INSTITUTO SUPERIOR

TECNOLÓGICO SAN ANTONIO

Escuela de Ciencias de la Salud

Creación de manual de uso para la elaboración de provisionales digitales impresos en resina dental en Laboratorio TESA, año 2025.

Evelyn Andrea Carriel Soriano

Aparatología Dental

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

Tecnólogo Superior en aparatología dental

Quito, 07 de enero de 2026

INSTITUTO SUPERIOR

TECNOLÓGICO SAN ANTONIO

Escuela de Ciencia de la salud

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

Creación de manual de uso para la elaboración de provisionales digitales impresos en resina dental en Laboratorio TESA, año 2025.

Evelyn Andrea Carriel Soriano

José Luis Miranda Valarezo, Tecnólogo Superior en Aparatología Dental

Quito, 07 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: Evelyn Andrea Carriel Soriano

Código estudiante: 2043

Cédula de identidad: 0941067936

Lugar y fecha: Quito, Diciembre

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UNPUBLISHED DOCUMENT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

Dedico este proyecto a mis padres y a mi tía por su apoyo incondicional y constante motivación.

A mis abuelos por todos sus consejos.

A mi primo John por su apoyo emocional y profesional.

A mis docentes que guiaron y contribuyeron a mi crecimiento profesional.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi sincero agradecimiento a los docentes de TPD. Luis Muñoz., TPD. José Miranda., Od. Angélica Torres, TPD Denisse Yánez por su acompañamiento, orientación y valiosos conocimientos.

Agradezco a mi familia y compañeros, quienes estuvieron a mi lado apoyándome en todo momento.

RESUMEN

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo desarrollar un manual de uso estandarizado para la elaboración de provisionales digitales impresos en resina dental en el Laboratorio TESA, con la finalidad de optimizar los procesos productivos, mejorar la calidad del producto final y fortalecer el cumplimiento de normas de bioseguridad. El estudio surge a partir de la identificación de variaciones en los procedimientos de impresión 3D, inconsistencias en los resultados y dependencia del conocimiento empírico del personal técnico, lo que limitaba el aprovechamiento adecuado de la tecnología disponible. Desde el punto de vista metodológico, esta es una investigación aplicada, no experimental y de campo, de corte transversal. Para obtener un diagnóstico de la situación inicial del laboratorio y establecer los parámetros necesarios para la estandardización del flujo digital de trabajo se utilizaron técnicas como la observación directa, encuestas semiestructuradas, y análisis de documentos técnicos comparativos. Los resultados obtenidos se plasmaron en un manual de procedimientos que incluye los lineamientos técnicos, operativos y de bioseguridad para el diseño, impresión y postprocesado de provisionales digitales en resina. Se concluye que la implementación del manual contribuye a mejorar la precisión dimensional, el acabado y la funcionalidad clínica de los provisionales, además de fortalecer las competencias técnicas del personal y consolidar la odontología digital como eje de desarrollo del Laboratorio TESA.

Palabras clave: odontología digital, impresión 3D, provisionales dentales, resina dental, estandarización de procesos, laboratorio dental.

ABSTRACT

This capstone project aims to develop a standardized user manual for the fabrication of digitally printed provisional dental restorations using resin at the TESA Laboratory, with the purpose of optimizing production processes, improving the quality of the final product, and strengthening compliance with biosafety standards. The study emerged from the identification of procedural variability in 3D printing, inconsistencies in clinical outcomes, and a high dependence on the empirical knowledge of technical staff, which limited the efficient use of available digital technology. The research adopts an applied approach, with a non-experimental and cross-sectional design. Data collection techniques included direct observation, semi-structured surveys, and comparative analysis of technical documentation, allowing for an accurate diagnosis of the laboratory's initial conditions and the definition of key parameters required to standardize the digital workflow. As a result, a procedures manual was developed, integrating technical, operational, and biosafety guidelines for the design, printing, and post-processing of digitally printed resin provisionals. It is concluded that the implementation of this manual contributes to improved dimensional accuracy, surface finish, and clinical functionality of provisional restorations, while also enhancing technical competencies among personnel and consolidating digital dentistry as a strategic foundation for the development of the TESA Laboratory.

Keywords: digital dentistry, 3D printing, dental provisionals, dental resin, process standardization, dental laboratory.

INDICE DE CONTENIDO

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN 18

1.1.Planteamiento del Problema 18

1.2.Justificación…… 20

1.3.Alcance……. 25

1.4.Objetivos General y Específicos 28

1.4.1 Objetivo general 28

1.4.2 Objetivos específicos 28

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO 31

2.1. Fundamentos de la Odontología Digital 31

2.1.1. Evolución de la odontología: de lo convencional a lo digital 31

2.1.2. Importancia de la digitalización en la formación académica y práctica clínica 32

2.2. Ciencia y Tecnología de la Impresión 3D en Odontología 33

2.2.1. Tecnologías de impresión 3D utilizadas en odontología 34

2.2.2. Evidencia científica sobre precisión, adaptación marginal y propiedades mecánicas en prótesis impresas 35

2.3. Materiales Poliméricos en Odontología Digital 37

2.3.1. Fundamentos químicos de las resinas dentales fotopolimerizables 37

2.4. Clasificación de resinas dentales para aplicaciones protésicas 38

2.5. Resinas para provisionales dentales 41

2.5.1. Propiedades físico-mecánicas, biocompatibilidad y comportamiento clínico 41

2.6. Estudios comparativos entre resinas tradicionales y resinas para impresión 3D……. 43

2.7. Diseño y Validación Científica de Provisionales Dentales Digitales 45

2.7.1. Parámetros de evaluación científica: adaptación marginal, resistencia a la fractura y estabilidad cromática 47
2.7.2. Herramientas CAD en odontología: revisión de evidencia y aplicaciones.....50
2.8. Procesos de Poscurado y Estabilidad de las Restauraciones Provisionales.....53
2.8.1. Influencia del curado en las propiedades mecánicas y biológicas de las resinas.....53
2.8.2. Técnicas de posprocesamiento: validación de métodos en la literatura científica.....54
2.8.3. Superficie, rugosidad y estética: implicaciones clínicas en la longevidad del provisional 56
2.9. Bioseguridad y Sostenibilidad en el Laboratorio Digital.....59
2.9.1. Riesgos ocupacionales en el manejo de resinas y evidencia científica.....59
2.10.1. Gestión de residuos y sostenibilidad en la práctica digital 62
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO.....65
3.1. Tipo de investigación.....65
3.1.1. Según el propósito.....65
3.1.2. Según la manipulación de las variables 66
3.1.3. Según el tiempo de desarrollo.....66
3.2. Tipo de Enfoque.....67
3.3. Herramientas metodológicas.....67
3.4. Técnicas…….. 68
3.4.1. Observación directa 68
3.4.2. Encuestas semiestructuradas.....69
3.4.3. Análisis comparativo de documentos técnicos 69
3.4.4. Taller de validación.....70
3.5.Estudios iniciales 70
3.5.2.Matriz de operacionalización de variables.....72

