INSTITUTO SUPERIOR

TECNOLÓGICO SAN ANTONIO

Escuela de Ciencias de la Salud

Diseño de manual técnico para la elaboración de prótesis totales impresas en resina dental dirigido a estudiantes de Aparatología Dental, TESA 2025.

Altamirano Mendoza Christian Andrés

Aparatología Dental

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito para la obtención del título de

Tecnólogo Superior en Aparatología dental

Quito, 5 de enero de 2026

INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SAN ANTONIO

Escuela de Ciencias de la Salud

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

Diseño de manual técnico para la elaboración de prótesis totales impresas en resina dental dirigido a estudiantes de Aparatología Dental, TESA 2025

Altamirano Mendoza Christian Andrés

Angélica Torres Cobos, Odontóloga

Quito, 5 de enero de 2026

DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales del Instituto Superior Tecnológico San Antonio TESA, incluyendo la Política de propiedad Intelectual TESA, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a TESA para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Nombres y apellidos: Christian Andrés Altamirano Mendoza

Código estudiante: 3022

Cédula de identidad: 1804443412

Lugar y fecha: Quito, diciembre del 2025

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, pese a estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en ttp://bit.ly/COPETheses.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Instituto Superior Tecnológico San Antonio TESA institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on http://bit.ly/COPETheses.

DEDICATORIA

Ese documento va dedicado a gran parte de mi familia, ya que ellos me han apoyado durante largo periodo de tiempo. Gracias a su compañía, confianza y cada una de sus palabras de aliento, han sido testigos de mi crecimiento personal y académico, así como el esfuerzo y la dedicación que he puesto en cada etapa de este proceso. Su respaldo y cariño incondicional ha sido fundamental para superar dificultades y alcanzar metas, convirtiéndose en una fuente permanente de motivación y fortaleza.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis profesores que me han ayudado a ver mis faltas y mis errores al momento de realizar cada uno de mis trabajos y mis falencias como personas me han ayudado a crecer tanto profesional como personalmente.

También agradezco a la institución del Tecnológico San Antonio (TESA), ya que gracias a esta institución he logrado mejorar tanto en mis habilidades como ver el ámbito laboral al que se exige.

RESUMEN

Este documento presenta el desarrollo de un manual didáctico y actualizado sobre la elaboración de prótesis totales mediante impresión 3D. El estudio se rigió bajo una metodología de tipo descriptiva, aplicada y transversal, orientada a fortalecer el aprendizaje de los estudiantes de Aparatología Dental. Para la validación y recolección de datos, se empleó un enfoque mixto que incluyó una encuesta inicial para identificar necesidades, un focus group para profundizar en los criterios técnicos, y una encuesta final que permitió evaluar la eficacia del recurso educativo creado. El manual no solo detalla el uso de las diversas resinas dentales y sus tiempos de procesamiento, sino que establece una comparativa crítica entre el método tradicional y el digital. Se enfatiza la eficiencia y precisión del flujo de trabajo digital, demostrando cómo la reducción de la intervención manual en la toma de impresiones minimiza los defectos y optimiza la calidad final de la prótesis.

Palabras clave: manual, prótesis, resina, proceso, tradicional, digital.

ABSTRACT

This document presents the development of a didactic and updated manual on the fabrication of total dentures using 3D resin printing. The study followed a descriptive, applied, and cross-sectional methodology, designed to strengthen the learning process for Dental Technology students. Data collection and validation were conducted through a multi-stage approach, including an initial survey to identify educational needs, a focus group to discuss technical criteria, and a final survey to evaluate the effectiveness of the developed resource. The manual details the use of various dental resins and their specific processing times, while providing a critical comparison between traditional and digital methods. It emphasizes the efficiency and precision of the digital workflow, demonstrating how reduced manual intervention in the impression-taking process minimizes structural defects and optimizes the overall quality of the prosthesis.

Keywords: manual, prosthesis, resin, process, traditional, digital.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN 14

1.1. Planteamiento del Problema 14

1.2. Justificación 15

1.3. Alcance 16

1.4. Objetivos General y Específicos 16

1.4.1 Objetivo general 16

1.4.2 Objetivos específicos 16

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO 17

2.1 Prótesis Totales Elaboradas Con Flujo Digital. 17

2.1.1 Evolución Histórica: De Impresiones Convencionales A Digitales 17

2.1.2 Introducción Al Flujo De Trabajo Digital En Prostodoncia 17

2.1.3 Métodos Y Aplicaciones De La Impresión 3D. 18

2.1.3.1 Modelado Por Deposición Fundida (FDM). 18

2.1.3.2 Estereolitografía (SLA) Y Procesamiento Digital De Luz (DLP). 18

2.1.3.3 Sinterizado Láser Selectivo (SLS). 18

2.1.4 Materiales Específicos De Impresión 3D Y Su Aplicación Clínica 18

2.1.4.1 Resinas De Fotopolímero. 19

2.1.4.2 Aleaciones Metálicas (P. Ej., Cromo-Cobalto). 19

2.1.4.3 Poliéter Éter Cetona (PEEK). 20

2.1.4.5 Alcohol Polivinílico (PVA). 20

2.1.4.6 Elastómeros Termoplásticos. 21

2.1.4.7 Compuestos Híbridos. 21

2.1.5 Ventajas Fundamentales De La Tecnología De Impresión 3D 21

2.1.6 Desafíos Y Limitaciones Actuales De La Impresión 3D En Prostodoncia. 23

2.1.6.1 Limitaciones Económicas. 23

2.1.6.2 Limitaciones En Materiales Y Propiedades Físicas. 23

2.1.6.3 Desafíos Clínicos Y Necesidad De Evidencia. 24

2.1.7 Desafíos Y Perspectivas Futuras 24

2.1.8 Equipos E Instrumentos Necesarios Para La Elaboración De Prótesis Total Impresa En 3D 25

2.1.9 Consideraciones En La Elaboración De Prótesis Totales Mediante Flujo Digital E Impresión 3D 27

2.1.10 Consenso Paso A Paso Para La Fabricación De Prótesis Totales Mediante Impresión 3D 28

2.1.10.1 Primera fase 28

2.1.10.2 Segunda fase: Diseño Asistido por Computadora (CAD) (Laboratorio) 29

2.1.10.3 Tercera fase: Fabricación Aditiva (Impresión 3D) (Laboratorio) 29

2.1.10.4 Cuarta fase: Inserción Clínica y Mantenimiento. 30

2.1.11 Acabados y Posprocesamiento (Post-Processing). 31

2.1.12 Control de Calidad. 31

2.1.13 Antecedentes: Casos clínicos. 31

CAPITULO III MARCO METODOLOGICO 33

3.1 Tipo de investigación 33

3.1.1 Según el propósito ....**¡Error! Marcador no definido.**

3.1.1.1. Descriptiva. 33

3.1.1.2. Exploratoria. 33

3.1.1.3. Aplicada. 34

3.2. Tipo de Enfoque 34

3.3 Técnica……. 35

3.3.1 Cuestionario semi estructurado 35

3.3.2 Focus Group 35

3.4.1 Revisión bibliográfica y documental 35

3.4.2 Observación directa 36

3.4.3 Encuesta semiestructurada 36

3.4.4 Registro fotográfico 36

3.4.5 Validación de expertos 36

3.5 Estudios iniciales 36

3.5.1 Variables 36

3.5.3 Encuesta inicial 37

3.5.3.1 Resultados encuesta inicial. 38

3.5.3 Criterios De Inclusión Y Exclusión. 42

3.5 Desarrollo…. 43

3.6.1 Matriz operacionalización de Variables 43

3.6.2 Desarrollo de producto 45

CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN 53

4.1. Análisis e interpretación de resultados 53

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 59

CONCLUSIONES 59

RECOMENDACIONES 59

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 61

ANEXO A: Encuesta Inicial 66

ANEXO B: Fotos de proceso de elaboración 68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Equipos e instrumentos en la elaboración de una prótesis en resina impresa 3D.....26

Tabla 2 Criterios de inclusión y exclusión.....42

Tabla 3 Matriz operacionalización de Variables 43

Tabla 4 Etapas desarrollo de producto.....45

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama esquemático de aplicaciones actuales de impresión 3D en Odontología 30

Figura 2 Variable dependiente 37

Figura 3 Variable independiente 37

Figura 4 Pregunta 1 Encuesta Inicial 38

Figura 5 Pregunta 2 Encuesta Inicial 38

Figura 6 Pregunta 3 Encuesta Inicial 39

Figura 7 Pregunta 4 Encuesta Inicial 40

Figura 8 Pregunta 5 Encuesta Inicial 40

Figura 9 Pregunta 6 Encuesta Inicial 41

Figura 10 Pregunta 7 Encuesta Inicial 42

Figura 11 Pregunta 1 Encuesta Final 53

Figura 12 Pregunta 2 Encuesta Final 54

Figura 13 Pregunta 3 Encuesta Final 54

Figura 14 Pregunta 4 Encuesta Final 55

Figura 15 Pregunta 5 Encuesta Final 55

Figura 16 Pregunta 6 Encuesta Final 55

Figura 17 Pregunta 7 Encuesta Final 56

Figura 18 Pregunta 8 Encuesta Final 57

Figura 19 Pregunta 9 Encuesta Final 57

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

En el contexto actual de la odontología, los avances tecnológicos han revolucionado los métodos de elaboración de prótesis totales. Sin embargo, a pesar de que muchos laboratorios y facultades de odontología han comenzado a integrar esta tecnología, aún existe una gran brecha en la sistematización del proceso: no hay manuales estandarizados que orienten paso a paso la elaboración de prótesis totales impresas en resina.

La mayoría de los procedimientos actuales se basan en la experiencia individual del operador o en adaptaciones de protocolos extranjeros, que no siempre son compatibles con las condiciones de equipos, materiales y conocimientos disponibles en cada país o institución. (Sulaya et al., 2025)

La literatura científica ofrece muchos estudios sobre materiales, propiedades físicas o comparación entre métodos de fabricación (impresión vs. fresado), pero pocos integran el proceso completo desde el escaneo hasta el post curado y entrega final (Stilwell et al., 2021; Osnes et al., 2021). Esto dificulta la adopción del flujo digital como una práctica rutinaria, especialmente en contextos académicos o clínicas universitarias donde el aprendizaje estructurado es fundamental.

En este sentido, no contar con un manual técnico y formativo representa una limitación para la enseñanza de la odontología digital. Se pierde la posibilidad de poder fortalecer el aprendizaje autónomo, unificar procesos y garantizar la calidad de las prótesis. Asimismo, la falta de una guía incrementa mucho el riesgo de errores durante el proceso CAD, la impresión o el proceso de curado, lo que puede influir de manera negativa en la adaptación, estética y durabilidad de la prótesis.

En este contexto, el problema central es la inexistencia de manuales estandarizados, prácticos y de fácil acceso para la elaboración de prótesis totales impresas en resina, que

funciones como una herramienta de apoyo en el ámbito estudiantil y laboral. Esta carencia dificulta el aprendizaje eficaz y compromete la calidad del producto.

Por tanto, el problema central que se identifica es: la ausencia de un manual estandarizado, práctico y accesible para la elaboración de una prótesis total impresa en resina, que sirva como herramienta de apoyo en el ámbito académico y clínico. Este vacío limita el aprendizaje efectivo, reduce la calidad del producto final y obstaculiza la implementación generalizada de la impresión 3D en la rehabilitación protésica.

