



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**ELABORACIÓN DE UN PROTOTIPO DE ESTRUCTURA PARA PROTESIS
PARCIAL REMOVIBLE DISEÑADA EN IMPRESORA 3D**

Autores:
Br. Abreu, Valeria.
Br. Piñango, Oriana.

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 (master) – Fax: (0241) 8712394(0241) 8712394



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



**ELABORACIÓN DE UN PROTOTIPO DE ESTRUCTURA PARA PROTESIS
PARCIAL REMOVIBLE DISEÑADA EN IMPRESORA 3D**

Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar al título de
ODONTÓLOGO

Autores:

Br. Abreu, Valeria

C.I: V-27.453.629

Br. Piñango, Oriana.

C.I: V-27.381.768.

Tutor: Od. Correa, Martin

San Diego, febrero 2023.

ANEXO E



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

CONSTANCIA DE ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Mediante la presente hago constar que he leído el Proyecto de Trabajo de Grado, elaborado por el(a), los ciudadanos (as) Valeria Abreu y Oriana Piñango, titular de la cédula de identidad N°27453629-27381768, para optar al gradoacadémico de Odontólogo, cuyo títuloes

“Fracasos en las prótesis parcial removible y como afecta en la función masticatoria en el paciente adulto mayor 69-80 año” adscrito a la línea de investigación:prótesis y declaro queacepto la tutoría del mencionado Proyecto de Trabajo de Grado durante su etapa de desarrollohasta su presentación y evaluación por el jurado evaluador que se designe; según las condiciones del Reglamento de Estudios de la Universidad José Antonio Páez.

En San Diego, a los 8 de días del mes de julio del año dos mil

2022.

Od. Martín Correa Rondón

C.I.: V-6.138.509

N° de la Cédula de Identidad



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA

UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA DE ODONTOLOGÍA



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

Quien suscribe **Od. Martín Correa**, portador de la cédula de identidad N° **V-6.138.509**, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el(la)(los) ciudadanos(as) **Abreu, Valeria y Piñango, Oriana**, portadores de la cédula de identidad N° **V-27.453.629.** y **V-27.381.768.**, titulado **ELABORACIÓN DE UN PROTOTIPO DE ESTRUCTURA PARA PRÓTESIS PARCIAL REMOVIBLE DISEÑADA EN IMPRESORA 3D**, 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 24 días del mes de febrero del año dos mil veintitrés.

Od. Martín Correa Rondón
CI.: V-6.138.509



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



ACTA DE APROBACION DEL TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ciencias de la Salud, para la evaluación del Trabajo de Grado titulado: “ELABORACIÓN DE UN PROTOTIPO DE ESTRUCTURA PARA PROTESIS PARCIAL REMOVIBLE DISEÑADA EN IMPRESORA 3D” realizado por las ciudadanas Abreu, Valeria y Piñango, Oriana, titulares de la cedula de identidad V-27.453.629 y V-27.381.768. Cursante de la carrera ODONTOLOGIA, 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.

Tutor Académico:

Nombre: Od. Martín Correa.

C.I.: 6.138.509



Jurado:

Nombre: Od. Vanessa Gomez

C.I.: 23.429.227

Jurado:

Nombre: Od. Leonard Bustamante

C.I.: 13.663.369

Fecha: 24 de Febrero 2023

DEDICATORIA

A mi mamá, Gloria Blanco. El motor para que esté sueño se hiciera realidad. Que me apoyó desde el primer día acompañándome a la universidad, hasta el último que es el día de mi tesis y está ahí presente. Sin ella no fuese sido posible.

A mi Tía, María Blanco que siempre me acompañó desde pequeña en mi educación. Y hoy en la distancia también ha sido un apoyo.

A Richard Pérez, que desde el 6to semestre ha sido un apoyo para mí, gracias por su paciencia, su tolerancia conmigo y la carrera.

Me agradezco a mí misma porque a pesar que muchas veces dudé de mi potencial seguí adelante, y nunca me rendí.

A interdental, por abrirme las puertas y ayudarme en todos los obstáculos de mi carrera, por enseñarme siempre y darme ánimos de nunca rendirme.

A esos pacientes por confiar en mí, aunque supieran que era mi primera vez. Y a todas esas personas que estuvieron conmigo a lo largo de la carrera. Y a mi compañera, que hicimos excelente equipo y nunca nos rendimos.

Abreu, Valeria.

DEDICATORIA

Primeramente, este trabajo se lo dedico a mis padres Marianella Machado y José Raúl Piñango, quienes con mucho amor y esfuerzo me ayudaron a salir adelante y me dieron la oportunidad de estudiar la carrera y gracias a su apoyo incondicional me impulsaron a dar lo mejor de mí en todas mis metas, les doy las gracias por su confianza en todo momento y no hay palabras para expresar lo mucho que los amo. A Lucy Buergo, mi madrina, quien me apoyo incondicionalmente desde el inicio de este sueño y quien ha estado desde lejos siguiendo todos mis pasos, quien me dio la oportunidad de comenzar este camino y por quien estoy aquí ahora. A mis hermanos, que siempre estuvieron ahí de alguna u otra forma apoyándome en todo este trayecto, a quienes admiro y amo mucho, gracias por estar siempre presentes. Le agradezco y dedico este trabajo a toda mi familia, quienes me apoyaron con mucho amor y esfuerzo durante todo este tiempo, y por permitirme enseñarles que los sueños se pueden cumplir.