3.5.3.Criterios y exclusión 73

3.6.2.3 *Software utilizado* 88

CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 121

4.1.Análisis e……..... 121

4.1.1.*Validación por Expertos / Focus Group* 121

4.1.2.*Encuesta Inicial: Manual de Uso de Provisionales Digitales Impresos*…… 122

4.1.2.1.Nivel de Experiencia en el laboratorio dental 122

Interpretación…….. 123

4.1.2.2.Familiarización de impresión 3D en ámbito dental. 123

Interpretación……. 123

4.2.Discusión de resultados..... 135

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 138

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 140

ANEXO A: Encuesta Inicial: Manual de Uso de Provisionales Digitales Impresos 151

ANEXO B: Validación por Expertos / Focus Group 153

ANEXO C: Encuesta Satisfacción: Manual de Uso de Provisionales Digitales Impresos.... 156

ANEXO D: Captura de Pantalla del Video Instructivo realizado por la autora Respecto al Escaneo de Modelos……. 161

ANEXO E: Captura de Pantalla del Video Instructivo realizado por la autora Respecto al Diseño de Provisionales. 165

ANEXO F: Captura de Pantalla del Video Instructivo realizado por la autora Respecto a la Colocación de Soportes..... 168

ANEXO G: Realización de la Autora del diente en el *Software* de Exocard. 173

ANEXO H: Realización de la Autora del proceso de Pulido del diente..... 174

ANEXO INSTITUCIONAL.....175

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de Operacionalización de Variables 72

Tabla 2 Criterios de Inclusión y Exclusión. 74

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Organizador Gráfico De Variables (Dependiente E Independiente) 71

Figura 2 Uso De Equipo De Protección Personal En El Laboratorio Dental. 78

Figura 3 Desinfección De Modelos Dentales En Área De Bioseguridad. 78

Figura 4 Escáner De Mesa Shining 3d Utilizado Para La Digitalización De Modelos Dentales. 79

Figura 5 Impresora 3d Anycubic Photon Mono 4 Ultra Utilizada Para La Elaboración De Provisionales. 80

Figura 6 Estación De Lavado Para La Limpieza De Provisionales Impresos En Resina. 80

Figura 7 Estación De Curado Empleada Para El Endurecimiento Final De Las Piezas Impresas. 81

Figura 8 Alcohol Utilizado Para La Limpieza De Provisionales Impresos. 82

Figura 9 Resina Cosmos Temp Empleada En La Impresión De Provisionales. 82

Figura 10 Blu-Tack Utilizado Como Material De Fijación Temporal. 83

Figura 11 Espátula De Metal Utilizada En El Proceso De Trabajo. 84

Figura 12 Espátula De Silicona Utilizada Para La Manipulación De Resina. 84

Figura 13 Pinzas De Laboratorio Para Retiro De Soportes Y Manipulación De Restauraciones Impresas. 85

Figura 14 Instrumento Eléctrico De Secado Por Aire Para Restauraciones Impresas. 85

Figura 15 Discos De Silicona Para Acabado Dental. 86

Figura 16 Felpas De Pulido Dental. 86

Figura 17 Piedra Pómez Utilizada En El Pulido Inicial Del Provisional. 87

Figura 18 Glaze Optiglaze Empleado Para La Protección Superficial Del Provisional. 87

Figura 19 Software Exocad Empleado Para El Diseño De Provisionales Dentales. 88

Figura 20 Software Anycubic Photon Workshop Para La Preparación De Archivos De Impresión. 89
Figura 21 Software Dental Manager Para La Administración De Trabajos Digitales. 89
Figura 22 Material Adhesivo Reutilizable Blu-Tack Para Fijación De Modelos Dentales. ...90
Figura 23 Modelo Dental Físico Fijado En La Plataforma Del Escáner De Mesa Shining 3d. 91
Figura 24 Escaneo Del Modelo Dental Inferior En Escáner De Mesa Shining 3d Con Visualización Del Modelo Tridimensional En El Software. 92
Figura 25 Escaneo Del Modelo Dental Superior En El Escáner De Mesa Shining 3d Con Visualización Del Modelo Tridimensional En El Software. 92
Figura 26 Posicionamiento Del Modelo Dental Superior En La Plataforma Del Escáner De Mesa Shining 3d. 93
Figura 27 Código Qr De Acceso Al Video Ilustrativo Del Flujo Digital. 94
Figura 28 Operador Evaluando La Calidad De Un Escaneo Dental En Un Software Digital, Verificando La Integridad Y Precisión Del Modelo Tridimensional. 94
Figura 29 Interfaz Del Software Exocad Mostrando La Importación Y Visualización Del Modelo Dental Digital Para El Inicio Del Diseño De Provisionales. 96
Figura 30 Vista Superior Del Modelo Dental Digital Correctamente Orientado, Mostrando Las Caras Oclusales Hacia El Operador Dentro Del Entorno De Diseño. 97
Figura 31 Ejemplo Comparativo De Orientación Correcta E Incorrecta Del Modelo Digital En Exocad. 97
Figura 32 Marcado De La Línea De Terminación En El Modelo Dental Digital En Exocad.98
Figura 33 Orientación Del Modelo Digital Y Evaluación De Zonas Retentivas Para La Definición Del Eje De Inserción En Exocad. 99
Figura 34 Configuración De Parámetros Del Espacio Para El Cemento En Exocad. 99

Figura 35 Espacio Para El Cemento En El Modelo Digital. 100

Figura 36 Selección Y Posicionamiento De Dientes Del Provisional En Exocad Utilizando La Biblioteca Dental. 100

Figura 37 Mapa De Calor De Contactos Oclusales Durante El Posicionamiento De Dientes En Exocad. 101

Figura 38 Adaptación De Los Dientes Al Modelo Digital En Exocad. 101

Figura 39 Diseño Libre Del Provisional: Ajuste Anatómico Y Suavizado De Superficies En Exocad. 102

Figura 40 Unificación Y Guardado De Restauraciones Provisionales En Exocad. 103

Figura 41 Código Qr De Acceso Al Video Del Proceso Completo De Diseño De Provisionales En Resina 3d. 104

Figura 42 Localización Y Selección De Archivos Stl Desde Dentaldb Para El Proceso De Impresión. 105