1.2. Justificación

En la actualidad, en la odontología, las restauraciones protésicas de los pacientes exigen la incorporación progresiva de tecnologías digitales, lo que ha generado cambios importantes en los procesos de diagnostico clínico, planificación y elaboración de prótesis en el laboratorio dental. La impresión 3D se ha afianzado como una herramienta de mucho valor, ya que permite la fabricación de prótesis totales con mayor precisión y en menor tiempo. En este contexto, la elaboración de un manual detallado para la fabricación de prótesis totales impresas totales en resina surge como una respuesta a la necesidad de poder estandarizar procesos de fabricación, asegurando la calidad del producto final y optimizando el uso de recursos y materiales.

Las prótesis totales continúan siendo una alternativa para la rehabilitación protésicas en paciente edéntulos totales, no obstante, los métodos tradiciones de elaboración suelen ser muy complejos ya que depende muchas veces de la habilidad técnica, lo que incrementa la posibilidad de errores. Frente a esta realidad la impresión 3D se presenta como una opción más eficaz y con menor impacto económico siempre y cuando se apliquen protocolos correctamente definidos. Por ello resulta importante contar con un manual técnico, que especifique cada etapa del proceso, desde la toma de impresiones digitales o analógicas, el diseño CAD, hasta la impresión.

Este manual no se limita únicamente a la transmisión de conocimiento netamente técnicos, sino que busca fomentar el pensamiento crítico, la precisión en la ejecución de procesos y el compromiso en la ética profesional.

Finalmente, el manual se concibe como una herramienta de apoyo de enseñanza-aprendizaje, permitiendo que los futuros profesionales se familiaricen con la tecnología sin descuidar os principio básicos de la rehabilitación protésica.

1.3. Alcance

El presente proyecto incluye el desarrollo de un manual para la elaboración de prótesis totales impresas en resina y está dirigido a estudiante de laboratorio dental, odontología y profesionales que estén interesados en incorporar tecnologías finales en rehabilitación protésica. .

1.4. Objetivos General y Específicos

1.4.1 Objetivo general

Diseñar un manual técnico que ordene paso a paso el proceso de fabricación de una prótesis total mediante impresión 3D, para facilitar su uso y correcta aplicación por parte de estudiantes y profesionales.

1.4.2 Objetivos específicos

Identificar los materiales, equipos y programas digitales necesarios para la impresión de prótesis totales en resina, a partir de la revisión de la literatura.

Analizar las ventajas, limitaciones y aspectos éticos relacionados con el uso de la impresión 3D para la fabricación de prótesis dentales en resina.

Fomentar el uso responsable y basado en evidencia de las tecnologías digitales aplicadas a la odontología restauradora.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 Prótesis Totales Elaboradas Con Flujo Digital.

2.1.1 Evolución Histórica: De Impresiones Convencionales A Digitales

La evolución de las prótesis dentales ha pasado desde materiales básicos como la madera y el marfil, hasta el uso de tecnologías avanzadas y más modernas. Tradicionalmente, las impresiones dentales se realizaban con materiales como el alginato y el yeso dental, los cuales han sido durante años los materiales más utilizados por su bajo costo y su facilidad de uso, Sin embargo, estos métodos presentan varias desventajas, entre ellas la posibilidad de errores como burbujas o desgarros, mayor tiempo de trabajo y, en muchos casos, molestias para el paciente durante el procedimiento.

En los últimos años, las impresiones digitales han comenzado a utilizarse con mayor frecuencia, con el uso de escáneres intraorales permitiendo así la obtención de modelos tridimensionales de la cavidad oral de los pacientes, obteniendo modelos con mayor precisión y comodidad para el paciente, además de reducir el tiempo clínico y de trabajo en el laboratorio dental. Estos escaneos pueden fácilmente integrarse con los sistemas CAD/CAM, lo que facilita también en la planificación de los tratamientos y fabricación de prótesis de formas más controlada y precisa (Alyami, 2024).

2.1.2 Introducción Al Flujo De Trabajo Digital En Prostodoncia

La fabricación de prótesis totales removibles ha ido cambiando con el paso del tiempo. Lo que antes se realizaba principalmente mediante procesos convencionales de polimerización térmica, reconocida durante años por su resistencia y durabilidad, ha dado paso de forma progresiva a los flujos de trabajo digital. Actualmente estos procesos digitales se desarrollan principalmente a través de dos métodos, del método de sustracción basada en

el fresado dental y el método de adición, que corresponde a la impresión 3D (Fayed et al., 2024; Ren et al., 2023).

La técnica convencional, si bien ha demostrado ser confiable, presenta algunas limitaciones asociadas a su procedimiento, incluyendo la contracción de la resina acrílica, los cambios dimensionales asociados a la manipulación y la alta necesidad de tiempo clínico (Alhallak et al., 2024). En contraste, la impresión 3D, al ser un proceso controlado por computadora, ofrece el potencial de superar estas deficiencias, prometiendo una fabricación más precisa y eficiente.

2.1.3 Métodos Y Aplicaciones De La Impresión 3D.

La tecnología de impresión 3D abarca varias técnicas, cada una con características y aplicaciones distintas en prostodoncia:

2.1.3.1 Modelado Por Deposición Fundida (FDM). Utiliza termoplásticos, es simple y rentable. Se aplica para modelos de ortodoncia y guías quirúrgicas.

2.1.3.2 Estereolitografía (SLA) Y Procesamiento Digital De Luz (DLP). Ambas utilizan resinas fotopoliméricas y ofrecen alta resolución y calidad superficial, siendo ideales para coronas, puentes y guías para implantes.

2.1.3.3 Sinterizado Láser Selectivo (SLS). Utiliza polvos termoplásticos, no requiere estructuras de soporte y es adecuado para marcos dentales y dispositivos de ortodoncia.

La aplicación de la impresión 3D ha logrado avances significativos en ortodoncia, endodoncia, periodoncia y prostodoncia (Alyami, 2024).

2.1.4 Materiales Específicos De Impresión 3D Y Su Aplicación Clínica

Al hablar de los materiales utilizada en la fabricación de una prótesis total impresa, es muy necesario conocer que este tipo de resinas tienen que ser compatibles para el uso requerido ya que es importante saber que, si no se utiliza la resina correcta, esto perjudicará el

producto final, y consecuentemente el tratamiento del paciente. Las resinas de impresión 3D tienen que ser compatibles con la elaboración, diseño y calidad, ya que podría afectar en gran medida el sellado, la precisión o caracterización final del producto.

2.1.4.1 Resinas De Fotopolímero. Estas resinas son valoradas por su alta resolución y acabado superficial liso, haciéndolas ideales para la fabricación de coronas y puentes, prótesis temporales, modelos de ortodoncia y alineadores. Un estudio centrado en la fabricación mediante estereolitografía (SLA) examinó cómo la temperatura de polimerización influye en la calidad del material. Los resultados demostraron que las temperaturas de impresión más altas, específicamente a 70 grados mejoraron significativamente la conversión de doble enlace (DBC) y optimizaron las propiedades mecánicas de las piezas, lo que sugiere una potencial mejora en la durabilidad de las prótesis dentales provisionales (Lee et al., 2024).

2.1.4.2 Aleaciones Metálicas (P. Ej., Cromo-Cobalto). Las aleaciones metálicas, como el cromo-cobalto (Co-Cr), se utilizan por su alta resistencia, durabilidad y resistencia a la corrosión. Son fundamentales para la creación de estructuras de soporte para implantes, modelos dentales y prótesis parciales. Se emplean polvos metálicos para la impresión, estos contienen elementos como cromo, molibdeno y plata, que cumplen con los estándares de rendimiento y poseen propiedades antibacterianas (Alyami, 2024).

Un estudio reciente evaluó la discrepancia prostodóncica en estructuras de Co-Cr de arco completo fabricadas mediante Fusión Láser Selectiva (SLM). Los hallazgos indicaron que las tecnologías SLM producen discrepancias clínicamente aceptables. Se observó que la distorsión era significativamente menor en el eje z en comparación con los ejes x e y, una consideración importante para el diseño y ajuste de estructuras complejas (Revilla-León et al., 2019).

2.1.4.3 Poliéter Éter Cetona (PEEK). El PEEK es un termoplástico de alto rendimiento conocido por su excelente relación resistencia-peso y resistencia al desgaste. Sus aplicaciones incluyen la fabricación de dispositivos para la articulación temporomandibular (ATM) y prótesis parciales removibles. Un reporte de caso destacó el uso de una prótesis lunata de PEEK impresa en 3D y moldeada por inyección para el tratamiento avanzado de la enfermedad de Kienböck. El paciente experimentó mejoras en el dolor, la función de la muñeca y la fuerza de agarre, y las radiografías confirmaron un ajuste anatómico preciso de la prótesis, lo que subraya la eficacia del PEEK en la reconstrucción ósea personalizada (yuan et al., 2022).

2.1.4.4 Ácido Poliláctico (Pla). El PLA es popular debido a su naturaleza biodegradable, baja toxicidad y facilidad de impresión a través de la técnica de Modelado por Deposición Fundida (FDM). Este material se utiliza principalmente en la elaboración de Coronas y puentes temporales, así como en aparatos de ortodoncia (Kim et al., 2023).

2.1.4.5 Alcohol Polivinílico (PVA). El PVA se caracteriza por su buena adhesión en capaz y por ser un polímero soluble en agua. Su uso más común en impresión 3D es la fabricación de estructuras de soporte y la creación de modelos calcinables para procesos de fundición. En un estudio se evaluó la elaboración de coronas provisionales utilizando modelos de PVA impresos en 3D mediante la técnica FDM, comparando su precisión con modelos tradicionales de yeso, los resultados evidenciaron que las coronas fabricadas sobre modelos de PVA presentaron mejor adaptación, lo que respalda el uso del material como una alternativa eficiente y precisa (Muta et al., 2020).

2.1.4.6 Elastómeros Termoplásticos. Estos materiales ofrecen flexibilidad, resiliencia y resistencia al impacto, haciéndolos adecuados para revestimientos blandos de dentaduras, protectores bucales y férulas oclusales. Una investigación sobre aparatos termoplásticos removibles analizó las fuerzas y momentos iniciales que aplican durante la rotación de un incisivo. Los resultados destacaron que la elección del material y la dirección de la rotación influyen significativamente en la magnitud de las fuerzas aplicadas por los alineadores, lo que es vital para la planificación del tratamiento ortodóntico (Hahn et al., 2010).

2.1.4.7 Compuestos Híbridos. Los compuestos híbridos aprovechan las propiedades combinadas de diferentes materiales, lo que permite la creación de productos con propiedades personalizables. Se utilizan en bases de dentaduras híbridas, prótesis de implantes híbridas y materiales restauradores híbridos. El uso de compuestos híbridos para restauraciones directas en ortodoncia ha demostrado ser eficaz para corregir discrepancias en el tamaño de los dientes y para mejorar la estética después del tratamiento. Los informes indican que estas restauraciones mantienen una forma y un color estables y promueven la salud gingival (Alyami, 2024).

2.1.5 Ventajas Fundamentales De La Tecnología De Impresión 3D

La fabricación aditiva se distingue por una serie de beneficios que mejoran la eficiencia, la precisión y la personalización de las restauraciones dentales.