A mis amigos, que me acompañaron desde primer semestre, y a todos los que conocí a lo largo de la carrera, que me ayudaron a crecer personal y profesionalmente, quienes me vieron llorar, reír y con quienes compartí experiencias maravillosas. Gracias por su amistad incondicional.

Piñango Machado, Oriana.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A nuestros padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser sus hijas. A nuestros hermanos por estar siempre presentes, acompañándonos y por el apoyo moral, que nos brindaron a lo largo de esta etapa de nuestras vidas.

Al Grupo del CTI (Centro de Tecnología e Innovación), Carlos Gubaira, Edgar Echeverria, Kenneth Moreno, Gabriela Nieto, José Francisco Africano por el apoyo y magnífico trabajo en este proyecto.

Al profesor Martin Correa, quien nos dio consejos, nos orientó y apoyó en el desarrollo de la investigación. A los profesores de la facultad de odontología de la universidad, quienes nos dieron los conocimientos y enseñanzas durante la carrera. Y al profesor Fernando Montero, de la facultad de Ingeniería, escuela de Ingeniería Mecánica por la guía y el apoyo durante este proyecto. A nuestros amigos, por ser un apoyo constante, con quienes compartimos momentos de tristeza, alegrías y muy gratas experiencias. Y a la Universidad José Antonio Páez, nuestra alma mater, por las oportunidades de formarnos profesionalmente y permitarnos vivir esta experiencia única.

Abreu Valeria y Piñango Machado Oriana.

INDICE

CONTENIDO

pp.

Páginas Preliminares

Lista de figuras	vii
Resumen Informativo	viii
Informative Summary	ix
Introducción	1

CAPÍTULO I EL PROBLEMA

Planteamiento del problema	2
Formulación del problema	3
Objetivos	4
Objetivo general	4
Objetivos específicos	4
Justificación	4
Alcance y limitaciones	6

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

Antecedentes de la investigación	7
Bases teóricas	9
Bases legales	12
Definición de términos	13

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	
Análisis y presentación de resultado	19

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
Conclusiones	23

REFERENCIAS	24
--------------------	----

ANEXOS	29
---------------	----

LISTA DE FIGURAS

CONTENIDO

FIGURAS	pp.
1. Registros digitales, modelo de yeso mandibular.....	20
2. Registros digitales, modelo de yeso mandibular, visión anterior.	20
3. Registros digitales obtenidos en el escaneo de la base protésica metálica.....	21
4. Modelo obtenido por impresión 3D, vista posterior	22
5. Modelo obtenido por impresión 3D, vista anterior	22



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



ELABORACIÓN DE UN PROTOTIPO DE ESTRUCTURA PARA PROTESIS PARCIAL REMOVIBLE ELABORADA EN IMPRESORA 3D

Autora(s): Abreu Valeria, Piñango Oriana.

Tutor: Correa Martin

Línea de investigación: Odontología Clínica y Correctiva

Fecha: septiembre, 2022

RESUMEN INFORMATIVO

El objetivo de esta investigación es obtener un prototipo de impresión 3D para la elaboración de estructuras de prótesis parciales utilizando polímeros. Esta tecnología permite a los profesionales de la salud fabricar prótesis precisamente según las necesidades del paciente para un ajuste perfecto. Esto reduce el tiempo de espera de los pacientes y les permite recibir antes su prótesis. Proporciona estructuras protésicas más cómodas y estéticas para el paciente, además de la exactitud de dichas estructuras, la rehabilitación oral con metales decae cada vez más debido al aumento de los requisitos estéticos del paciente y la legislación en algunos países debido a la posible incompatibilidad del material.

Descriptor: Prótesis parcial removible, bases protésicas, impresión 3D, CAD/CAM, polímeros.



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



**DEVELOPMENT OF A PROTOTYPE STRUCTURE FOR A REMOVABLE
PARTIAL PROSTHESIS MADE WITH A 3D PRINTER.**

Author: Br. Abreu, Valeria.

Author: Br. Piñango, Oriana.

Research line: Health Service

Tutor: Od. Correa, Martin.

Date: Feb, 2022

INFORMATIVE SUMMARY

The objective of this research is to obtain a 3D printing prototype for the fabrication of partial prosthesis structures using polymers. This technology allows healthcare professionals to fabricate prostheses precisely according to the patient's needs for a perfect fit. This reduces waiting time for patients and allows them to receive their prosthesis sooner. It provides more comfortable and esthetic prosthetic structures for the patient, in addition to the accuracy of these structures, oral rehabilitation with metals is increasingly declining due to increased patient esthetic requirements and legislation in some countries due to possible material incompatibility.

Descriptors: Removable partial denture, prosthetic bases, 3D printing, CAD/CAM, polymers.

INTRODUCCION

En la actualidad el desarrollo de la tecnología digital abre una puerta de oportunidad en el avance de técnicas y procedimientos que mejoran la eficiencia de las Ciencias de la Salud, entre ellas la Odontología. La digitalización de los trabajos en protodoncia tiene resultados comparados con la odontología restauradora convencional, en cuanto estética y adaptabilidad. La clásica rehabilitación oral con metales decae cada vez más debido al aumento de los requisitos estéticos del paciente y la legislación en algunos países debido a la posible incompatibilidad del material.