Figura 43 Restauraciones Cargadas En La Plataforma De Anycubic Photon Workshop. 106

Figura 44 Orientación De Restauraciones Sobre La Base De Impresión. 106

Figura 45 Configuración De Soportes Para La Impresión De Restauraciones. 107

Figura 46 Ajuste De Parámetros De La Resina Cosmos Temp. 108

Figura 47 Generación Del Archivo De Impresión (Slice). 108

Figura 48 Guardado Del Archivo De Impresión. 109

Figura 49 Almacenamiento Del Archivo En Dispositivo Externo. 109

Figura 50 Código Qr Para Visualización Del Proceso Completo De Impresión 3d. 110

Figura 51 111

Figura 52 Inspección Del Provisional Luego Del Retiro De Soportes. 111

Figura 53 Lavado Inicial En Alcohol Isopropílico De Restauraciones Impresas. 112

Figura 54 Eliminación De Residuos De Alcohol Previo Al Curado Uv. 113

Figura 55 Curado Uv Del Provisional Impreso. 114

Figura 56 Exposición A Luz Uv Para La Polimerización Final Del Provisional. 114

Figura 57 Pulido De La Superficie Del Provisional Para La Eliminación De Irregularidades Y Marcas De Soporte. 116

Figura 58 Abrillantamiento De La Pieza Para Lograr Una Superficie Uniforme. 117

Figura 59 Control Final De Superficie Del Provisional Impreso. 117

Figura 60 Prueba De Ajuste Del Provisional Sobre Modelo De Trabajo. 118

Figura 61 Inspección Visual Del Provisional Para Verificar La Ausencia De Burbujas De Aire, Deformaciones O Defectos. 119

Figura 62 Evaluación De La Adaptación Marginal Del Provisional. 120

Figura 63 Resultado Encuesta Inicial: Pregunta 1 122

Figura 64 Resultado Encuesta Inicial: Pregunta 2 123

Figura 65 Resultado Encuesta Inicial: Pregunta 3 124

Figura 66 Resultado Encuesta Inicial: Pregunta 4 125

Figura 67 Resultado Encuesta Inicial: Pregunta 5 126

Figura 68 Resultado Encuesta Inicial: Pregunta 6 127

Figura 69 Resultado Encuesta Inicial: Pregunta 7 128

Figura 70 Resultado Encuesta Inicial: Pregunta 8 129

Figura 71 Resultado Encuesta De Satisfacción: Pregunta 1 129

Figura 72 Resultado Encuesta De Satisfacción: Pregunta 2 130

Figura 73 Resultado Encuesta De Satisfacción: Pregunta 3 131

Figura 74 Resultado Encuesta De Satisfacción: Pregunta 4 132

Figura 75 Resultado Encuesta De Satisfacción: Pregunta 5 133

Figura 76 Resultado Encuesta De Satisfacción: Pregunta 6 134

Figura 77 Resultado Encuesta De Satisfacción: Pregunta 7 135

CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

En los últimos años, la odontología digital se ha consolidado como una tendencia clave en la práctica dental, incorporando tecnologías CAD/CAM e impresión 3D en la fabricación de restauraciones. La utilización de impresoras 3D de resina permite diseñar coronas y puentes provisionales con materiales biocompatibles, logrando que estas restauraciones temporales se ajusten con alta precisión a la boca del paciente gracias a la exactitud del escaneo e impresión digital (Rodríguez, 2023) Esta revolución tecnológica ha llevado a la eficiencia y precisión en los laboratorios dentales al punto de que el flujo de trabajo digital ya no es una variante a los métodos aceptados habituales sino un estándar de atención, no solo en clínicas, sino en laboratorio. Sin embargo, la introducción de estas nuevas herramientas conlleva desafíos importantes: su correcta implementación exige reestructurar procesos, capacitar al personal y establecer protocolos claros de operación tomando en consideración al autor Aquieta (2024).

En el Laboratorio TESA, con el contexto del año 2025, se ha identificado la necesidad de adoptar un flujo de trabajo digital para la elaboración de restauraciones provisionales impresas en resina dental. En la actualidad, carece de un manual de uso o protocolo estandarizado que oriente en este sentido, lo que trae diversas problemáticas. Por un lado, visto que, desde Revelo (2020), cuando los procesos no están estandarizados, cada operador se desempeña de distinta manera, con un resultado de constantes errores y reprocesos y un ciclo de producción prolongado. Esta situación, al menos en líneas generales, está reflejada en el laboratorio, donde la falta de lineamientos escritos ha llevado a la variabilidad en la

calidad de los provisionales – por ejemplo, diferencias en términos de ajuste o resistencia de las piezas – y a las demoras en la entrega de los mismos al profesional clínico.

Además, para Diaz (2025) la falta de un protocolo establecido obliga a los técnicos menos experimentados a depender constantemente de la guía de personal más experimentado o el método prueba-error. En otras palabras, sin un manual claro, la autonomía del equipo técnico es limitada: ante dudas en algún paso del proceso (diseño digital, parámetros de impresión, post-curado, etc.), deben recurrir a supervisores. Esto ralentiza el flujo de trabajo y sobrecarga a los responsables expertos, tal como se ha observado por Revelo (2020) en otros laboratorios donde la falta de estandarización impide que los técnicos concluyan tareas sin la aprobación del gerente, estancando el proceso productivo. Consecuentemente, se generan cuellos de botella y se compromete la capacidad de producción en serie que ofrece la tecnología digital.

Un aspecto crítico del problema es la subutilización de la tecnología disponible. Sin procedimientos definidos y personal debidamente instruido, existe el riesgo de no aprovechar al 100% los equipos de escaneo e impresión 3D ya adquiridos. De hecho, se ha reportado que ciertos laboratorios mantienen procesos manuales tradicionales (como el modelado o fresado convencional de provisionales) aun disponiendo de impresoras 3D, debido a la falta de confianza o conocimiento en su uso óptimo de acuerdo con León & Cañar (2025). Esto conlleva un desperdicio de la inversión tecnológica y la perpetuación de ineficiencias que la digitalización pretendía solucionar.