La impresión 3D facilita la creación de aparatos y restauraciones altamente personalizados que se basan en la anatomía oral única de cada paciente.

A diferencia de las técnicas convencionales que dependen de moldes estandarizados, el flujo de trabajo digital asegura un ajuste superior de la prótesis. Este nivel de precisión, conocido como fidelidad dimensional (trueness), se ha demostrado en múltiples estudios,

incluso superando o igualando el rendimiento de los métodos convencionales o de fresado en bases de prótesis totales (Lee et al., 2023). Un ajuste mejorado contribuye directamente a una mayor funcionalidad y una mejor integración estética (Ren et al., 2023).

El flujo de trabajo digital reduce drásticamente los pasos manuales y la dependencia de laboratorios externos. Esta eficiencia permite un enfoque de "odontología en el mismo día" para restauraciones como coronas, puentes y prótesis totales, minimizando el número de citas clínicas y el tiempo de sillón para el paciente (Alyami, 2024; Fayed et al., 2024).

Una ventaja crucial en el contexto de las prótesis totales es la capacidad de archivar digitalmente el diseño. Esto permite la reproducción rápida, precisa y rentable de una nueva prótesis en caso de fractura o pérdida, eliminando la necesidad de repetir procedimientos clínicos (Alhallak et al., 2024). L

La naturaleza aditiva de la impresión 3D (agregar material capa por capa) se traduce en un uso más eficiente de los recursos y en una minimización del desperdicio de material, lo que se traduce en una producción más rentable en comparación con los métodos sustractivos como el fresado (Ren et al., 2023).

En implantología y cirugía oral, la tecnología 3D es fundamental para la fabricación de guías quirúrgicas específicas para el paciente, lo que aumenta la precisión en la colocación del implante, reduce los errores operativos y minimiza los riesgos y complicaciones (Alyami, 2024).

Particularmente en la fabricación de prótesis totales, la tecnología aditiva ha demostrado que los niveles de retención y comodidad de las prótesis impresas en 3D son comparables, o incluso superiores, a los de las prótesis convencionales, según las evaluaciones de resultados centradas en la experiencia del paciente (Fayed et al., 2024)

2.1.6 Desafíos Y Limitaciones Actuales De La Impresión 3D En Prostodoncia.

A pesar de las ventajas operativas y clínicas que ofrece la fabricación aditiva, existen barreras significativas que limitan su plena explotación y adopción generalizada en la práctica dental. Estos desafíos abarcan aspectos económicos, técnicos, de materiales y de evidencia clínica.

2.1.6.1 Limitaciones Económicas. La inversión económica inicial para adquirir y mantener los equipos de impresión 3D (impresoras, unidades de poscurado, escáneres) y las licencias de software de diseño especializado (CAD/CAM) representa una barrera significativa para su adopción en clínicas pequeñas o medianas (Ren et al., 2023).

El proceso de impresión 3D exige un posprocesamiento que consume tiempo y recursos (incluyendo lavado, curado con luz y acabado superficial). Estos pasos adicionales son críticos para asegurar la integridad estructural, alcanzar la biocompatibilidad requerida y lograr el acabado superficial adecuado en las prótesis (Alyami, 2024).

2.1.6.2 Limitaciones En Materiales Y Propiedades Físicas. La resistencia y la estabilidad mecánica de algunos materiales impresos en 3D, particularmente las resinas fotopoliméricas utilizadas para dientes protésicos y alineadores, pueden ser inferiores en comparación con alternativas convencionales como las cerámicas o las resinas acrílicas tradicionales (Alyami, 2024). Esto genera preocupaciones sobre su viabilidad a largo plazo y la resistencia a la fractura bajo el estrés oclusal.

La precisión dimensional y la calidad superficial de la pieza final están influenciadas de manera crítica por la orientación de la pieza dentro de la plataforma de construcción. Por ejemplo, la producción masiva de modelos dentales en orientación vertical puede comprometer la fidelidad dimensional y la calidad superficial en comparación con una orientación horizontal, lo que exige un equilibrio cuidadoso entre rendimiento y precisión (Ren et al., 2023).

2.1.6.3 Desafíos Clínicos Y Necesidad De Evidencia. El flujo de trabajo totalmente digital en prótesis totales presenta retos para determinar con precisión la dimensión vertical de la oclusión (DVO) y para la colocación de los dientes individuales (Devlin et al., 2023). Por ello, la combinación de técnicas clínicas convencionales (como el registro de mordida con bases impresas en 3D) con el proceso de impresión final sigue siendo una solución práctica y común.

Los resultados clínicos con respecto a la eficiencia masticatoria, la fuerza de mordida, la estética y la fonética han sido inconsistentes o motivo de preocupación en algunos estudios. Se requiere mayor investigación para garantizar la previsibilidad estética y la optimización de la función masticatoria (Salameh et al., 2023).

La evidencia clínica disponible es predominantemente a corto plazo. Es imperativo realizar ensayos clínicos aleatorizados con muestras más grandes y períodos de seguimiento prolongados para confirmar la durabilidad, el mantenimiento post-inserción y el rendimiento a largo plazo en comparación con el estándar de oro convencional (Fayed et al., 2024).

2.1.7 Desafíos Y Perspectivas Futuras

La evidencia clínica disponible es predominantemente a corto plazo. Es imperativo realizar ensayos clínicos aleatorizados con muestras más grandes y períodos de seguimiento prolongados para confirmar la durabilidad, el mantenimiento post-inserción y el rendimiento a largo plazo en comparación con el estándar de oro convencional (Fayed et al., 2024).

A pesar de los beneficios operativos y clínicos que ofrece, la tecnología de impresión 3D enfrenta barreras significativas que limitan su adopción generalizada en la práctica odontológica (Alyami, 2024). Estas limitaciones se centran en tres áreas principales. En primer lugar, los costos y barreras de entrada ya que la alta inversión inicial y los gastos continuos de implementación y mantenimiento de los equipos, software y materiales

representan un obstáculo económico significativo para la integración de la tecnología en clínicas y laboratorios (Alyami, 2024).

En segundo lugar, existen limitaciones de material y durabilidad: persisten desafíos en el desarrollo de materiales innovadores y en garantizar que las resinas impresas en 3D ofrezcan la durabilidad y resistencia mecánica comparables al estándar de oro tradicional, lo cual es crucial para la longevidad de las prótesis.

Por último, los factores humanos también limitan su uso extendido, ya que la falta de conocimiento, la capacitación insuficiente del personal y la curva de aprendizaje asociada a los flujos de trabajo digitales y el manejo de los equipos frenan la plena explotación de esta tecnología (Alyami, 2024).

De cara al futuro, el campo de la prostodoncia se beneficiará enormemente de los avances continuos que busquen superar estos desafíos. Se espera que los desarrollos se centren en la creación de nuevos materiales con propiedades mecánicas y estéticas mejoradas (Alyami, 2024). Además, la integración de la impresión 3D con la Inteligencia Artificial (IA) presenta una perspectiva prometedora. Se proyecta que la IA impulsará el análisis predictivo de las restauraciones, facilitará la planificación del tratamiento digital y mejorará la previsibilidad de los resultados clínicos, llevando a la prostodoncia a una nueva fase de precisión y eficiencia (Alyami, 2024).

2.1.8 Equipos E Instrumentos Necesarios Para La Elaboración De Prótesis Total Impresa En 3D

En la “Tabla 1” se observan los equipos necesarios para elaborar una prótesis total con flujo digital. Se ha dividido en categorías según equipos, insumos, etc. Y elementos de cada categoría, así como, la descripción de cada elemento.

Tabla 1

Equipos e instrumentos en la elaboración de una prótesis en resina impresa 3D

Categoría	Elemento	Descripción / Función principal
Equipos	Impresora 3D dental (resina LCD/DLP/SLA)	Dispositivo encargado de fabricar la prótesis capa por capa mediante fotopolimerización de resina líquida.
	Computadora con software CAD/CAM	El software permite diseñar digitalmente la prótesis y preparar el archivo STL para la impresión.
	Escáner intraoral o de modelo	Captura la anatomía bucal o el modelo de yeso y la convierte en un archivo digital 3D.
	Cámara de curado UV	Endurece completamente la resina impresa para aumentar su resistencia y estabilidad.
	Lavadora ultrasónica o estación de limpieza	Elimina los residuos de resina no polimerizada con alcohol isopropílico (IPA).
Materiales de impresión	Resina biocompatible para prótesis	Material principal de impresión; puede ser resina acrílica, fotopolímero dental o resina flexible según la aplicación.
	Resina de soporte (si aplica)	Se utiliza para generar estructuras de soporte durante la impresión, que luego se retiran.
Insumos de posprocesado	Alcohol isopropílico (IPA 90–99%)	Disolvente utilizado para limpiar las piezas recién impresas.
	Guantes de nitrilo y mascarilla	Protección personal frente a la manipulación de resinas tóxicas o irritantes.
	Papel absorbente o paños sin pelusa	Limpieza y secado de las piezas impresas.
	Espátulas metálicas o de plástico	Permiten desprender las piezas de la plataforma de impresión sin dañarlas.
Accesorios complementarios	Balanza de precisión	Mide la cantidad exacta de resina a utilizar.
	Luz LED dental o lupa	Facilita la inspección visual de detalles y acabados.
	Software de laminado (slicer)	Genera las capas de impresión y controla los parámetros de velocidad, exposición y altura de capa.

Nota: En esta tabla podemos observar que nos indica acerca de cómo utilizar o qué implementos vamos a necesitar para la realización de una prótesis total en resina.

2.1.9 Consideraciones En La Elaboración De Prótesis Totales Mediante Flujo Digital E Impresión 3D

La tecnología digital se utiliza en todas las etapas, desde la planificación preoperatoria con herramientas como el diseño de sonrisa digital (DSD) y el diseño de línea-plano digital (DLD), hasta la simulación del análisis. En la prostodoncia maxilofacial, este proceso es similar, ayudando a capturar la información del defecto y a crear prótesis específicas utilizando software. La integración de CAD/CAM ha tenido un impacto mayor en la ortodoncia, permitiendo la planificación virtual del tratamiento, el diagnóstico asistido, la creación de alineadores transparentes y la aceleración del tratamiento (Alyami, 2024)

Un estudio que comparó sistemas de troqueles removibles con el flujo de trabajo digital completo concluyó que los escaneos intraorales dentro de un flujo de trabajo digital completo ofrecieron claras ventajas en las distancias lineales horizontales y verticales, superando a los flujos de trabajo parciales que utilizaban escaneos extraorales (Alyami, 2024).

La impresión 3D, o fabricación capa por capa, permite la creación de estructuras 3D complejas. Los métodos de prototipado rápido (Rapid Prototyping, RP), como la estereolitografía (SLA) y el modelado por deposición fundida (FDM), han impactado campos como la implantología y la prostodoncia maxilofacial al reducir la dependencia del trabajo manual. Es importante destacar que el grosor de la capa de impresión afecta en gran medida la precisión de las prótesis parciales fijas y temporales fabricadas mediante manufactura aditiva. En contraste, los métodos de fabricación sustractiva generalmente exhiben una mayor precisión, independientemente del grosor de la capa (Alyami, 2024).