La impresión 3D, que es uno de los avances tecnológicos actuales, ofrece la ventaja de una producción más rápida. Por lo cual los profesionales pueden imprimir una estructura de prótesis parcial removible en una fracción del tiempo que llevaría con los métodos tradicionales de fabricación, dedicando más tiempo a la calidad del producto final. Mencionando un punto anterior proporciona estructuras protésicas más cómodas y estéticas para el paciente, además de la exactitud de dichas estructuras.

Por tal motivo, es conveniente la realización de este estudio, ya que sería de carácter novedoso su aplicación en las prácticas clínicas odontológicas de la Universidad José Antonio Páez, obteniéndose tratamientos protésicos más exitosos y con menos errores que perjudiquen el pronóstico del mismo.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del problema

La rehabilitación oral con metales decae cada vez más debido al aumento de los requisitos estéticos del paciente y la legislación en algunos países debido a la posible incompatibilidad del material¹. El desarrollo de la tecnología digital abre una puerta de oportunidad en el avance de técnicas y procedimientos que mejoran la eficiencia de las Ciencias de la Salud, entre ellas la Odontología².

La digitalización de los trabajos en Odontología Protésica tiene resultados comparados con la odontología restauradora convencional, hablando de estética y adaptabilidad, sin embargo, el tiempo invertido por las clínicas que utilizan medios digitales en su totalidad para la restauración dental de sus pacientes es dos veces más rápido en comparación con el flujo de trabajo analógico-digital mixto (156.6 min)³.

Entre los avances más actuales se encuentran la tecnología 3D que permite explorar nuevos materiales, lo que abre la puerta a investigaciones sobre la exactitud, biocompatibilidad y beneficios en general, como lo son las prótesis dentales completas fabricadas a partir de ácido poliláctico, por ejemplo, utilizando la tecnología de modelado por fundición, mostrando que la adaptación de la prótesis completa maxilar impresa con esta tecnología es comparable a la preparada por la impresora de cera que puede satisfacer los requisitos de precisión⁴.

Los métodos CAD/CAM son métodos de procesamiento asistidos por ordenador. La palabra CAD/CAM es el acrónimo de Computer Aid Design/Computer Aid Manufacturing: Diseño Asistido por Ordenador/Fabricación Asistida por Ordenador. Estos sistemas fueron introducidos en el campo de la odontología en 1971 de forma experimental y teórica y 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. Se empiezan a desarrollarse gran cantidad de sistemas, cada vez más sofisticados, que buscan ofrecer al profesional la posibilidad de obtener restauraciones precisas, simplificando los pasos de laboratorio y pudiendo emplear materiales que no pueden ser manejados con los métodos convencionales⁵.

Gracias a la colaboración entre la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad José Antonio Páez, que produjo un prototipo de impresora 3D, fue posible utilizar esta tecnología para desarrollar en conjunto una estructura prototipo para una prótesis parcial removible.

Formulación del problema

Del planteamiento anterior surge la siguiente interrogante: ¿Cuáles son los beneficios del uso de impresión 3D para la elaboración de estructuras de prótesis parciales utilizando polímeros?

Objetivos de la investigación

Objetivo general

Realizar un prototipo de impresión 3D para la elaboración de estructuras de prótesis parciales utilizando polímeros.

Objetivos específicos:

- Diagnosticar la necesidad del uso de la impresión 3D para la elaboración de estructuras de prótesis parciales removibles utilizando como base polímeros.
- Analizar los elementos necesarios para el uso de la impresión 3D para la elaboración de estructuras de prótesis parciales removibles utilizando como base polímeros.
- Determinar la factibilidad del uso de la impresión 3D para la elaboración de estructuras de prótesis parciales removibles utilizando como base polímeros.
- Realizar un prototipo impreso en 3D para la elaboración de estructuras de prótesis parciales removibles utilizando como base polímeros.

Justificación de la Investigación

La realización de la presente investigación se ve motivada por la razón de que en la actualidad, los tratamientos que involucran prótesis parciales removibles no resultan del todo exitosos, presentando así, ciertos errores y fallas durante su ejecución e incluso incomodidades a nivel bucal, que hacen el uso de la misma sea tedioso para los pacientes, todo esto, partiendo desde la realización de impresiones convencionales con

cubetas metálicas, alginato y yeso, que son más propensas a presentar dichos errores, perjudicando el éxito del tratamiento.

Por tal motivo, es conveniente la realización de este estudio, ya que sería de carácter novedoso su aplicación en las prácticas clínicas odontológicas de la Universidad José Antonio Páez, obteniéndose por medio de su uso, tratamientos protésicos más exitosos y cada vez con menos errores que perjudiquen el pronóstico del mismo. Además, surge el interés de que esta investigación podría ser de gran valor teórico en la institución, ya que es necesario que los estudiantes tengan el mayor conocimiento posible sobre la impresión 3D, para que puedan realizar tratamientos óptimos, teniendo en cuenta que, la impresión 3D, es un equipo que facilitaría el trabajo y reduciría el tiempo del mismo.

Aunado a esto, el propósito de proponer el uso de la impresión 3D para la elaboración de prótesis parciales removibles, va más allá del interés de que los estudiantes de esta institución sepan sobre el equipo, si no también, existe un interés a nivel de los pacientes; debido a que el método tradicional de impresiones resulta algo tedioso para los pacientes, a muchos les causa incomodidad y a otros reflejos nauseosos, es de gran importancia implementar la impresión 3D, para evitar estos signos en los pacientes y que ellos se sientan lo más cómodo posible en la consulta odontológica, siendo un punto importante a nivel psicológico para ellos.