Por último, pero no menos importante, subyace una preocupación de bioseguridad, la elaboración de provisionales implica manejar materiales y dispositivos que pueden ser focos de contaminación si no se siguen protocolos estrictos. En el caso digital, las resinas fotosensibles usadas en impresión 3D requieren precauciones especiales: su manipulación sin

protección adecuada puede exponer al personal a sustancias químicas irritantes o tóxicas (Pérez, 2024), y los vapores (compuestos orgánicos volátiles) emitidos durante la impresión pueden afectar las vías respiratorias si no hay ventilación apropiada como lo indican Cushpa & Galván (2022). Asimismo, las prótesis provisionales, al igual que las impresiones dentales tradicionales, representan un potencial de contaminación cruzada al transitar entre el paciente, la clínica y el laboratorio (Sartori et al., 2020). Si el laboratorio no cuenta con un procedimiento unificado para la desinfección de las piezas impresas y el cumplimiento de barreras de protección (guantes, mascarillas, etc.), se aumenta el riesgo de infecciones cruzadas y accidentes laborales.

En definitiva, se establece que el problema central radica en la inexistencia de un manual de uso estandarizado para la fabricación de provisionales digitales impresos en resina en el Laboratorio TESA, lo cual causa: (1) variabilidad en los procedimientos y en los resultados, (2) dependencia excesiva de saberes tácitos del personal involucrado, (3) subutilización de la tecnología CAD/CAM y (4) posibles deficiencias bioseguridad. La situación no sólo impide la plena incorporación de la odontología digital en el quehacer del laboratorio, sino que también, abre la puerta a reprocesos, demoras, costos e inseguridad de los profesionales y pacientes, en virtud de donde la calidad y estabilidad a largo plazo de los provisionales con disminución. Por ello se propone atacar la problemática por medio de una solución integral: la implementación de un manual de procedimientos para todos los integrantes, que proporcione una guía común para los resultados técnicos y la bioseguridad.

1.2. Justificación

La elaboración de un manual de uso para provisionales digitales en resina se justifica plenamente por los beneficios técnicos, organizativos y de seguridad que aportará, alineados con las tendencias actuales en odontología digital. En primer lugar, la sustitución de los

métodos manuales tradicionales por tecnologías digitales CAD/CAM e impresión 3D en el laboratorio respalda la afirmación de que las restauraciones temporales pueden alcanzar una mayor calidad clínica. Diversos estudios recientes demuestran que los provisionales elaborados mediante técnicas digitales presentan una adaptación y precisión altamente satisfactorias. En este sentido, Gizem & Zeynep (2025) señalan que los provisionales fabricados tanto por impresión 3D aditiva como por fresado sustractivo muestran brechas marginales significativamente menores en comparación con aquellos realizados mediante métodos manuales convencionales.

Estos hallazgos evidencian que las coronas temporales diseñadas e impresas digitalmente presentan un mejor ajuste alrededor de las preparaciones dentarias, lo que contribuye a reducir la filtración marginal y a mejorar la respuesta clínica del diente. De manera concordante, Alvarado (2025) sostiene que las soluciones digitales permiten personalizar cada restauración de forma precisa según la anatomía del paciente, incrementando así la satisfacción protésica. En consecuencia, la adopción de la impresión 3D para la elaboración de provisionales se sustenta en una base científica sólida, al tratarse de una técnica probada, precisa y eficaz para la obtención de restauraciones temporales de alta calidad.

Sin embargo, para cosechar las ventajas tecnológicas anteriores, es necesario garantizar que la tecnología se utilice. Y esto rige para el manual que se desarrollará. De acuerdo con la literatura de calidad, el trabajo estandarizado es el mejor medio para llevar a cabo cualquier proceso de manera eficiente y eficaz (Revelo, 2020). El manual del procedimiento asegurará la unificación: todos los técnicos seguirán exactamente las mismas instrucciones detalladas paso a paso acerca de cómo hacer diseños digitales, revestir

impresoras, qué resina es la mejor para usar, los parámetros de impresión instruidos, curado de piezas, etc.

Esto minimizará la variabilidad técnica entre operadores y reducirá drásticamente la probabilidad de errores humanos. De hecho, al documentar y medir cada procedimiento, se pueden identificar puntos críticos de control de calidad en los que intervenir. La experiencia de laboratorios certificados sugiere que cuando todos los procedimientos están estandarizados, medidos y en constante mejora, cada prótesis se fabrica bajo criterios de excelencia que reducen errores y garantizan resultados consistentes (Revelo, 2020). Esto asegura una calidad constante en el resultado final, reduciendo la necesidad de correcciones o repeticiones de trabajo en la clínica.

Un beneficio inmediato de la estandarización será la eficiencia operativa. Al eliminar improvisaciones y métodos dispares, el flujo de trabajo se vuelve más fluido. Por ejemplo, un caso de éxito en un laboratorio odontológico demostró que, al estandarizar el proceso productivo, el tiempo de entrega de prótesis bajó de 5.4 a 4.1 días, aumentando la capacidad de producción en un 20% (Revelo, 2020).

La implementación de un protocolo bien definido agilizaría significativamente la producción de provisionales al eliminar la incertidumbre; cuando cada colaborador conoce sus funciones desde el inicio, los tiempos muertos y la repetición de trabajos defectuosos desaparecen. Esta eficiencia no solo reduce los plazos de entrega —añadiendo valor en un factor crítico de servicio—, sino que optimiza los recursos del laboratorio mediante un ahorro directo en insumos y horas-hombre. A largo plazo, esta solvencia operativa sienta las bases para obtener certificaciones como la ISO 9001, fortaleciendo la imagen institucional y consolidando la confianza de las clínicas asociadas (Diaz, 2025).

La estandarización también se justifica por el fortalecimiento de las competencias técnicas y la autonomía del personal. Actualmente, la falta de lineamientos escritos obstaculiza el aprendizaje; sin embargo, el desarrollo de un manual facilitará el adiestramiento continuo, permitiendo que tanto técnicos actuales como futuros consulten procedimientos documentados en lugar de depender exclusivamente de la tradición oral.

Una vez implementado, este recurso —apoyado en guías y listas de verificación— permitirá a cada operador resolver incidencias de forma autónoma. Esta independencia genera un doble beneficio: agiliza el flujo de trabajo al reducir los tiempos de espera por asistencia técnica y libera a los supervisores de la operatividad constante, permitiéndoles enfocarse en tareas estratégicas de gestión y planificación. En definitiva, la estandarización y la capacitación técnica son procesos complementarios que profesionalizan el laboratorio, garantizando que el personal ejecute sus funciones con mayor seguridad, confianza y eficiencia.

Desde la perspectiva de la bioseguridad y salud ocupacional, la justificación es aún más contundente, un manual incluirá protocolos explícitos de higiene, desinfección y protección personal que son indispensables en un laboratorio dental moderno. Cabe recordar que las normas de bioseguridad se basan en aplicar adecuadas barreras de protección personal, uso racional de desinfectantes y procedimientos de asepsia y esterilización, con el objetivo de evitar enfermedades de riesgo profesional e infecciones cruzadas (Rodríguez et al., 2022).