2.1.10 Consenso Paso A Paso Para La Fabricación De Prótesis Totales Mediante Impresión 3D

La adopción de tecnologías de fabricación aditiva (impresión 3D) en la prostodoncia requiere un protocolo estandarizado que combine la adquisición digital de datos con el procesamiento asistido por computadora (CAD/CAM). El siguiente consenso describe el flujo de trabajo clínico y de laboratorio, destacando los puntos críticos de decisión (Park et al., 2025).

2.1.10.1 Primera fase

2.1.10.1.1 Adquisición de Datos y Registros Digitales (Clínica). El proceso comienza con la digitalización de la información anatómica y oclusal del paciente***:***

2.1.10.1.2 Impresiones Digitales Primarias y Modelado Inicial. Se obtienen impresiones primarias de las arcadas edéntulas utilizando la técnica convencional para crear modelos de estudio de piedra (Park et al., 2025). Alternativamente, se pueden utilizar escáneres intraorales para escanear las arcadas residuales, aunque esto requiere un protocolo específico para escanear tejidos blandos inestables.

2.1.10.1.3 Diseño e Impresión 3D de Cubetas Individuales. Basándose en los modelos de estudio, se diseñan cubetas de impresión individuales utilizando software CAD. Estas cubetas se fabrican mediante impresión 3D (generalmente con resinas fotopoliméricas) y se utilizan para la toma de la impresión definitiva (Park et al., 2025).

2.1.10.1.4 Impresiones Definitivas y Modelos Digitales de Trabajo. Se toman impresiones definitivas funcionales utilizando las cubetas individuales impresas. Estas impresiones se escanean con un escáner de laboratorio de alta resolución para crear los modelos de trabajo digitales de la base protésica (Park et al., 2025).

2.1.10.1.5 Registro Maxilomandibular Digital. Se diseñan bases de registro impresas en 3D que son estables y precisas. Se realiza el registro de la relación maxilomandibular y la

dimensión vertical de oclusión (DVO) directamente con estas bases, utilizando un registro de mordida o la transferencia de arco facial digital (Park et al., 2025).

2.1.10.2 Segunda fase: Diseño Asistido por Computadora (CAD) (Laboratorio). Esta fase convierte los datos escaneados en un diseño protésico virtual:

2.1.10.2.1 Montaje Virtual en Articulador. Los modelos de trabajo digitales se orientan y se montan virtualmente en un articulador digital, replicando la relación maxilomandibular registrada (Park et al., 2025).

2.1.10.2.2 Diseño Digital de la Base Protésica y Posicionamiento de Dientes. Se diseñan las bases protésicas (superior e inferior) en el software CAD. Se seleccionan y posicionan virtualmente las formas y tamaños de los dientes artificiales (biblioteca de dientes digitales) sobre las crestas alveolares de la prótesis, optimizando la estética, la fonética y la oclusión (Park et al., 2025).

2.1.10.2.3 ***Diseño de Prueba (Try-in).*** Se diseña una prótesis de prueba (muestras) que puede ser impresa en 3D (base transparente o de color) para la verificación clínica.

2.1.10.3 ***Tercera fase: Fabricación Aditiva (Impresión 3D) (Laboratorio).*** La fabricación final se realiza después de la aprobación de la prueba:

2.1.10.3.1 ***Impresión de Prueba Clínica.*** Se imprime la prótesis de prueba. Se recomienda verificar la DVO, el soporte labial, la estética y la oclusión en el paciente (Park et al., 2025).

2.1.10.3.2 ***Fabricación Final por Impresión 3D*****.** Una vez aprobado el diseño, la base protésica y los dientes artificiales se imprimen por separado o en conjunto, dependiendo del sistema 3D utilizado:

Bases Protésicas: Impresas con resinas acrílicas especializadas (PMMA) mediante técnicas como la estereolitografía (SLA) o el procesamiento digital de luz (DLP).

Dientes Artificiales: Pueden imprimirse con materiales de resina de alta resistencia o fresarse por separado (Park et al., 2025).

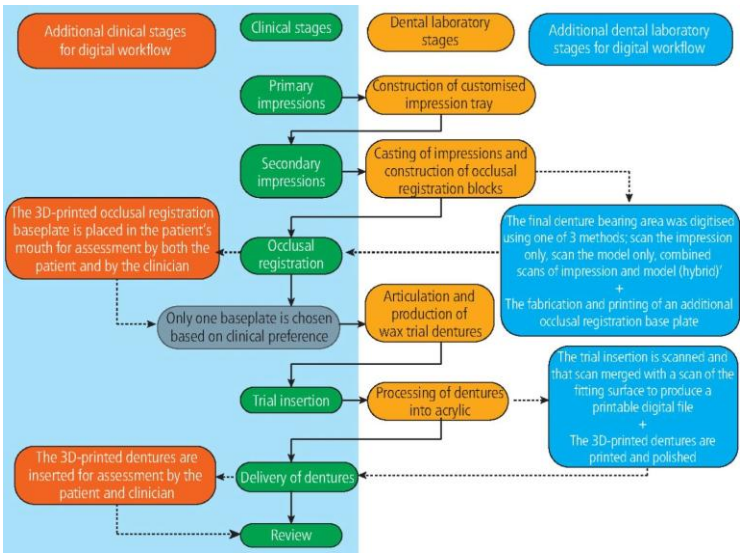
2.1.10.3.3 ***Posprocesamiento y Acabado.*** Las bases y los dientes impresos se someten a poscurado (cura de luz ultravioleta) para garantizar las propiedades mecánicas y la biocompatibilidad (Park et al., 2025). Se realiza el acabado, pulido y, si las piezas se imprimieron por separado, la adhesión de los dientes a la base (Park et al., 2025).

2.1.10.4 Cuarta fase: Inserción Clínica y Mantenimiento.

2.1.10.4.1 Inserción y Ajustes. La prótesis terminada se inserta en boca y se realizan ajustes oclusales o de flancos necesarios. Se proporciona al paciente instrucciones de cuidado y limpieza específicas (Park et al., 2025).

Figura 1

Diagrama esquemático de aplicaciones actuales de impresión 3D en Odontología



Nota: Diagrama esquemático de las aplicaciones actuales de la impresión 3D en el tratamiento de conductos radiculares. Reimpreso con permiso de International Journal of Oral Science, por Ruan et al., 2023 (https://doi.org/10.1038/s41368-023-00244-8).

2.1.11 Acabados y Posprocesamiento (Post-Processing)

El posprocesamiento es esencial para asegurar la estabilidad dimensional, las propiedades del material y la integridad de la superficie de las prótesis. Las técnicas de poscurado con resina de fotopolímero pueden mejorar las propiedades mecánicas de las bases de prótesis impresas. Además, se pueden emplear técnicas termomecánicas para mejorar las propiedades de las coronas y puentes metal-cerámicos. El poscurado adecuado también reduce la deformación y mejora la precisión de las prótesis impresas en 3D (Alyami, 2024).

2.1.12 Control de Calidad.

El control de calidad es fundamental para confirmar que las prótesis impresas en 3D cumplen con los requisitos y estándares de la industria. Esto implica diversos procedimientos de inspección, incluyendo:

- Medición dimensional: Garantiza que la prótesis coincida con las especificaciones exactas de tamaño y forma.
- Análisis de rugosidad superficial: Evalúa la suavidad y consistencia de la superficie, lo cual afecta tanto la funcionalidad como la comodidad.
- Pruebas no destructivas (PND): Como el ultrasonido o los rayos X, evalúan la estructura interna y la integridad de las prótesis sin causarles daño (Alyami, 2024).

2.1.13 Antecedentes: Casos clínicos.

El informe de caso clínico presentado por Macrynikola et al. (2024) ilustra la viabilidad y los beneficios de implementar un flujo de trabajo completamente digital para la fabricación de una prótesis total inmediata maxilar. El objetivo central fue optimizar la eficiencia y el tiempo clínico en un paciente que requería la extracción de implantes fallidos. Al optar por el escaneo intraoral y el diseño asistido por computadora (CAD/CAM), los

autores pudieron evitar los riesgos asociados con la toma de impresiones convencionales en restauraciones altamente móviles. Este enfoque eliminó la necesidad de retirar las restauraciones existentes hasta la cita final, contrastando fuertemente con el protocolo tradicional, que demanda múltiples fases de laboratorio y citas.

El resultado del caso demostró una eficiencia operativa superior, reduciendo el número total de citas clínicas de cinco a solo dos, con ajustes mínimos requeridos en la prótesis final. La prótesis total, fabricada mediante fresado (CAD/CAM), exhibió un buen ajuste y retención, y el paciente reportó satisfacción con el resultado estético y funcional. Aunque este caso particular valida la eficacia, la rapidez y la rentabilidad del flujo digital en situaciones complejas, Macrynikola et al. (2024) concluyen que se requiere investigación futura con un mayor tamaño de muestra para establecer definitivamente la superioridad de la técnica digital sobre los métodos convencionales de prótesis totales.

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

3.1 Tipo de investigación

3.1.1 Descriptiva

La investigación descriptiva intenta describir características, rasgos o atributos en contextos naturalistas o no manipulados, para describir cualquier característica, rasgo o atributo de un fenómeno, población o situación. Tal investigación tiene como objetivo abordar preguntas como "¿qué es?", "¿cómo es?" o "¿cuál es el estado de" el objeto de estudio, ofreciendo una presentación clara y estructurada de lo que se tiene a mano (Arias, 2012). La metodología descriptiva permite organizar sistemáticamente y producir mapas conceptuales o perfiles que sirven como base para investigaciones posteriores, más analíticas o explicativas.

3.1.2 Exploratoria

La investigación exploratoria se orienta a examinar un fenómeno poco estudiado o desconocido, con el fin de obtener una comprensión inicial que permita formular hipótesis o líneas de investigación futuras. Este tipo de estudio no busca comprobar teorías existentes, sino generar nuevos enfoques o perspectivas sobre un problema determinado. En el marco metodológico, se utiliza la exploración para identificar variables relevantes, comprender contextos y establecer bases conceptuales que guíen investigaciones posteriores. Su valor radica en la flexibilidad y la capacidad de abrir caminos hacia estudios más profundos y estructurados (Hernández-Sampieri, Fernández-Collado, & Baptista, 2014).

3.1.3. Aplicada

La investigación aplicada se enfoca en resolver problemas prácticos y concretos que afectan a un grupo, institución o comunidad. En el marco metodológico, este tipo de estudio busca transformar el conocimiento teórico en soluciones reales, mediante la implementación de estrategias, técnicas o procedimientos verificables. Su finalidad principal es mejorar procesos, optimizar recursos o desarrollar innovaciones tecnológicas que contribuyan al bienestar social o al avance profesional. Así, la investigación aplicada constituye un puente entre la teoría científica y la práctica, generando resultados con impacto directo y medible (Tamayo & Tamayo, 2004).

3.2. Tipo de Enfoque

Mixto. El enfoque cuantitativo en esta investigación se aplicará para medir de manera objetiva, mediante la recopilación y análisis de datos numéricos relacionados con variables como: ajuste, estabilidad dimensional, calidad superficial, tiempos de producción y costos. Este enfoque permitirá establecer comparaciones entre diferentes parámetros de impresión y postcurado, identificando aquellos que optimicen la calidad y eficiencia del proceso. Según Hernández-Sampieri, Fernández-Collado y Baptista-Lucio (2014), “la investigación cuantitativa utiliza la recolección y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis previamente establecidas, confiriendo un carácter de control y objetividad a los resultados” (p. 4). De esta forma, el componente cuantitativo complementa la fase exploratoria cualitativa, garantizando que el manual diseñado se sustente en evidencia empírica y resultados verificables.