Alcance y limitaciones de la investigación

Actualmente se realiza un trabajo de investigación para brindar información y conocimiento a la línea de investigación en el campo de la Clínica Protésica de la Universidad José Antonio Páez, Ciudad de San Diego, Carabobo. Prototipo estructural de prótesis parcial removible. Promover los beneficios de estos materiales como base para prótesis dentales removibles que ofrecen ventajas significativas en el uso de la impresión 3D para crear prótesis parciales removibles. Esta tecnología permite a los profesionales de la salud fabricar prótesis precisamente según las necesidades del paciente para un ajuste perfecto. Esto reduce el tiempo de espera de los pacientes y les permite recibir antes su prótesis.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación:

En primer lugar, Qing, Cong, Ren (2022), realizaron una investigación titulada: “Diseño, impresión 3D y evaluación de modelos dentales de contacto completo para pruebas de dentaduras postizas”. Teniendo como objetivo principal diseñar un modelo dental de contacto completo adecuado para las pruebas de dentaduras postizas. Fundamentándose en un estudio de campo. Teniendo como conclusión, la capacidad de fuerza del modelo dental de contacto completo permite la aplicación de pruebas de dentadura estática. El modelo dental proporciona mejoras en el diseño del accesorio, el diseño removible y el diseño de réplica para las operaciones de prueba. El modelo dental se recomienda más en la prueba dinámica que en la prueba estática⁷.

En segundo lugar, Mayer, Reymus, Wiedenmann, Edelhoff, Hickel, Stawarczyk (2021), realizaron una investigación titulada: “Materiales temporales de prótesis dentales fijas impresas en 3D: impacto de los métodos de limpieza posteriores a la impresión en el grado de conversión, así como en las propiedades superficiales y mecánicas”. Cuyo objetivo principal fue investigar la influencia de diferentes métodos de limpieza para prótesis dentales fijas (FDP) fabricadas aditivamente para uso temporal a largo plazo sobre el grado de conversión (DC), la rugosidad superficial, los

parámetros de Martens y la resistencia a la flexión biaxial. Basándose en un estudio de campo⁸.

Obteniéndose como conclusión que, el uso de la fuerza centrífuga y Yellow Magic dio como resultado los valores de parámetros Martens más altos y la mayor resistencia a la flexión biaxial. En cuanto a la magia amarilla, no se observó ningún efecto negativo en las propiedades mecánicas. El material 3Delta Etemp fue especialmente propenso a la degradación después de la limpieza química⁸.

En tercer lugar, Anadioti, Musharbash, Blatz, Papavasiliou, Kamposiora (2020), egresados de la universidad de Pensilvania, en Estados Unidos. Realizaron una investigación titulada: “Prótesis dentales removibles completas impresas en 3D: una revisión narrativa”. Cuyo objetivo principal fue revisar la literatura disponible sobre dentaduras completas impresas tridimensionalmente en términos de nuevos biomateriales, técnicas de fabricación y flujo de trabajo, rendimiento clínico y satisfacción del paciente⁹.

Basándose en un estudio documental, concluyendo que, los estudios iniciales sobre dentaduras postizas digitales han demostrado un rendimiento clínico prometedor a corto plazo, resultados positivos relacionados con el paciente y una rentabilidad razonable. La impresión 3D tiene potencial para modernizar y agilizar las técnicas, materiales y flujos de trabajo de fabricación de dentaduras postizas. 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 removibles⁹.

2.2 Bases teóricas

Prótesis parcial removible

Se define como un aparato protésico removible que reemplaza artificialmente dientes en un paciente edéntulo parcial de uno o ambos arcos dentales. Kaiser, también la define como una estructura metálica fundida que soporta dientes artificiales¹¹.

Componentes de las prótesis parciales removibles:

La PPR está constituida por diversos elementos que desempeñan una función determinada, esto son:

- **Retenedores directos:** resisten el desplazamiento de la prótesis en dirección oclusal, horizontal y gingival. Pueden ser: ganchos, ataches o aditamientos de precisión.
- **Retenedores indirectos:** Elementos de la PPR de extremo libre que ayudan a los retenedores directos a impedir el levantamiento de la base de la prótesis mediante su labor, por acción de palanca, sobre el lado opuesto de la línea de fulcrum.
- **Conector mayor:** Conecta las partes de la prótesis de un lado de la arcada a las del otro lado. Brinda soporte, estabilidad y retención.
- **Conector menor:** Es la unidad de la prótesis parcial que conecta los otros componentes al conector mayor¹².

- **Base de la prótesis:** Es la unidad de una prótesis parcial (rejilla + extensión de acrílico) que cubre los rebordes alveolares y residuales donde se instalan los dientes artificiales¹².

Impresión 3D

La impresión 3D (término introducido a la terminología MeSH en 2015) se define como “un conjunto de procesos usados para realizar un objeto físico tridimensional, también conocido como «prototipado rápido». Esto se realiza mediante la aplicación capa por capa de un material sólido a temperatura ambiente, con un punto de fusión conocido controlado por un sistema computarizado para crear dicho objeto. Esta técnica fue desarrollada originalmente para imprimir capas secuenciales finas de material, seguido de un proceso de curado con luz ultravioleta para formar sólidas estructuras tridimensionales al que se denominó “estereolitografía”, descrita por primera vez en 1986 por Charles W. Hull¹³.