Aunque en el laboratorio no atendemos directamente al paciente, nuestra labor está profundamente ligada a su bienestar y al de nuestro propio equipo. Cada impresión o modelo que recibimos del consultorio cuenta una historia, pero también puede ser portador de microorganismos invisibles; por eso, cuidar la higiene es, ante todo, un acto de

responsabilidad y respeto. Con este manual, buscamos que la desinfección de cada pieza 3D o el uso de protección al manejar resinas no se vean solo como reglas, sino como hábitos que nos cuidan a todos. Al gestionar correctamente los residuos y entregar trabajos impecables, no solo enviamos una prótesis, sino también la tranquilidad de que estamos trabajando en un entorno seguro y profesional para quienes confían en nuestras manos.

De esta forma se asegurará que cada restauración provisional entregada esté libre de contaminantes, protegiendo al paciente de infecciones cruzadas, a la vez que se protege al técnico de la exposición a agentes nocivos. Es pertinente destacar que la resina líquida de impresión 3D, si no se maneja con precaución, puede ser peligrosa: contiene compuestos que irritan piel, ojos y vías respiratorias, y libera vapores orgánicos volátiles que en inhalaciones prolongadas pueden causar malestares o reacciones alérgicas (Pérez, 2024). Además, el manual debe especificar las medidas de control de estos riesgos, protegiendo al equipo humano a cargo mediante la implementación de medidas de buena práctica como ventilación adecuada del área de impresión, extractor o filtros, EPP, limpieza de derrames y otros protocolos que permitan trabajar en un ambiente seguro, y en concordancia a la ley. Esto se introduce para proteger también a los trabajadores, evitando que la producción se detenga por accidentes laborales.

Finalmente, desde un punto de vista académico y profesional, este proyecto llenará un vacío en la literatura técnica local. La mayoría de los manuales o guías disponibles se enfocan en procedimientos tradicionales; por ende, la creación de un manual específico para provisionales digitales impresos en resina será una aportación novedosa. Servirá de referencia para otros laboratorios y facultades odontológicas en Ecuador que estén incursionando en la odontología digital, mostrando un modelo a seguir en cuanto a estandarización de procesos y protocolos de bioseguridad. Asimismo, este enfoque respalda el perfil multidisciplinario del

especialista en aparatología dental. Su valor reside en la capacidad de amalgamar, en una sola pieza física, el dominio de la técnica protésica con los avances de la ingeniería CAD/CAM y los estándares de control de calidad.

1.3. Alcance

El presente proyecto tendrá un alcance delimitado y específico, enfocado en desarrollar e implementar un manual de procedimientos dentro del Laboratorio TESA para la elaboración de provisionales dentales digitales impresos en resina. A continuación, se definen los límites y componentes principales del alcance:

- Aspectos técnicos cubiertos: El manual abarcará todo el flujo de trabajo digital relacionado con la confección de restauraciones provisionales (coronas o puentes temporales) a partir de resinas fotopolimerizables. "Dicho flujo de trabajo abarca, en primera instancia, el modelado virtual del provisional mediante plataformas de diseño especializado, tomando como base la anatomía digitalizada del usuario. Posteriormente, se procede a la orquestación del archivo STL, etapa donde se calibran meticulosamente los criterios de impresión: desde la inclinación estratégica de la pieza y el cálculo de sus soportes, hasta la definición de la micra de capa y la adaptación de los parámetros específicos para polímeros de uso odontológico; (3) impresión 3D propiamente dicha de la corona provisional en resina biocompatible; (4) post-procesamiento de la pieza impresa, que comprende el lavado en alcohol isopropílico, curado ultravioleta final según las indicaciones del fabricante de la resina, y removimiento de soportes; (5) acabado y pulido de la restauración provisional, incluyendo ajustes oclusales básicos y verificación de su adaptación en modelo; y (6) esterilización o desinfección de la prótesis provisional antes de su entrega a la clínica dental, según protocolos de bioseguridad. Cada una de estas fases

estará descrita en detalle en el manual, con instrucciones paso a paso, listas de verificación, parámetros recomendados y estándares de calidad que se deben cumplir.

- Equipos y materiales considerados: El documento se diseñará tomando en cuenta la infraestructura existente en el Laboratorio TESA o la que esté planificada instalar. Por ejemplo, se incorporarán procedimientos específicos para la impresora 3D de resina con la que cuente el laboratorio (detallando calibración, mantenimiento básico y manejo seguro de dicha máquina). Del mismo modo, el documento profundiza en el análisis de los fotopolímeros dentales destinados a prótesis transitorias, detallando no solo su ficha técnica y bioseguridad, sino también su comportamiento mecánico y los ciclos de polimerización necesarios para garantizar un manejo responsable.

- Estándares de calidad y seguridad: Un pilar fundamental de este proyecto reside en la definición de estándares rigurosos que dictaminen la idoneidad de cada pieza terminada. El manual detallará parámetros críticos —como los rangos de tolerancia en el sellado marginal, los calibres mínimos de seguridad y la fidelidad estética en términos de cromaticidad—, siempre bajo el respaldo de la evidencia científica y los protocolos de los fabricantes. Por otro lado, se fijarán los procedimientos de bioseguridad dentro del laboratorio relacionados con esta actividad: uso obligatorio de EPP por parte del personal durante manipulación de resina y post-curado, manejo de residuos químicos (reciclaje o desecho de resina no polimerizada, limpieza de equipos), y desinfección de las piezas terminadas y de los equipos de impresión tras cada uso. Todo ello quedará dentro del marco normativo vigente (regulaciones sanitarias y ambientales aplicables a laboratorios dentales en 2025).

- Ámbito institucional: La aplicabilidad de este manual se circunscribe estrictamente al ámbito operativo del **Laboratorio TESA**. Su diseño ha sido concebido para responder a la idiosincrasia de esta organización, considerando desde el perfil de su talento humano y el volumen de demanda actual, hasta la complejidad de los casos que definen su flujo de trabajo cotidiano. En este sentido, el protocolo optimiza la estructura organizativa vigente, delegando responsabilidades precisas a figuras clave como los técnicos protesistas y los coordinadores de área.