El enfoque cualitativo en la presente investigación se orienta a explorar y comprender las percepciones, experiencias y prácticas de los técnicos dentales y especialistas respecto al uso de la impresión 3D en la elaboración de prótesis totales en resina. Este enfoque permitirá identificar los significados que los profesionales atribuyen al proceso, así como las

dificultades y necesidades que enfrentan en la práctica, generando insumos valiosos para el diseño de un manual. De acuerdo con Hernández-Sampieri, Fernández-Collado y Baptista-Lucio (2014), “la investigación cualitativa se caracteriza por ser inductiva, holística, orientada al descubrimiento y a la comprensión de los fenómenos en su ambiente natural” (p. 9). En este sentido, el componente cualitativo constituye una etapa exploratoria esencial para garantizar que el manual propuesto sea pertinente, contextualizado y aplicable.

3.3 Técnica

3.3.1 Cuestionario semiestructurado

Es un instrumento de recolección de información en el cual se pueden combinar preguntas abiertas y cerradas que permiten el obtener información.

3.3.2 Focus Group

Es una técnica cualitativa de investigación que consiste en reunir a un pequeño grupo de personas para discutir un tema específico, que son guiadas por un moderador, con el objetivo de conocer opiniones, percepciones, actitudes y experiencias.

3.4 Herramientas metodológicas

3.4.1 Revisión bibliográfica y documental

En este paso se recopilará información teórica y técnica sobre cada proceso para la elaboración de la prótesis en resina, cuáles son los tipos de impresión 3D, se incluirán el uso de libros especializados, artículos científicos, manuales de fabricantes, etc.

3.4.2 Observación directa

Al realizar cada uno de los pasos podremos registrar de manera detallada cada fase del proceso, ya sea desde el diseño digital, impresión, procurado, pulido, ajuste y terminado final. Esto ayuda a que el manual este basado en procesos reales y replicables.

3.4.3 Encuesta semiestructurada

Nos ayuda a conocer que conocimiento tienen los encuestados en el ámbito de la odontología sobre la nueva tecnología en impresión 3D.

3.4.4 Registro fotográfico

Visualmente es necesario la utilización de imágenes para ver de manera clara los pasos para comprender de mejor manera y tomar de mejor manera el conocimiento expresado.

3.4.5 Validación de expertos

Una vez diseñado el manual se requerirá una revisión d expertos en aparatología dental u odontología con conocimientos en impresión 3D, esto ayudara en la validación garantizada en la precisión técnica y si es aplicable el documento.

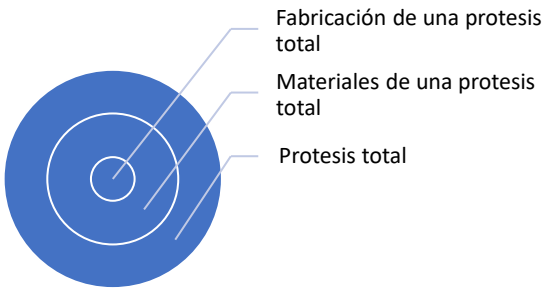
3.5 Estudios iniciales

3.5.1 Variables

Variable dependiente: La fabricación de prótesis total

Figura 2

Variable dependiente



Variable independiente: Manual de impresión en resina dental

Figura 3

Variable independiente



3.5.3 Encuesta inicial

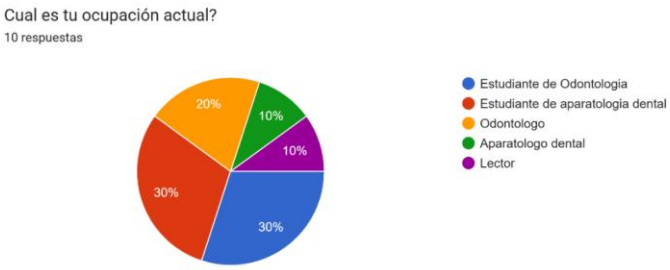
Se realizó una encuesta a un grupo de 10 personas con conocimientos en impresión 3D, La encuesta se realizó en septiembre del 2025 con odontólogos y mecánicos dentales de manera virtual.

3.5.3.1 Resultados de la encuesta inicial.

Pregunta 1: ¿Cuál es tu ocupación actual?

Figura 4

Pregunta 1 Encuesta Inicial

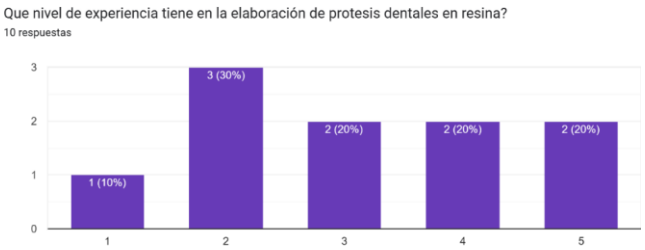


En la pregunta 1, podemos observar que el 10% lectores, el otro 10% aparatólogos, el otro 20% Odontólogos, un 30% son estudiantes de aparatología dental y otro 30% son estudiantes de odontología.

Pregunta 2: ¿Qué nivel de experiencia tiene en la elaboración de prótesis dentales en resina?

Figura 5

Pregunta 2 Encuesta Inicial

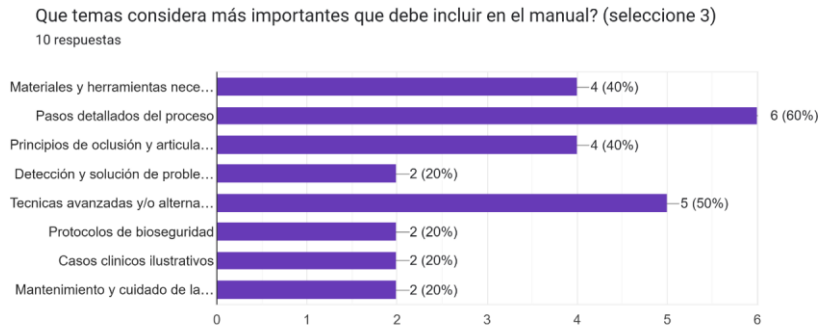


En la pregunta 2 se observa que tan solo un 40% de los encuestados refieren una experiencia profesional o semiprofesional relacionada al tema.

Pregunta 3: ¿Qué temas considera más importantes que debe incluir en el manual?

Figura 6

Pregunta 3 Encuesta Inicial

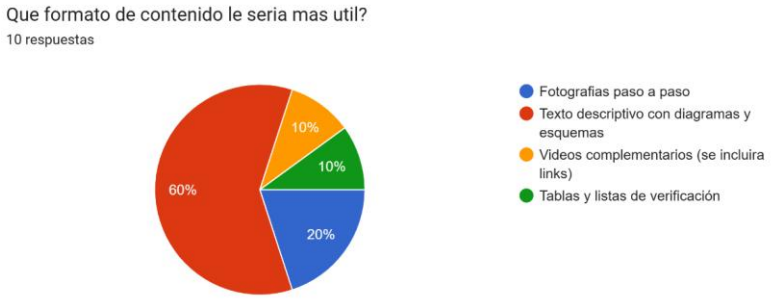


En pregunta 3, el 40% de personas dijeron que materiales y herramientas, el 60%, pasos detallados del proceso. El 40% refirió principios de oclusión y articulación, 20% de detección y solución de problemas, 50% técnicas avanzadas, 20% protocolos de bioseguridad, y finalmente un 20% en casos clínicos ilustrados y un 20% en mantenimiento y cuidado.

Pregunta 4: ¿Qué formato de contenido le sería más útil?

Figura 7

Pregunta 4 Encuesta Inicial

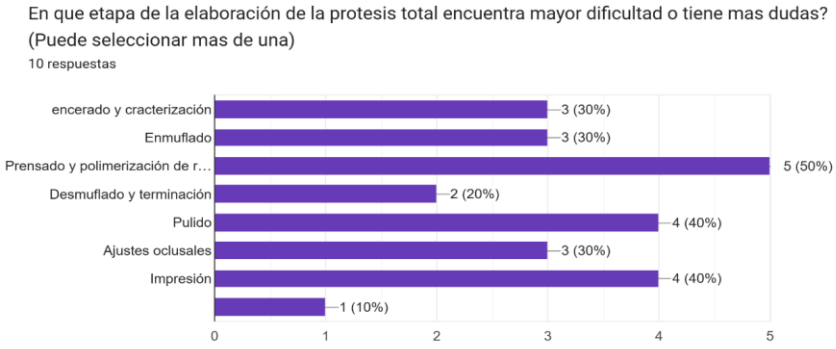


En la pregunta 4, se puede observar que el 60% considera más útil que el contenido sea texto descriptivo, con diagramas y esquemas.

Pregunta 5: ¿En qué etapa de elaboración de la prótesis total encuentra mayor dificultad? ¿O tiene más dudas?

Figura 8

Pregunta 5 Encuesta Inicial



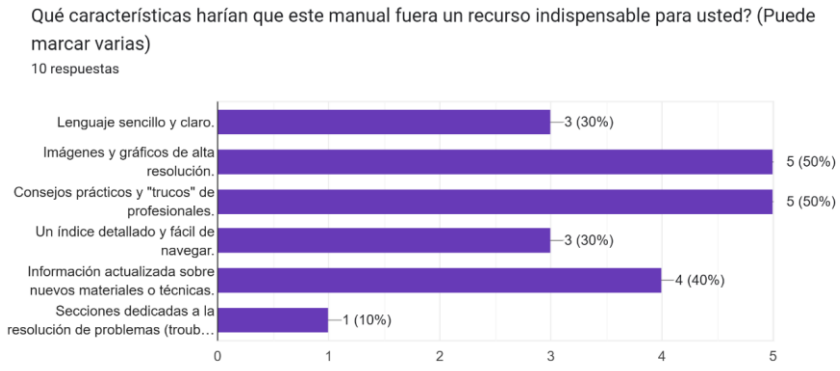
En la pregunta 5, el 30% refiere mayor dificultad o dudas en el encerado y caracterización, el 30% enmuflado, el 50% en procesado y polimerización, el 20%

desmuflado y terminación, el 40% pulido, el 30% ajustes o causales, el 40% impresión y un 10% otros.

Pregunta 6: ¿Qué características harían que este manual fuera un recurso indispensable para usted?

Figura 9

Pregunta 6 Encuesta Inicial



En la pregunta 6, se observa que un 30% requieren un lenguaje sencillo y claro, un 50% imágenes y gráficos de alta calidad, un 50% consejos prácticos y trucos de profesionales, un 30$ un índice detallado y fácil de navegar y un 40% información actualizada sobre nuevos materiales y un 10% selecciones dedicadas a la solución de problemas.

Pregunta 7: ¿Cuál es la principal razón por la que buscaría un manual sobre este tema?

Figura 10

Pregunta 7 Encuesta Inicial



En la pregunta 7, el 10% buscarían un manual para actualizar sus conocimientos, el 20% para resolver dudas especificas en su trabajo, el 30% para utilizarlo como material de estudio y el 40% lo usan para mejorar sus habilidades y técnica.

3.5.3 Criterios De Inclusión Y Exclusión.

Para poder seleccionar la muestra, se determinaron los criterios de inclusión y exclusión, especificados en la "Tabla 2".