Con el transcurso de los años, esta técnica ha evolucionado a pasos agigantados y se ha logrado volverla más rápida y compleja. La elaboración de objetos mediante impresión 3D se realiza a partir de un archivo cuya base estructural es un modelo tridimensional virtual viable, en el caso de su aplicación en medicina, son requeridos los estudios de imagen de un paciente para crear un molde a la medida. Un modelo no es sino la representación digital de lo que se planea imprimir mediante algún programa computarizado para modelarlo¹³.

Proceso de impresión 3D mediante el sistema CAD/CAM

El proceso de diseño y fabricación asistida por computadora consta de tres pasos, primero la obtención digital de la información, la cual puede ser mediante escaneo digital, ya sea intraoral directamente de las estructuras deseadas, de una impresión o modelo de trabajo, y/o por tomografía computarizada. Como segundo paso, la conversión, transferencia y procesamiento de dicha información para el diseño asistido por computadora del objeto (CAD) y por último la construcción de este a partir del método de fabricación asistida por computadora (CAM), el cual puede ser mediante fabricación por sustracción o fabricación aditiva, conocida como impresión 3D

Sistemas de fabricación aditiva

El sistema de estereolitografía (SLA-stereolithography apparatus), fue el primero disponible comercialmente. Usa polímeros líquidos o material de resina cuyas capas son polimerizadas una a una mediante luz ultravioleta (UV), logrando una excelente unión y estructuras fuertes. En una plataforma se añade la primera capa del material como estructura base, se fotopolimeriza la parte de interés y la plataforma va bajando mientras se continúa edificando el objeto capa por capa, con un espesor que va de las 50-200 μm , que regularmente resulta en una superficie ligeramente rugosa por lo que se requiere de un proceso de terminado y pulido, aunque con la micro-estereolitografía

actualmente pueden alcanzarse espesores de $5 \times 10 \mu\text{m}$. Su uso es amplio en cirugía y prótesis maxilofacial, para la fabricación de estructuras de alta resistencia para guías quirúrgicas, y obturadores. El sistema de procesamiento por luz digital (DLP-digital light processing), en conjunto con SLA, utiliza altas fuentes de energía LED permitiendo la exposición simultánea de varias zonas, lo que acelera el proceso de polimerización.

2.3 Bases legales.

Para la presente investigación entre las bases legales se tuvo, la Constitución de la República Bolivariana de Venezuela de 1999, en su artículo 117 cita que todas las personas tendrán derecho a disponer de bienes y servicios de calidad, así como a una información adecuada y no engañosa sobre el contenido y características de los productos y servicios que consumen; a la libertad de elección y a un trato equitativo y digno. La ley establecerá los mecanismos necesarios para garantizar esos derechos, las normas de control de calidad y cantidad de bienes y servicios, los procedimientos de defensa del público consumidor, el resarcimiento de los daños ocasionados y las sanciones correspondientes por la violación de estos derechos¹⁴.

La Ley de Ejercicio de Odontología de 1943, en su artículo 16 cita que los profesionales que ejerzan la odontología deberán estar debidamente capacitados y legalmente autorizados según esta Ley para prestar sus servicios a la comunidad, contribuir al progreso científico y social de la odontología, aportar su colaboración para la solución

de los problemas de salud pública creados por las enfermedades bucodentarias, y cooperar con los demás profesionales de la salud en la atención de aquellos enfermos que así lo requieran. En su Artículo 17 señala que, al ofrecer sus servicios profesionales, el odontólogo deberá acatar las disposiciones que sobre el anuncio público de servicios odontológicos se establezcan en el Código de Deontología Odontológica¹⁵.

2.4 Definición de términos básicos

Base protésica: Es el elemento de la prótesis que soporta los dientes artificiales y transfiere las fuerzas oclusales hacia las estructuras bucales¹⁶.

Biocompatibilidad: Se describe como la cualidad que tiene un biomaterial de generar una respuesta biológica aceptable durante el tiempo y modo de contacto de una aplicación específica¹⁷.

CAD/CAM: Diseño y Manufactura Asistida por Computador (CAD-acrónimo de Computer Aided Design, CAM- Computer Aided Manufacturing). Es la tecnología en la cual se utilizan los computadores para mejorar el diseño, fabricación y desarrollo de los productos¹⁸.

Computadora: Es un dispositivo informático que es capaz de recibir, almacenar y procesar información de una forma útil. Una computadora está programada para realizar operaciones lógicas o aritméticas de forma automática¹⁹.

Energía LED: Es un diodo emisor de luz (en inglés, Light Emitting Diode), un componente capaz de transformar la energía eléctrica en energía luminosa. Consiste en un semiconductor, capaz de emitir luz sin otros procesos que no son tan eficientes y necesarios en otros tipos de lámparas, como el consumo de filamentos o las emisiones de gases ²⁰.

Estereolitografía: Es un proceso de realización rápida de prototipos que utiliza la estratificación para la construcción de un modelo de diseño. La tecnología utiliza resinas líquidas fotopoliméricas que se solidifican cuando expuestas a la luz ultravioleta²¹.

Impresora 3D: Es una máquina que crea objetos de plástico u otros materiales utilizando un proceso de fabricación de aditivos. La fabricación aditiva produce objetos en una sucesión de capas de la parte inferior, hacia arriba ¹³.