- Limitaciones del alcance: Resulta fundamental delimitar las fronteras de este documento, excluyendo aquellas áreas que, por su naturaleza técnica, trascienden el objetivo central. En este sentido, la fabricación de restauraciones definitivas —como puentes o coronas permanentes— queda fuera de este alcance, ya que dichos procesos demandan tecnologías de sustracción o fresado en materiales cerámicos y metálicos. Es pertinente recordar que, bajo el estado del arte actual, la manufactura aditiva de polímeros se reserva exclusivamente para soluciones transitorias y prototipos, dado que las resinas impresas aún no alcanzan los niveles de tenacidad mecánica requeridos para la permanencia a largo plazo (Pérez, 2024). Asimismo, se omiten dispositivos de ortodoncia o férulas para mantener el rigor del tema principal. Por otra parte, este manual no interviene en la fase clínica ni en los actos médicos realizados fuera del entorno técnico, tales como la captura de datos intraorales o el cementado final; no obstante, se establecerán los puentes de comunicación esenciales para garantizar que la prescripción digital recibida por el laboratorio sea precisa y funcional. Por último, en cuanto a validación, el proyecto contempla una implementación piloto del manual dentro del laboratorio, pero no garantiza su adopción inmediata a gran escala más allá del entorno de TESA. La capacitación del personal y la evaluación de resultados

iniciales estarán dentro del alcance, más el seguimiento a largo plazo o la certificación formal de calidad quedarían como trabajo futuro una vez concluida la tesis.

En suma, el alcance de este proyecto cubre la planificación, desarrollo e introducción de un manual técnico de procedimientos para provisionales impresos en resina en el Laboratorio TESA, incluyendo todas las etapas del flujo digital y consideraciones de calidad/bioseguridad, pero excluyendo otros tipos de prótesis o procesos clínicos. Se espera que el producto final esté completamente adaptado a la realidad del laboratorio en 2025 y listo para su puesta en marcha inmediata en dicha institución.

1.4. Objetivos General y Específicos

1.4.1 *Objetivo general*

Desarrollar un manual de uso estandarizado para la elaboración de provisionales dentales digitales impresos en resina en el Laboratorio TESA (año 2025), que sirva como guía integral para optimizar el proceso de producción (diseño CAD, impresión 3D y post-procesado) y garantizar la calidad de las restauraciones provisionales, cumpliendo con las normas de bioseguridad y fortaleciendo la eficiencia operativa del laboratorio.

1.4.2 *Objetivos específicos*

- Investigar y fundamentar el marco teórico-técnico de la literatura científica, técnica y normativa relacionada con la odontología digital aplicada a prótesis provisionales. Esto incluye el estudio de las tecnologías CAD/CAM y de impresión 3D en odontología, las características de las resinas dentales de impresión recientes, y los protocolos o manuales de procedimiento documentados en otros laboratorios o instituciones. Esta investigación proporcionará los criterios actualizados y mejores prácticas que sustentarán las directrices del manual.

- Diagnosticar la situación actual del Laboratorio TESA bajo un análisis del flujo de trabajo vigente en el laboratorio para la elaboración de provisionales (métodos tradicionales utilizados, tiempos, recursos, problemas frecuentes) e identificar las brechas o necesidades al migrar hacia un proceso digital. De igual forma, evaluar las condiciones iniciales en términos de equipamiento (disponibilidad de escáner, impresora 3D, insumos), nivel de capacitación del personal en estas tecnologías y cumplimiento de bioseguridad. Este diagnóstico inicial servirá de línea base para adaptar el manual a la realidad específica del laboratorio.

- Un manual de procedimientos para provisionales digitales: este manual incluirá todas las etapas detalladas y los protocolos estandarizados para fabricar provisionales impresos en resina, es decir: instrucciones paso a paso desde el diseño digital, hasta el post-curado; parámetros técnicos recomendados por ejemplo; resolución de impresión, orientaciones de la pieza, tiempos de curado UV; lineamientos de control de calidad en cada fase, y apartados de bioseguridad EPP, desinfección de piezas, manejo de residuos. Asimismo, se incluirán algunos formatos o listas de chequeo que permitan hacer más práctica su aplicación. Este manual deberá ser redactado con un lenguaje claro y didáctico, que sea accesible al personal técnico, y en concordancia con las políticas internas de TESA.

- La fase crítica de validación y refinamiento garantiza que el manual sea un instrumento operativo fiable antes de su implementación definitiva. Este proceso se articulará mediante una auditoría experta, convocando a especialistas en rehabilitación protésica y tecnólogos con amplia trayectoria en ecosistemas CAD/CAM. El objetivo es someter cada protocolo a una observación rigurosa para evaluar su claridad pedagógica, coherencia técnica y exhaustividad. Durante esta etapa, se documentarán

sistemáticamente las incidencias y el *feedback* del personal, permitiendo realizar ajustes basados en métricas reales; esto incluye la estandarización de variables como los tiempos de precalentamiento de materiales o la realización de estudios comparativos de cronometría en la fabricación de estructuras complejas

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. Fundamentos de la Odontología Digital

2.1.1. *Evolución de la odontología: de lo convencional a lo digital*

La práctica odontológica ha experimentado una transformación significativa en las últimas décadas con la incorporación de herramientas digitales. Tradicionalmente, los procedimientos de rehabilitación oral dependían de métodos artesanales: impresiones físicas con materiales a base de alginato o silicona, vaciado en modelos de yeso, encerados diagnósticos manuales y confección de prótesis provisionales en acrílico mediante técnicas de autopolimerización o termoformado. Este enfoque convencional, si bien logró resultados clínicos aceptables, presentaba limitaciones en precisión, reproducibilidad y eficiencia (Diaz, 2025).

Con la llegada de la odontología digital, impulsada inicialmente por los sistemas CAD/CAM en la década de 1980 (p. ej., la introducción de la tecnología CEREC), se estableció un nuevo paradigma en la forma de trabajar en clínica y laboratorio (Digital dentistry, 2024). El flujo de trabajo digital implica la captura de impresiones ópticas mediante escáneres intraorales o de escritorio, la utilización de software de diseño asistido por computadora (CAD) para modelar restauraciones virtualmente, y la fabricación mediante técnicas computarizadas (CAM) como fresado o impresión 3D.

Esta transición de lo analógico a lo digital ha sido tan impactante que muchas técnicas analógicas están desapareciendo, dando paso a métodos completamente digitales que ofrecen mayor exactitud y automatización en diversos procedimientos odontológicos. En la actualidad, la odontología digital se considera una nueva forma de brindar atención al

paciente, integrando tecnologías desde el diagnóstico por imágenes hasta la elaboración de prótesis, permitiendo un flujo de trabajo más preciso, rápido y personalizado que el convencional (Villavicencio, 2021).

2.1.2. *Importancia de la digitalización en la formación académica y práctica clínica*

Dada la rapidez con que la odontología digital se está convirtiendo en estándar de atención, su incorporación en la formación académica de nuevos profesionales y en la capacitación continua de técnicos dentales es crucial. La educación odontológica contemporánea reconoce que las competencias digitales (manejo de software CAD, conocimiento de escáneres e impresoras 3D, etc.) ya no son opcionales sino necesarias para un desempeño óptimo en la práctica clínica (Salazar, 2025).