Tabla 2

Criterios de inclusión y exclusión

Criterios de Inclusión	Criterios de Exclusión
Mayor de 18 años	Menor de 18 años
Estudios mínimos de 1 año en área odontológica	Sin conocimientos odontológicos
Conocimiento en impresión 3D	Sin conocimiento en impresión 3D
Entiende el idioma	No entiende el idioma

Comentado [AC1]: PONER FORMATO DE TABLA COMO INDICAN LAS INSTRUCCIONES EN EL INICIO DEL DOCUMENTO

3.5 Desarrollo

3.6.1 Matriz operacionalización de Variables

Para poder realizar el marco metodológico es necesario operacionalizar las variables del proyecto. En la operacionalización se determinan dimensiones, indicadores e instrumentos que servirán para la elaboración del proyecto.

Tabla 3

Matriz operacionalización de Variables

Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Variables en: ✓ **Variable independiente:** *Manual de impresión en resina dental* "La resina acrílica como base de soporte de los dientes artificiales y medio de fijación sobre el reborde residual de un paciente que necesita de prótesis total fue un avance significativo para el confort y la rehabilitación de estos pacientes." (Ministerio de Salud de Brasil, s.f., p. 15) ✓ **Variable dependiente:** *La fabricación de una prótesis total*	**Dimensiones en:** ➢ Contenido técnico ➢ Claridad didáctica ➢ Recursos gráficos ➢ Precisión y ajuste ➢ Estética protésica ➢ Funcionalidad ➢ Eficiencia productiva	**Indicadores en:** ➢ **Contenido técnico** → calidad y actualización de la información. ➢ **Claridad didáctica** → facilidad de comprensión del lenguaje. ➢ **Recursos gráficos** → uso de imágenes, diagramas y ejemplos prácticos.	**Instrumentos en:** ➢ **Contenido técnico** Artículos y referencias ➢ **Claridad didáctica** Lenguaje sencillo y claro, fácil de entender ➢ **Recursos gráficos** fotografías ➢ **Precisión y ajuste**

"La fabricación de prótesis totales es un área importante de la odontología que se caracteriza por la innovación continua. La falta de dientes puede mermar gravemente la calidad de vida. Comer, hablar y reír se convierten en todo un reto. Una dentadura postiza completa puede ayudar sustituyendo los dientes que faltan y restaurando la función masticatoria y la apariencia." (iCore, 2024, sección 1.1)		➢ **Precisión y ajuste** → exactitud en la adaptación de la prótesis. ➢ **Estética protésica** → apariencia natural y armonía visual. ➢ **Funcionalidad** → comodidad, masticación y fonética adecuada. ➢ **Eficiencia productiva** → tiempo de confección y reducción de errores.	➢ **Estética protésica** Apariencia y Acabado. ➢ **Funcionalidad** Prótesis terminada y prueba paciente. ➢ **Eficiencia productiva**

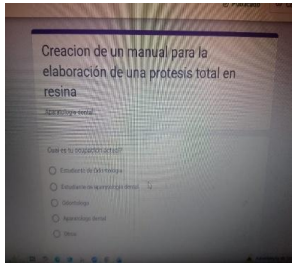
3.6.2 Desarrollo de producto

Para el desarrollo de producto, se elaboró una prótesis total impresa, se detallan todos los pasos en la “Tabla 4”, así como descripción de cada uno y fotografías de constancia.

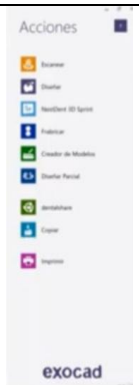
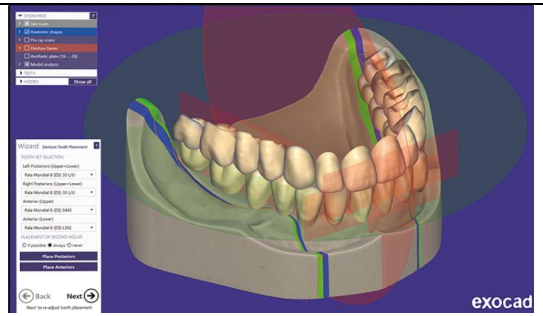
Tabla 4

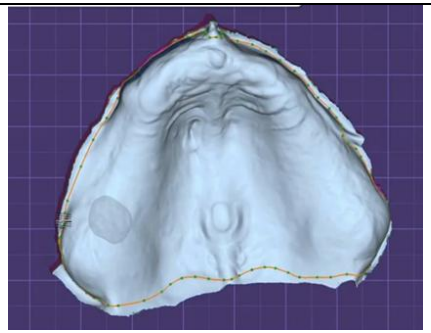
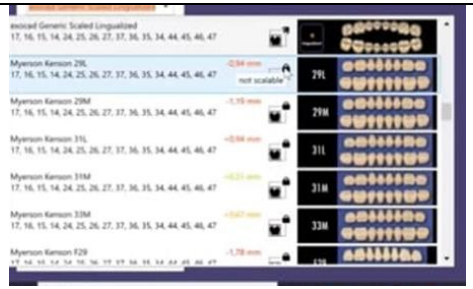
Etapas desarrollo de producto

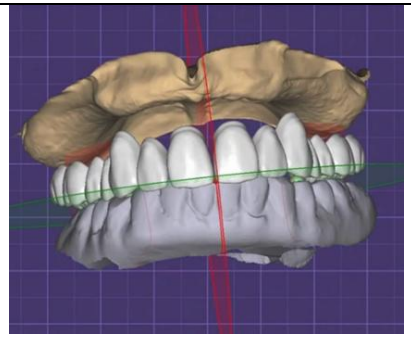
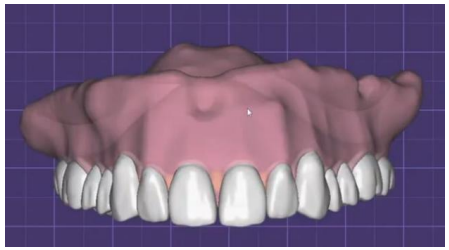
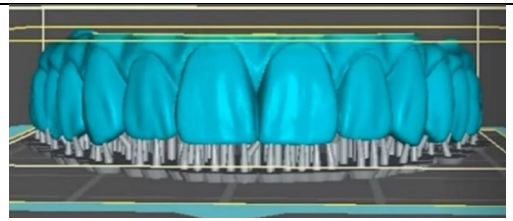
Etapa	Descripción	Fotografia
Consulta	Mediante revisión bibliográfica se buscó formatos o aditamentos que puedan ayudar a la elaboración de un manual también se consultó acerca de resinas para impresión 3D, Exocad y otros programas que se utilizan en impresión 3D.	

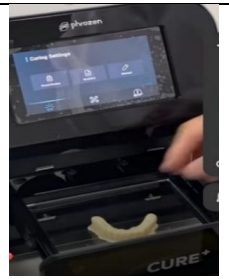
Primera encuesta	Se utilizó para evaluar que información y tipo de contenido es relevante para la creación del manual.	
Impresión digital	En este paso se tomó con láser intraoral la muestra o el diseño de la boca del paciente, ya que éste será importante para la colocación de la prótesis total removible. Este paso se realiza en el consultorio dental.	
Revisión Archivos STL	Se selecciona el STL correspondiente al escaneado del paciente de la biblioteca.	

Orden de trabajo	Procedimientos necesarios para saber qué clase de trabajo se realizará, el nombre del doctor, qué clase de materiales se ocuparán y muchas otras observaciones.	
	Se señala cada uno de los dientes a ocupar, ya sea los faltantes o los que serán restaurados.	

	Aquí se podrá observar lo que es el diseño, el escaneo, entre otros objetos que nos ayudarán a la elaboración de la prótesis.	
Alineación	Al abrir el programa nos pedirá la alineación de los modelos, ya que necesitamos saber cuál es la opción correcta que tiene el paciente.	

Diseño digital base (encía)	Se marca en el modelo digital las estructuras anatómicas de reborde, específicamente el fondo de surco, postdam, surco hamular, frenillos.	
	Se podrá configurar el grosor y altura de la base.	
Diseño digital (dientes)	En una biblioteca digital se encontrarán una gran cantidad de dientes. Esto se deberán tomar en cuenta su forma y altura. También la funcionalidad que provocarán en el paciente.	
	Al colocar los dientes nos permitirá ver la dirección de colocación de los dientes, se podrá tomar la altura y forma, logrando modificarlas	

	La orientación de los dientes es importante para colocar y mantener la armonía dentaria.	
Base y dientes	Aquí se unirán ambos diseños de la prótesis total. Este procedimiento nos permitirá observar el producto final. Aquí se puede modificar o dar caracterización a la prótesis digital.	
Pilares de impresión	En este paso se colocan los pilares que mantendrán un espacio para que la prótesis se encuentre separada de la plataforma de impresión.	
	Es necesario de la utilización de un programa específico para la impresora utilizada. En este caso se utilizará Chitubox.	

Retiro de impresión	Retiramos la impresión de la plataforma con ayuda de una espátula. Con ayuda de una cortadora, retiramos los pilares restantes, para no dañar a prótesis.	
Lavado/Limpieza	Con ayuda de alcohol isopropílico y un cepillo, retiramos el exceso de resina no fotocurada. Secamos la impresión, con ayuda de un papel absorbente o una servilleta limpia.	
Post curado	Ponemos la prótesis en una cámara de curado para terminar de fotocurar la misma.	

Unión de partes Pulido y Abrillantado	Con ayuda de un pkt colocamos resina o acrílico para unir ambas piezas. La prótesis una vez unida se pule con ayuda de un pimpollo de carburo retirar o eliminar los residuos que podrían llegar a molestar al paciente. Con ayuda de gomas se procederá a dar brillo a la prótesis, se alisará y reducirá imprevistos no vistos como rugorusidades.

CAPITULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis e interpretación de resultados

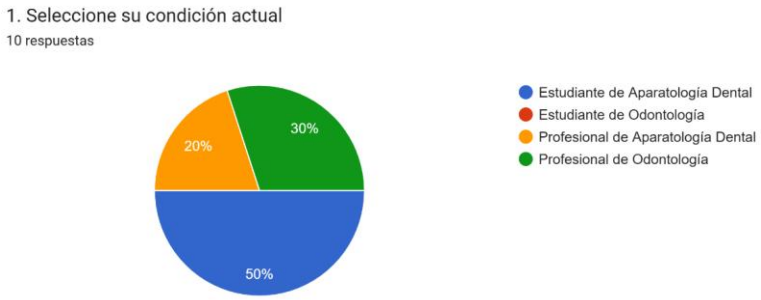
En el trabajo realizado se utilizó el Focus Group, así como también el uso de una encuesta final para saber la satisfacción cada uno de los participantes sobre el manual.

El Focus Group fue realizado junto con 3 profesionales de aparatología dental y odontología para evaluar el contenido del manual y posibles sugerencias desde un punto de vista profesional.

La encuesta final fue de tipo estructurado y creada en Google Encuestas, fue enviada a 10 participantes dentro de los criterios de muestreo, se envió junto al manual para evaluar su implementación. A continuación, su análisis:

Figura 11

Pregunta 1 Encuesta Final



La encuesta final tuvo 10 participantes, de un total del 50%, que corresponden a un mismo perfil principal, lo que demuestra que este grupo es el más representativo en la muestra: estudiantes de aparatología dental. El 30% de encuestados pertenece al segundo

perfil, que es estudiante de odontología, y el 20% a un tercer perfil, que es de profesionales de aparatología dental.