Luz ultravioleta: Es un tipo de radiación electromagnética que tiene ondas imperceptibles para el ojo humano²².

Prótesis parcial removible: Son un tipo de prótesis dental que sustituyen los dientes perdidos del paciente con una prótesis que el paciente puede remover a voluntad, con la particularidad de que el paciente NO ha perdido todos los dientes, y algunos de ellos son usados como pilares protésicos²³.

Tomografía computarizada: Se refiere a un procedimiento computarizado de toma de imágenes con rayos X en el que se proyecta un haz angosto de rayos X a un paciente

y se gira rápidamente alrededor del cuerpo, produciendo señales que son procesadas por la computadora de la máquina para generar imágenes transversales, o "cortes"²⁴.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

Esta investigación se enmarca dentro de los llamados Proyectos Especiales, los cuales son, según el Manual de Trabajos de Grado de la Universidad José Antonio Páez, trabajos que conllevan a la creación de objetos tangibles, para ser usados como solución a problemas, intereses o necesidades demostradas. Estos Trabajos de Grado se contemplan tres fases: diagnóstico y/o establecimiento de la necesidad, un estudio de factibilidad operativa, técnica y económica (costo-beneficio y/o mercadeo) y desarrollo de la propuesta. Este trabajo originalmente estaba orientado a prótesis realizadas en un material que se denomina PEEK, el cual es una resina biocompatible de alto rendimiento que garantiza prótesis dentales de alta calidad.

El material, procesado con tecnología CAD/CAM, se puede utilizar para crear puentes Toronto, estructuras sobre muñones naturales y pilares sobre implantes, puentes y coronas.

Se pensó en centrar la investigación en una revisión bibliográfica dirigida a la elaboración de prótesis parciales removibles en el citado material. Sin embargo, al asistir a una exposición que realizó la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad José Antonio Páez, en donde estaban presentando unas impresoras 3D fabricadas por los alumnos de 5to semestre de esa escuela y observando el funcionamiento de las mismas, pensamos en la viabilidad de trabajar conjuntamente para

implementar una sinergia entre ambas escuelas, la de Odontología y la de Ingeniería Mecánica. Por lo que se planteó como objetivo de elaborar una prótesis parcial removible bajo el sistema de impresión 3D, llegando a la conclusión que se tenía que presentar un prototipo.

Lo primero era evaluar la factibilidad de que se pudiera elaborar, estableciendo conversaciones con la Escuela de Ingeniería y se llegó al acuerdo de hacer un modelo y presentar una estructura para una prótesis parcial removible realizada con las impresoras 3D construidas en la Universidad.

Ejecutando los estudios y advirtiendo que existía la probabilidad real de producirlos, se propuso también la idea de imprimir los modelos de estudio, al igual que estructuras. Y así eliminar el uso de los materiales convencionales en las clínicas los cuales sería la impresión usual, como el alginato y el yeso. Y dar a conocer, que ya no tendríamos el problema de obstruir las tuberías en las escuelas con el yeso, evitaríamos las molestias en los pacientes al momento de realizar las impresiones. Descartaríamos los errores comunes que se pueden cometer al momento del vaciado en la impresión. Y así empezar a substituirlos con impresiones 3D para lograr obtener modelos de trabajo de alta calidad. Así mismo, se tomó en consideración que se puede ofrecer a todo público un servicio de escaneado e impresión de modelos y/ o estructuras protésicas a costo razonable en la universidad José Antonio, beneficiando a la facultad de odontología de la mencionada institución.

A partir de ese momento la tesis se orientó hacia ese camino: presentar prototipos, tanto de la estructura de la prótesis parcial removible, como el presentar un modelo realizado en impresión 3D. Para efectuar dicho trabajo se utilizaron unos modelos previamente hechos de la manera convencional: un modelo de yeso y una estructura metálica ya tomadas de pacientes previos, se escanearon mediante un escáner de mesa. Existen diferentes tipos de escáner como los intrabucales, pero no contamos con uno en este momento, y sería ya en futuras investigaciones utilizarlo.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para evaluar la propuesta de este trabajo, una vez tomados los registros digitales, tanto del modelo como de la prótesis, se procedió a realizar las impresiones 3D, arrojando como resultado que el modelo era factible imprimirlo y se comprobó que, tanto el modelo como la estructura, calzaban perfectamente en el modelo convencional confeccionado en yeso de la misma forma que en el modelo impreso, lo cual resultó exitoso para la estructura en sí. Para lograr la elaboración de la estructura se pensó en un primer momento en una impresión en resina termoplastificada, y no en los polímeros que se estarían utilizando normalmente como el PEEK, esta opción se descarto debido al costo y la dificultad de conseguir el material. Por lo que se utilizó un polímero común para la confección del prototipo a presentar y en posteriores estudios se valorará el efectuarlo en un tipo de polímero que sea más adecuado y más resistente para obtener la estructura, pero para estudios preliminares y en una primera fase se concluyó que el modelo es factible obtenerlo y se logró con éxito.