De hecho, se ha observado un cambio significativo en la educación y entrenamiento clínico debido a las innovaciones digitales: las facultades de odontología están invirtiendo en laboratorios de simulación virtual, equipos de escaneo y fabricación aditiva para que los estudiantes se familiaricen tempranamente con estos sistemas (UDEM, 2024). Esto responde a la demanda del mercado laboral de profesionales que dominen el flujo digital y puedan integrarlo en la atención al paciente. Por ejemplo, los estudiantes aprenden a escanear modelos y a diseñar restauraciones en software como Exocad o 3Shape, desarrollando habilidades que les permiten ofrecer tratamientos más precisos y predecibles al graduarse (Miquel-Luco, 2024).

En la práctica clínica cotidiana, la alfabetización digital del odontólogo se traduce en una mejor comunicación con el laboratorio y en la capacidad de aprovechar al máximo las ventajas tecnológicas. Un clínico formado en odontología digital sabe tomar impresiones ópticas de calidad, comprende los principios del diseño CAD (lo que le permite hacer

indicaciones más precisas al técnico) y puede incluso realizar ciertas fases del proceso en su consulta (como el prototipado de una corona provisional inmediata). Asimismo, para el técnico dental, la formación en herramientas digitales expande su rol tradicional (Delgado, 2024). Ahora se espera que el tecnólogo dental maneje software de diseño para ajustar la oclusión o la anatomía dental virtualmente, que conozca la calibración y mantenimiento de impresoras 3D, y que entienda las propiedades de nuevos materiales digitales para seleccionar el adecuado en cada caso.

2.2. Ciencia y Tecnología de la Impresión 3D en Odontología

Principios científicos de la fotopolimerización aplicados a la impresión 3D. La impresión 3D en odontología se basa mayoritariamente en la fotopolimerización de resinas líquidas, un proceso químico por el cual los monómeros presentes en la resina se polimerizan al ser expuestos a una luz de cierta longitud de onda. En las tecnologías de impresión usadas en odontología (como SLA o DLP, descritas más adelante), la resina fotosensible contiene oligómeros y monómeros acrílicos (por ejemplo, metacrilatos de uretano) mezclados con fotoiniciadores que reaccionan ante la luz ultravioleta o azul (Escobar et al., 2023). Al incidir una fuente de luz UV de 405 nm sobre la resina, los fotoiniciadores generan radicales libres que inician la polimerización en cadena de los monómeros, solidificando selectivamente la resina en las áreas expuestas. Capa por capa, la impresora va solidificando el material conforme a la sección transversal del objeto deseado, logrando que la pieza tome forma tridimensional de manera aditiva.

Este proceso se repite de forma precisa, con espesores de capa típicamente entre 25 y 100 micras según la resolución requerida. La ciencia detrás de la fotopolimerización garantiza que, controlando parámetros como la intensidad de luz, el tiempo de exposición y la dosis de energía, se alcance un grado de conversión adecuado de la resina para que la pieza

resultante tenga la resistencia y estabilidad dimensional buscadas. Un aspecto crítico es que la polimerización durante la impresión es incompleta (la pieza queda "verde" o parcialmente curada), por lo que posteriormente se requiere un poscurado para finalizar la reticulación polimérica y maximizar las propiedades mecánicas y biológicas, tema que se aborda más adelante. En suma, la impresión 3D por fotopolimerización aplica principios fisicoquímicos similares a los de la polimerización de resinas compuestas en odontología restauradora, pero adaptados a sistemas automáticos de formación de capas, lo que permite obtener geometrías complejas con alta exactitud gracias al control computarizado del proceso (Aquino, 2023).

2.2.1. *Tecnologías de impresión 3D utilizadas en odontología*

Existen diversas técnicas de manufactura aditiva, pero en el ámbito dental, las más difundidas son variantes de la fotopolimerización, principalmente la estereolitografía (SLA) y el procesamiento digital de luz (DLP). Ambas comparten el principio de curado selectivo de resina, diferenciándose en la fuente de luz y el modo de proyectarla. La tecnología SLA utiliza un haz de láser UV focalizado que escanea punto a punto la sección de la capa a solidificar. Es conocida por su alta precisión y detalle fino, ya que el láser puede delinear con exactitud incluso estructuras delicadas (Rivera, 2021).

Por ello, la SLA es muy apreciada para fabricar modelos dentales, prótesis provisionales y guías quirúrgicas con excelente definición de márgenes y puntos de contacto. Por otro lado, la tecnología DLP proyecta una imagen completa de cada capa mediante un proyector digital de luz UV. Esto permite curar cada capa de resina de una sola vez (en lugar de trazarla con un láser), lo que acelera significativamente el proceso. La DLP suele tener una velocidad de impresión mayor que la SLA, aunque la resolución está limitada por la resolución del proyector (tamaño de píxel).

En odontología, la DLP ha ganado popularidad para aplicaciones que requieren rapidez y producción en serie, como la confección de alineadores ortodónticos (donde se imprimen muchos modelos en poco tiempo). Ambas tecnologías producen piezas comparables en cuanto a calidad, aunque hay ligeras diferencias: SLA tiende a ofrecer superficies más lisas y uniformes, mientras DLP puede mostrar un patrón leve en cada capa (efecto píxel) dependiendo del equipo. No obstante, la elección entre SLA y DLP suele basarse en consideraciones de tiempo vs. volumen de producción y en preferencias por marcas o sistemas integrados (Ramos et al., 2025).

2.2.2. *Evidencia científica sobre precisión, adaptación marginal y propiedades mecánicas en prótesis impresas*

La eficacia de la impresión 3D en odontología ha sido objeto de numerosos estudios científicos, enfocándose en métricas clave como la exactitud dimensional, la adaptación marginal de las restauraciones y su desempeño mecánico (resistencia a fractura, desgaste, etc.). En términos de precisión, las investigaciones suelen reportar desviaciones muy pequeñas entre el diseño virtual y la pieza impresa. Rangel & Paco (2025) realizaron una revisión de la impresión 3D en odontología y señalaron que factores como la orientación de la pieza durante la impresión, el grosor de capa y la contracción de la resina pueden afectar la exactitud final, pero con una calibración adecuada los errores se mantienen en rangos clínicamente insignificantes (del orden de decenas de micras).