Figura 12

Pregunta 2 Encuesta Final



Figura 13

Pregunta 3 Encuesta Final



La mayoría de los encuestados tienen una percepción positiva sobre la claridad y calidad de los contenidos impartidos, ya que el sumado el cuatro y 5, que suman el 70%, se siente satisfecho o muy satisfecho, mientras que el 30% se mantiene en una posición neutral.

Figura 14

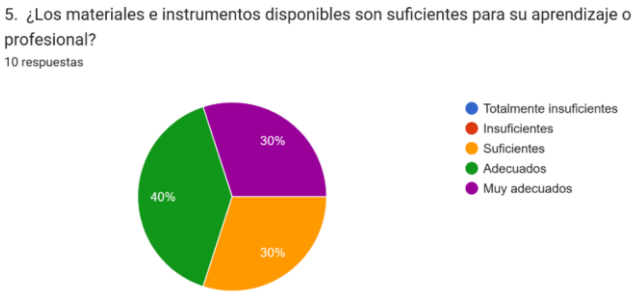
Pregunta 4 Encuesta Final



El 40% de los encuestados refiere que el equilibrio entre teoría y práctica fue muy adecuado, el 30% refiere que fue muy adecuado, y el 20% refiere que fue excelente.

Figura 15

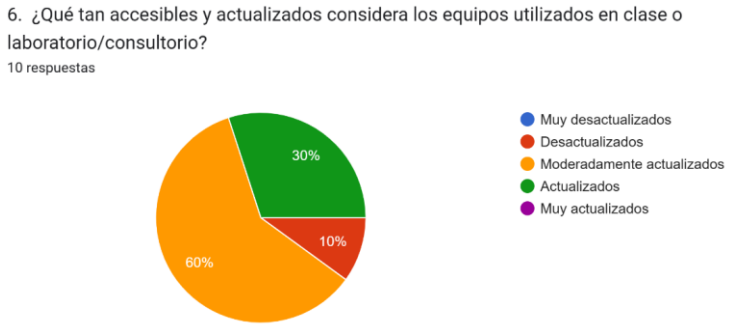
Pregunta 5 Encuesta Final



Entre los participantes, el 30% refiere que son suficientes los materiales e instrumentos para la práctica profesional, en cambio, un 40% dijo que son adecuados y un 40% que fueron muy adecuados.

Figura 16

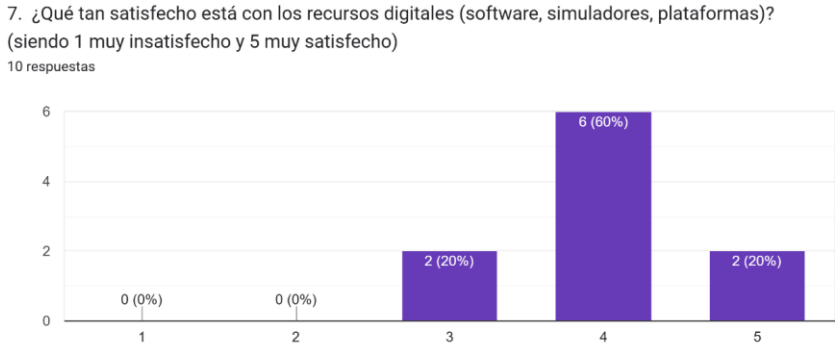
Pregunta 6 Encuesta Final



La gráfica de la pregunta 6 nos indica que un 30% de los materiales o equipos utilizados en clase o laboratorio son actualizados, un 10% nos indica que son desactualizados y el 60% de los encuestados dijo que era moderadamente actualizados.

Figura 17

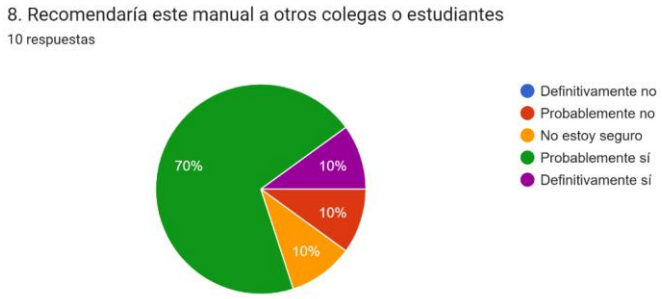
Pregunta 7 Encuesta Final



Hoy el 60% de las personas encuestadas nos dijo que se encuentra satisfecho con los recursos digitales, el 20% se encontraba neutral y el 20% también se encontraba muy satisfecho.

Figura 18

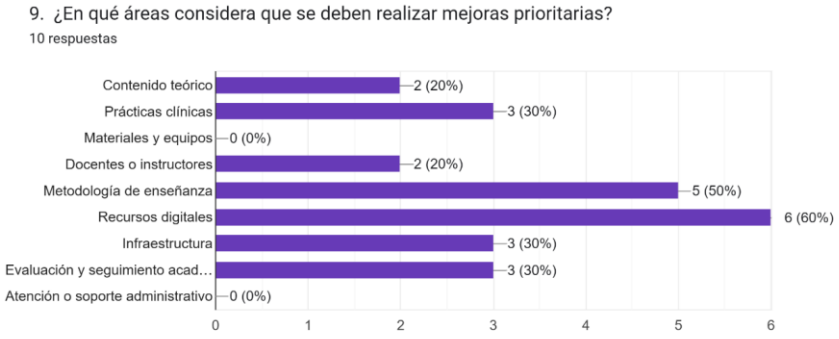
Pregunta 8 Encuesta Final



Este gráfico nos permite ver que el 70% de encuestados refiere que probablemente si recomendaría este manual a otros colegas o estudiantes, mientras que el 10% definitivamente si, el 10% probablemente no y el 10% restante, no esta seguro.

Figura 19

Pregunta 9 Encuesta Final



La gráfica de la pregunta 9 nos indica que hay que realizar mejoras prioritarias referidas por el 50 y 60$ en los recursos digitales y la metodología de enseñanza, mientras que un 30% de los encuestados refiere mejoras en prácticas clínicas, infraestructura y

evaluación y seguimiento académico. Un 20% de encuestados refiere mejorar a docentes o instructores y el contenido teórico.

En resumen, lo que nos permite observar en cada una de las preguntas y en cada uno de los participantes es que ellos se encuentran en etapas formativas o empezando su vida profesional; por ello, este manual será de su agrado. Y nos ayudará a mantener una guía para la elaboración de una prótesis.

El equilibrio entre teoría y práctica es valorado favorablemente por el 90% de los encuestados. Los materiales e instrumentos son considerados suficientes o mejores por la totalidad de los encuestados. Existe una percepción positiva sobre la claridad y calidad de los contenidos académicos. Hay que considerar que existen pequeños márgenes para fortalecer aún más la integración entre práctica y teoría, así como la actualización continua de equipos y recursos educativos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- El uso de las tecnologías digitales, en lo que respecta al área de restauración protésica, recitación profesional, lo cual ayudará a evitar errores operativos y promover tratamientos con mejores resultados, ya sean estos funcionales o estéticos. El análisis evidencia que su implementación adecuada mejora el desempeño de mi hijo y eleva de manera significativa los estándares en la atención al paciente.
- Podemos concluir que la impresión 3D ofrece ventajas significativas, como la reducción del tiempo tanto en el trabajo como en la colocación de la prótesis impresa en el paciente, se obtiene una mayor exactitud de ajuste, una mayor reproducibilidad y la posibilidad de lograr estandarizar procesos.
- La revisión en diferentes textos nos ha permitido identificar con claridad. Los recursos tecnológicos que son indispensables para llevar a cabo la fabricación de una prótesis total impresa en resina, entre los que podemos mencionar los escáneres integrales o de escritorio, los software de CAD/CAM especializados así como sus diversas impresoras de alta precisión y resinas biocompatibles certificadas.

Recomendaciones

- Es recomendable que los odontólogos, técnicos y estudiantes se puedan formar de manera constante en las nuevas tecnologías digitales. Esta actualización debe constar en las operaciones de equipos, interpretación de archivos y validación clínica de resultados obtenidos.

- Es recomendable que al elaborar cualquier tipo de manual se use tecnología especializada, pero con reducción clara, evitando cualquier explicación excesiva o compleja que dificulte la comprensión.
- El manual puede fortalecerse. Ya sea incluyendo algún capítulo que explique algunas de las fallas más frecuentes en la impresión 3D, así como su posible solución, como las deformaciones por las porosidades, fallas de soporte o incluso los errores de exposición.
- Es bueno recalcar algunos de los estándares funcionales y estéticos, como el ajuste pulido, estabilidad, extensión, oclusión, retención.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alhallak, M., Hagi, O., Pavli, M., & Maniewicz, L. (2024). Are There Clinical Differences Between 3D-Printed and Milled Complete Dentures? A Systematic Review and Meta-analysis. *International Journal of Prosthodontics, 12*(3), 1–15. https://doi.org/10.11607/ijp.7663

Alyami, M. H. (2024). The Applications of 3D-Printing Technology in Prosthodontics: A Review of the Current Literature. *Cureus, 16*(9), e68501. https://doi.org/10.7759/cureus.68501

Arias, F. G. (2012). *El proyecto de investigación: introducción a la metodología científica* (6.ª ed.). Editorial Episteme. https://abacoenred.org/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf

Caballero-González, A., & González Fuenzalida, C. (2014). Revisión bibliográfica: impresiones para prótesis parciales y totales removibles. Universidad Finis Terrae. Recuperado de https://hdl.handle.net/20.500.12254/440

Chirán Latacumba, W. F., Morales Morales, N. E., & Rodríguez Cuellar, Y. (2025). Elaboración de prótesis dentales en pacientes de mediana edad mediante la aplicación de impresiones 3D: revisión sistemática. Universidad de los Andes. Recuperado de https://dspace.uniandes.edu.ec/handle/123456789/18864

Devlin, H., Williams, R., El-Kholany, A., El-Haddad, R., & Awad, M. (2023). Current challenges for 3D printing complete dentures: experiences from a multi-centre clinical trial. *British Dental Journal, 235*(4), 263–267. https://doi.org/10.1038/s41415-023-6114-0

Espinoza Rocha, V. A. (2024). *Evaluación del nivel de conocimiento de las resinas de impresión 3D entre los estudiantes de postgrado de la UEES*. Universidad Estatal de

España. Recuperado de https://repositorio.uees.edu.ec/items/1e71bd16-e517-4c3c-9e7e-ed5bffba04a1/full

Estética en prótesis removibles. (2010). Repositorio UNESP. Recuperado de https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/e1cfcc0b-e12c-49f2-a835-04c583b3c492/content

Fayed, A., Ahmed, F., Shokry, K., & El-Sherbiny, A. (2024). 3D-Printed Complete Dentures: A Review of Clinical and Patient-Based Outcomes. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 21*(9), 1145. https://doi.org/10.3390/ijerph21091145

Formlabs. (s. f.). *Impresión 3D de prótesis dentales completas con las impresoras 3D de Formlabs: Libro blanco*. Recuperado de https://3d.formlabs.com/impresion-3d-de-protesis-dentales-completas-con-las-impresoras-3D-de-Formlabs/

Gaceta Dental. (2023, 22 de noviembre). Nanopartículas de TiO_2 en las prótesis dentales impresas en 3D. *Gaceta Dental*. Recuperado de https://gacetadental.com/2023/11/nanoparticulas-de-tio2-en-las-protesis-dentales-impresas-en-3d-53943/

Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C., & Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill. https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf

Kerlinger, F. N., & Lee, H. B. (2002). *Investigación del comportamiento* [Traducción de Foundations of Behavioral Research] (4.ª ed.). McGraw-Hill. https://padron.entretemas.com.ve/INICC2018-2/lecturas/u2/kerlinger-investigacion.pdf

Kim, M., Kim, H., & Lee, D. (2023). Three-dimensional printing of temporary crowns with polylactic acid polymer using the fused deposition modeling technique: a case series. *Journal of Prosthodontic Research, 67*(1), 10–15.