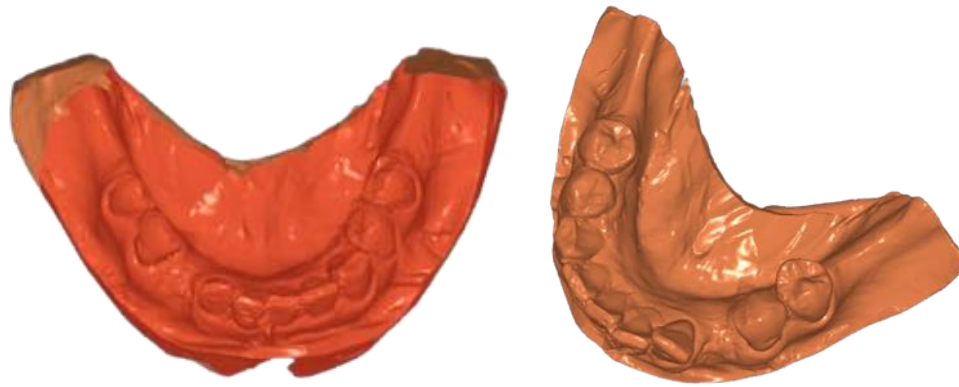


Figura 1. Registros digitales obtenidos en el escaneo de modelo de yeso mandibular.



Figura 2. Registros digitales obtenidos en el escaneo de modelo de yeso mandibular, visión anterior.



Figura 3. Registros digitales obtenidos en el escaneo de la base protésica metálica.



Figura 4. Registros digitales obtenidos en el escaneo de la base protésica metálica.



Figura 5. En el lado izquierdo se observa el modelo obtenido mediante la impresora 3D y del lado derecho el modelo de yeso que se usó para el escaneo, visión posterior.

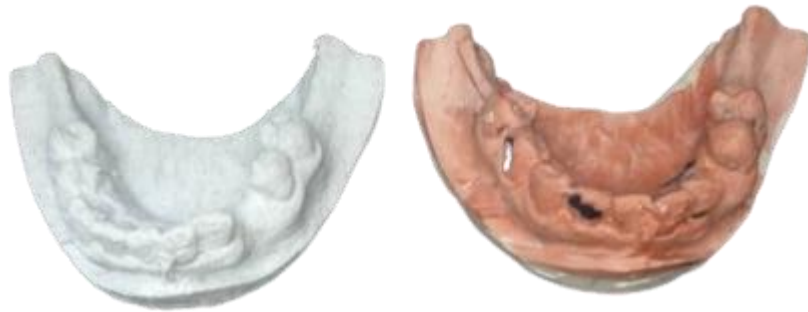


Figura 6. En el lado izquierdo se observa el modelo obtenido mediante la impresora 3D y del lado derecho el modelo de yeso que se usó para el escaneo, visión anterior.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos, se comprobó la factibilidad de obtener tanto estructuras protésicas como modelos trabajo con la tecnología CAD/CAM. Por otro lado, se pudo identificar que es necesario efectuar varios estudios con respecto a la impresión precisa de la estructura, ya que estas son unas piezas con muchos detalles que han dificultado su impresión, como observan en el Centro de Tecnología Innovadora de la Escuela de Ingeniería de la Universidad José Antonio Páez que fue el departamento que colaboró con esta investigación. Se optó por utilizar un polímero común para elaborar un prototipo que logre demostrar la factibilidad de elaborar estructuras protésicas removibles y modelos de estudio con tecnología digital, no es el polímero adecuado. En futuras investigaciones se evaluará si se puede fabricar con un tipo de polímero más adecuado y duradero para obtener la estructura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Sinha N, Gupta N, Reddy K, Shastry Y. Versatility of PEEK as a fixed partial denture framework. *J Indian Prosthodont Soc.* [en línea] 2017 [fecha de acceso: 10 de diciembre de 2022]; 17(1):80-83. DOI: 10.4103/0972-4052.197941
2. Joda T, Zarone F, Ferrari M. The complete digital workflow in fixed prosthodontics: A systematic review. *BMC Oral Health.* [en línea] 2017 [fecha de acceso: 10 de diciembre de 2022]; 17(1):124. DOI: 10.1186/S12903-017-0415-0.
3. Rivera J, Zamarripa J, Ancona A, Graziolid G, Cuevas C. La tecnología de impresión 3D utilizada en odontología. *Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.* [en línea] 2021 [fecha de acceso: 10 de diciembre de 2022] 9(18):196-198. Disponible en DOI: doi.org/10.29057/icsa.v9i18.6634
4. Deng K, Chen H, Zhao Y, Zhou Y, Wang Y, Sun Y. Evaluation of adaptation of the polylactic acid pattern of maxillary complete dentures fabricated by fused deposition modelling technology: A pilot study. *PLoS One.* [en línea] 2018 [fecha de acceso: 10 de diciembre de 2022]; 13(8): E0201777. Disponible en DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201777>.
5. Mörmann W, Brandestini M. The fundamental inventive principles of Cerec CAD-CIM and other CAD-CAM methods. En: Mörmann W H. *CAD-CIM in Aesthetic Dentistry.* Berlin: Quintessence books. Rev. ADA. [en línea] 1996

[fecha de acceso: 10 de diciembre de 2022]; 120(5):81-110. Disponible en DOI: 10.14219/JADA. ARCHIVO.1990.0086.

