacturing of Removable Partial Dentures - A New Paradigm for Prosthetic CAD/CAM. *PLoS One.* 2015;

38. Mihajlo-Janeva N, Kovacevska G, Elencevski S, Panchevska S, Mijoska A. Advantages of CAD/CAM versus Conventional Complete Dentures - A Review. *Open Access Maced J Med Sci.* 2018;6(8):1498–1502.
39. Arafa K. Assessment of the fit of removable partial denture fabricated by computer-aided designing/computer aided manufacturing technology. *Saudi Med J.* 2018;39(1):17–22.
40. Bonnet G, Lance C, Bessadet M, Tamini F, Veyrune J. Teaching removable partial denture design: ‘METACIEL’, a novel digital procedure. *Int J Med Educ.* 2018;9(0):24–25.
41. 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).
42. Han W, Li Y, Zhang Y, Lv Y, Zhang Y. Design and fabrication of complete dentures using CAD/CAM technology. *Med.* 2017;96(1):e5435.
43. Lin W-S, Harris B, Pellerito J, Morton D. Fabrication of an interim complete removable dental prosthesis with an in-office digital light processing three-dimensional printer: A proof-of-concept technique. *J Prosthet Dent.* 2018;120(3):331–4.
44. Srinivasan M, Cantin Y, Mehl A, Gjengedal H, Müller F, Schimmel M. CAD/CAM milled removable complete dentures: an in vitro evaluation of trueness. *Clin Oral Investig.* 2016;
45. Steinmassl O, Dumfahrt H, Grunert I. CAD/CAM produces dentures with improved fit. *Clin Oral Investig.* 2018;22(0):2829–2835.
46. Steinmassl P-A, Wiedemair V, Huck C, Klaunzer F, Steinmassl O. Do CAD/CAM dentures really release less monomer than conventional dentures? *Clin Oral Investig.* 2017;21(0):1697–1705.
47. 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).
48. Huettig F, Prutscher A, Goldammer C, Kreutzer CA, Weber H. First clinical experiences with CAD/CAM-fabricated PMMA-based fixed dental prostheses as long-term temporaries. *Clin Oral Investig*. 2016;20(0):161–168.
 49. Gruber S, Kamnoedboon P, Özcan M, Srinivasan M. CAD/CAM Complete Denture Resins: An In Vitro Evaluation of Color Stability. *J Prosthodont*. 2020;
 50. 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*. 2019;0:14.
 51. Mendoza-Durán A, Suasnaba-Pacheco L. Prótesis removible acrílica con caracterización gingival. *Univ Guayaquil*. 2019;
 52. Iglesias M, Jiménez R, Vargas-Koudriavtsev T. Conocimiento de diseño de prótesis parcial removible en odontólogos generales. *RECS*. 2020;17(2).
 53. Arenas M, Giraldo S, Latorre F. Evaluación del comportamiento del sistema de ajuste locator asociado con una prótesis parcial removible, análisis de elementos finitos. *Rev Estomatol*. 2017;25(2):10–6.
 54. McLaughlin B, Ramos V, Dickinson D. Comparison of Fit of Dentures Fabricated by Traditional Techniques Versus CAD/CAM Technology. *J Prosthodont*. 2017;