Lee, H. H., Lee, S. H., Park, C. H., & Han, J. S. (2023). Comparison of the Trueness of Complete Dentures Fabricated Using Liquid Crystal Display 3D Printing According to Build Angle and Natural Light Exposure. *Journal of Prosthetic Dentistry, 129*(6), 800–807.

Lee, S. H., Park, C. H., Han, J. S., & Yang, H. S. (2024). Evaluation of photopolymer resins for dental prosthetics fabricated via the stereolithography process at different polymerisation temperatures—Part I: Conversion rate and mechanical properties. *Journal of Dentistry, 143*, 103859.

Macrynikola, A., Mitsios, C., Roussou, V., & Kourtis, S. (2024). Fabrication of an Immediate Complete Denture with Digital Workflow: A Case Report. *The Open Dentistry Journal, 18*(1), e18742106305680. https://doi.org/10.2174/0118742106305680240510053754

Muta, C., Shiono, T., Miyoshi, M., Murase, M., Yano, M., & Nakashima, K. (2020). Chairside fabrication of provisional crowns on FDM 3D-printed PVA Model. *Dental Materials Journal, 39*(6), 967–973.

Ngo, T. D., Kashani, A., Imbalzano, G., Nguyen, K. T. Q., & Hui, D. (2018). Additive manufacturing (3D printing): A review of materials, methods, applications and challenges. *Composites Part B: Engineering, 143*, 172-196. https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2018.02.012

Park, J. H., Song, S. Y., & Lee, S. H. (2025). The evolution of digital complete denture fabrication: A step-by-step consensus protocol and critical appraisal. *International*

Journal of Oral Science, 17(1), Artículo 15. https://doi.org/10.1038/s41368-025-00388-2

Ren, Z., Zhang, J., Zou, X., Ma, H., Chen, Q., Du, Y., Wu, B., & Wang, J. (2023). Three-Dimensional Printing in Dentistry: A Scoping Review of Clinical Applications, Advantages, and Current Limitations. *Journal of Functional Biomaterials, 14*(3), 136. https://doi.org/10.3390/jfb14030136

Revilla-León, M., Sánchez-Rubio, J. L., & Ozcan, M. (2019). Implant prosthodontic discrepancy of complete-arch Co-Cr implant frameworks manufactured through selective laser melting additive manufacturing technology using a coordinate measuring machine. *Journal of Prosthetic Dentistry, 121*(4), 633–639.

Revilla-León, M., Sánchez-Rubio, J. L., & Ozcan, M. (2024). 3D Printing of Complete Dentures: A Narrative Review. *The International Journal of Prosthodontics, 37*(4), 305–315.

Ruan, D., Wang, X., Wang, Y., & Ge, Z. (2023). A review of current status and future perspectives of 3D printing in root canal treatment. *International Journal of Oral Science, 15*(1), Artículo 49. https://doi.org/10.1038/s41368-023-00244-8

Salameh, H., Alabed, E., & Alhajj, M. (2023). Properties of 3D-Printed Complete Dentures – Clarified And Unclarified Aspects. *Journal of Dental Specialties, 11*(2), 1–8.

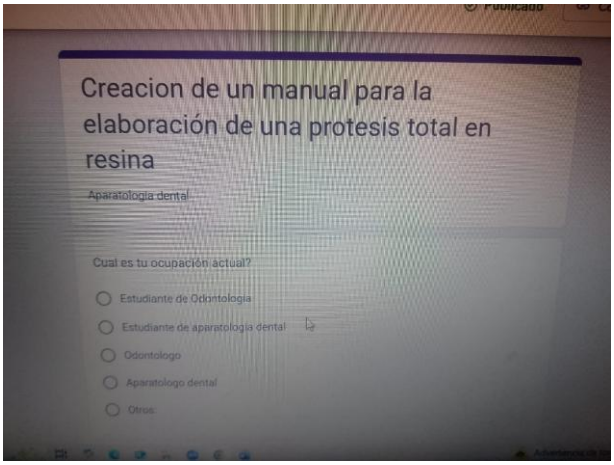
Tamayo, M., & Tamayo, M. (2001). *El proceso de la investigación científica*. Limusa. https://books.google.com.cu/books/about/El_proceso_de_la_investigaci%C3%B3n_ci ent%C3%ADf.html?id=BhymmEqkkJwC&redir_esc=y

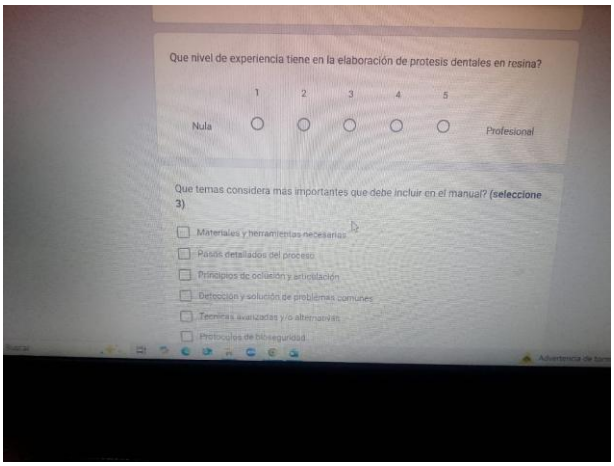
Three-Dimensionally Printed Splints in Dentistry: A Comprehensive Review. (2025). *Dentistry Journal, 13*(7), 312. https://doi.org/10.3390/dj13070312

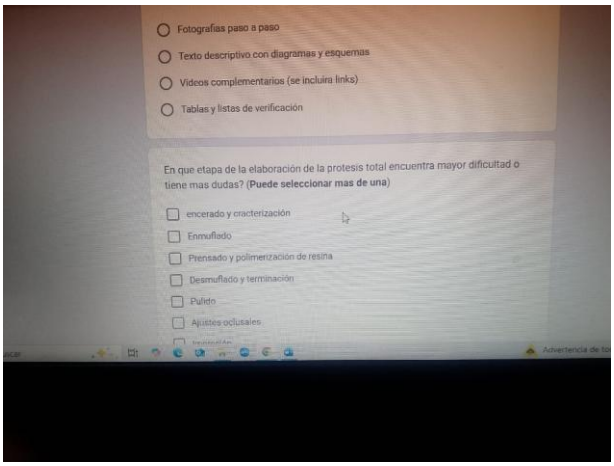
Tian, Y., Chen, C., & Xu, X. (2021). A Review of 3D Printing in Dentistry: Technologies, Affecting Factors, and Applications. *Scanning, 2021*, Article 9950131. https://doi.org/10.1155/2021/9950131

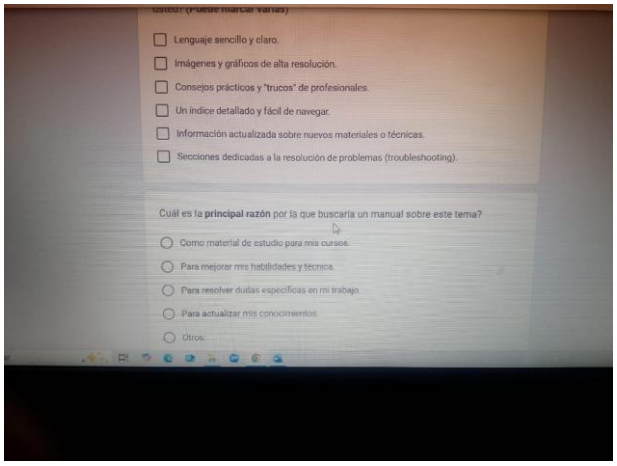
Yuan, Z., Lin, J., Zhang, J., & Shi, W. (2022). Application of 3 dimension-printed injection-molded polyether ether ketone lunate prosthesis in the treatment of stage III Kienböck's disease: A case report. *Frontiers in Surgery, 9*, 1007421.

ANEXO A: Encuesta Inicial





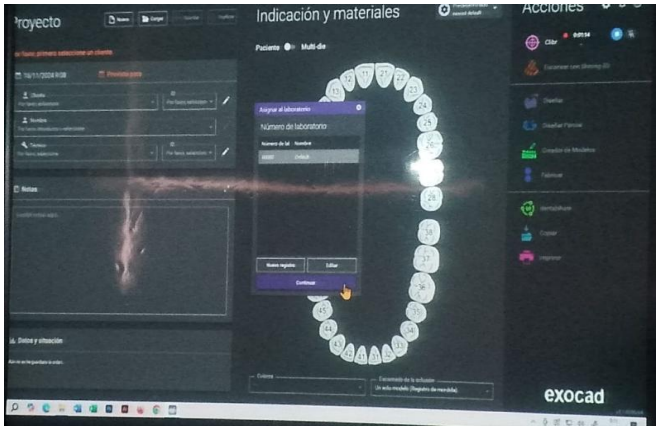

Fotografías paso a paso
Texto descriptivo con diagramas y esquemas
Videos complementarios (se incluirá links)
Tablas y listas de verificación
En que etapa de la elaboración de la protesis total encuentra mayor dificultad o tiene mas dudas? (Puede seleccionar mas de una)
encerado y cracterización
Enmuflado
Prensado y polimerización de resina
Desmuflado y terminación
Pulido
Ajustes oclusales


Lenguaje sencillo y claro.
Imágenes y gráficos de alta resolución.
Consejos prácticos y "trucos" de profesionales.
Un índice detallado y fácil de navegar.
Información actualizada sobre nuevos materiales o técnicas.
Secciones dedicadas a la resolución de problemas (troubleshooting).
Cuál es la principal razón por la que buscaría un manual sobre este tema?
Como material de estudio para mis cursos.
Para mejorar mis habilidades y técnica.
Para resolver dudas específicas en mi trabajo.
Para actualizar mis conocimientos
Otros:

ANEXO B: Fotos de proceso de elaboración







TECNOLÓGICO SAN ANTONIO Tesa

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD
TESA

La Dirección de Titulación, certifica que el trabajo final presentado por **ALTAMIRANO MENDOZA CHRISTIAN ANDRÉS**, ha sido sometido a un análisis de similitud mediante la herramienta Turnitin.

El resultado obtenido refleja un **12%** de similitud, porcentaje que se encuentra dentro de los parámetros establecidos por el Instituto Superior Tecnológico San Antonio – TESA, cumpliendo con los criterios de originalidad y autenticidad académica exigidos.

Quito, 13 de enero del 2026

TECNOLÓGICO SAN ANTONIO Tesa

COORDINACIÓN TITULACIÓN
Ana Paucar