6. JONES, David E.H. Ariadne. New Scientist [Sitio en Internet] Disponible en: <https://books.google.es/books?id=nvabM3KXNsUC&lpg=PA80&hl=es&pg=PP1#v=onepage&q&f=false> Consultado: 10 de diciembre de 2022.
7. Qin, Cong, Liu, Ren. Diseño, impresión 3D y evaluación de modelos dentales de contacto completo para pruebas de dentaduras postizas. Int J Comput Dent [en línea] 2022 [fecha de acceso: 11 de enero de 2023.]; 25(2):141-150. Disponible en doi: 10.3290/j.ijcd.b2588203.
8. Mayer, Reymus, Wiedenmann, Edelhoff, Hickel, Stawarczyk. Materiales temporales de prótesis dentales fijas impresas en 3D: impacto de los métodos de limpieza posteriores a la impresión en el grado de conversión, así como en las propiedades superficiales y mecánicas. Int J Prosthodont [en línea] 2021 [fecha de acceso: 11 de enero de 2023]; 34(6):784–795. Disponible en DOI: 10.11607/IJP.7048.
9. Anadioti, Musharbash, Blatz, Papavasiliou, Kamposiora. Prótesis dentales removibles completas impresas en 3D: una revisión narrativa. BMC Salud Oral [en línea] 2020 [fecha de acceso: 11 de enero de 2023]; 20(1):343. Disponible en DOI: 10.1186/S12903-020-01328-8.
10. Yang Y, Li H, Xu Y, Dong Y, Shan W, Shen J. Fabrication and evaluation of dental fillers using customized molds via 3D printing technology. Int J Pharm

[en línea]. 2019 [fecha de acceso: 11 de enero de 2023]; 56:66- 75. DOI:
<https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2019.03.024>

11. Káiser F. Prótesis Parcial Removible en el laboratorio. 2002. [Sitio en Internet]
Disponibile en: <https://www.studocu.com/es-ar/document/universidad-nacional-de-la-plata/anatomia/protesis-parcial-removible/7229481>
Consultado: 11 de enero de 2023
12. Rendon R. Prótesis parcial removible. Conceptos actuales. México; Editorial Médica Panamericana S.A.; 2006. Disponible en:
<https://books.google.com.gt/books?id=AckWYAYGcfgC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>
13. Gil C. Bio impresión 3D: importancia en la actualidad. Rev. Cient. [en línea] 2021 [fecha de acceso: 11 de enero de 2023]; 1(1). Disponible en:
<https://tecnohumanismo.online/index.php/tecnohumanismo/article/view/2>
14. Constitución de la República Bolivariana de Venezuela 1999. Pub. Gaceta Oficial N° 5.908. Caracas, Venezuela (Dic. 30, 1999).
15. Ley Orgánica de Educación 2006. Pub. Gaceta Oficial N° 5.662 Extraordinario. Caracas, Venezuela (abr. 6, 2006).
16. Sánchez A, Morelly E, Vieira J. Evaluación de estructuras metálicas de los casos de Dentaduras Parciales Removibles. Acta odontol. venez [en línea] 2007 [fecha de acceso: 11 de enero 2023]; 45(3). Disponible en:

http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652007000300012

17. Salvatierra N, Oldani C, Reyna L, Taborda R. ¿Qué es la biocompatibilidad? [Sitio en Internet]. Disponible en: <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/54921#:~:text=La%20biocompatibilidad%20se%20describe%20como%20la%20calidad%20que,una%20aceptaci%C3%B3n%20tanto%20biol%C3%B3gica%20como%20qu%C3%ADmica%20y%20mec%C3%A1nica>. Consultado: 23 de enero de 2023.
18. Carrasco J. Tecnología avanzada del diseño y manufactura asistidos por computador - CAD/CAM. Rev. Pros. [en línea] 2006 [fecha de acceso: 11 de enero de 2023]; 4(1);75-81. Disponible: <https://redalyc.org/articulo.oa?id=496251107012>.
19. Significados. Computadora [Sitio en Internet] Disponible en: <https://www.significados.com/computadora/>. Consultado: 23 de enero de 2023.
20. Todosobrecircuitos. ¿Qué es el LED? ¿Para qué sirve? [Sitio en Internet] Disponible en: <https://www.circuitos-electricos.com/que-es-el-led-para-que-sirve/>. Consultado: 23 de enero de 2023.
21. Canalessectoriales. ¿Qué es la estereolitografía? [Sitio en Internet] Disponible en: <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/8217-Que-es-la-estereolitografia.html>. Consultado: 23 de enero de 2023.

22. Francisco M. ¿Qué es la luz ultravioleta y para qué sirve? [Sitio en Internet]
Disponible en: <https://okdiario.com/ciencia/sabes-que-luz-ultravioleta-6499144>. Consultado: 23 de enero de 2023.
23. Marcano L. ¿Qué son las prótesis parciales removibles? [Sitio en Internet]
Disponible en: <https://odluismarcano.com/protesis-dentales/protesis-parciales-removibles/#:~:text=Las%20pr%C3%B3tesis%20parciales%20removibles%20son%20un%20tipo%20de,ellos%20son%20usados%20como%20pilares%20para%20la%20pr%C3%B3tesis>. Consultado: 23 de enero de 2023.
24. NIH. Tomografía computarizada [Sitio en Internet] Disponible en:
<https://www.nibib.nih.gov/espanol/temas-cientificos/tomograf%C3%ADa-computarizada-tc>. Consultado: 23 de enero de 2023.
25. Arias F. Proyecto de investigación. 7ma edición. Caracas, Venezuela: EPISTEME; 2016.

ANEXOS



Escaner 3D de altavelocidad E4.



Escáner intraoral Itero.



ESCANER Medit Serie T.