De hecho, al comparar prótesis fija impresas versus fresadas, se ha encontrado que la fidelidad al diseño original es alta en ambos métodos, con ligeras ventajas a veces para la impresión 3D en reproducir ciertos detalles intrincados. Un estudio citado por (Celi-Yánez et al., 2024) demostró que las coronas provisionales impresas en 3D presentaron un ajuste

marginal promedio < 100 µm, dentro del umbral aceptable clínicamente, y comparable al logrado con provisionales fresados en PMMA industrial. Esto sugiere que las prótesis impresas pueden cumplir con el estándar de precisión necesario para un buen sellado en dientes preparados.

En cuanto a las propiedades mecánicas, específicamente la resistencia a la fractura, los resultados indican que las restauraciones impresas en resina fotocurable son adecuadas para uso provisional, aunque todavía ligeramente inferiores a las obtenidas con materiales convencionales polimerizados en laboratorio bajo óptimas condiciones. Por ejemplo, Alvarado (2025) comparó la resistencia a la flexión (módulo de elasticidad y carga de fractura) entre dos materiales: una resina compuesta nanohíbrida convencional (utilizada típicamente para coronas temporales realizadas de manera directa o indirecta convencional) y una resina fotopolimerizable impresa en 3D, ambos planteados como materiales para restauraciones definitivas.

Los resultados mostraron que la resina impresa alcanzó valores de flexión menores en estado inicial (≈97 MPa) que la resina tradicional (≈151 MPa). Sin embargo, tras simular envejecimiento (termociclado), la resistencia de la resina convencional disminuyó significativamente (~104 MPa), llegando a niveles similares a los de la resina 3D sin envejecer. Esto indica que, si bien las resinas impresas aún pueden presentar menor resistencia inicial que ciertos composites convencionales, su desempeño bajo condiciones clínicas de corto plazo es razonable, y algunos materiales de impresión de nueva generación se aproximan a las propiedades de materiales protésicos tradicionales.

Adicionalmente, Bravo & Bernal (2023) evaluaron la resistencia a la fractura de provisionales y hallaron que tanto la técnica aditiva (impresión) como la sustractiva (fresado) produjeron provisionales con resistencia suficiente para cargas masticatorias promedio,

superando al grupo de provisionales hechos manualmente con acrílico. En particular, las restauraciones fresadas en PMMA tendieron a mostrar la mayor resistencia (por la densidad del material industrial), seguidas muy de cerca por las impresas en resina (cuyo interior puede presentar ligeramente más poros o menor grado de polimerización), mientras que las de acrílico autopoly presentaron la menor resistencia. No obstante, todas cumplieron con el umbral funcional para un provisional, que típicamente se espera que resista las fuerzas oclusales durante algunas semanas o meses.

2.3. Materiales Poliméricos en Odontología Digital

2.3.1. *Fundamentos químicos de las resinas dentales fotopolimerizables*

Las resinas utilizadas en la impresión 3D dental pertenecen a la familia de polímeros acrílicos fotocurables, similares en base química a las resinas compuestas y acrílicos dentales convencionales, pero formuladas con viscosidad y reactividad adaptadas al proceso de impresión. En su composición general se encuentran principalmente monómeros metacrílicos (p. ej., metacrilato de glicol *dimetacrilato*, metacrilato de uretano) que proporcionan la matriz orgánica; oligómeros o prepolímeros que ajustan la viscosidad y contribuyen a las propiedades mecánicas; y fotoiniciadores sensibles a la luz UV de 405 nm (como la *fenilpropanodiona*, TPO, o derivado de *acilfosfina*) que desencadenan la polimerización (Valencia y Villavicencio, 2025). Algunos también contienen cargas nano o microparticuladas (sílice, vidrio) para mejorar la rigidez, de forma análoga a las resinas compuestas, aunque en menor porcentaje que las restauradoras directas, para mantener la fluidez necesaria.

El principio de fotopolimerización radicalaria rige el comportamiento químico: al absorber fotones de la fuente UV, el fotoiniciador genera radicales libres que abren los dobles

enlaces C=C de los monómeros metacrílicos, permitiendo que estos se enlacen entre sí formando cadenas poliméricas entrecruzadas. El grado de polimerización alcanzado tras la impresión determina propiedades como la dureza superficial y la rigidez; dado que la impresión se realiza a temperatura ambiente y con tiempos de exposición cortos por capa, el grado de conversión inicial suele rondar entre 50-70%. Por esta razón, es imprescindible un poscurado posterior con luz UV (y a veces calor) para elevar la conversión por encima del 90% y estabilizar la estructura polimérica. Químicamente, estas resinas están diseñadas para polimerizar rápidamente (en segundos) y tener una contracción controlada.

La contracción volumétrica total al solidificar suele ser del orden de 2-3%, similar a la de acrílicos de autopolimerización; sin embargo, ocurre gradualmente capa a capa y bajo control digital, reduciendo deformaciones globales de la pieza. Además, muchas resinas dentales 3D incluyen inhibidores de polimerización (como hidroquinona) en baja concentración para evitar la gelificación prematura y darle estabilidad en el tanque durante la impresión (Estrada, 2017).

2.4. Clasificación de resinas dentales para aplicaciones protésicas

En el contexto de la odontología digital, las resinas fotopolimerizables se pueden clasificar atendiendo a su uso específico y propiedades requeridas en distintas aplicaciones protésicas:

- Resinas para modelos y prototipos: son materiales diseñados para la fabricación de modelos de trabajo, modelos de estudio o encerados digitales**.** Suelen ser resinas de uso general, no biocompatibles, con alta precisión y costo relativamente bajo. Vienen en colores opacos (beige, gris) que simulan yeso para visualizar detalles. Aunque proporcionan buena estabilidad dimensional, no están pensadas para uso intraoral

prolongado, por lo que no cumplen requisitos de biocompatibilidad estricta (Contreras, 2022).

- Resinas para prótesis provisionales (coronas y puentes temporales): formuladas específicamente para fabricar restauraciones temporales que se cementarán en boca por semanas o meses. Estas formulaciones deben cumplir estrictamente con criterios de biocompatibilidad, garantizando su inocuidad al interactuar con tejidos vivos durante periodos transitorios (habitualmente inferiores a doce meses). Su diseño molecular busca un equilibrio sinérgico entre una resistencia estructural moderada y atributos óptimos de estética, tales como la cromaticidad dental y una translucidez controlada que facilite el acabado superficial. Mediante la incorporación de rellenos inorgánicos, se logra potenciar la dureza de la matriz y mitigar el desgaste prematuro por fricción. Actualmente, las variantes comerciales destinadas a restauraciones provisionales se rigen por normativas internacionales ISO, las cuales certifican una estabilidad colorimétrica duradera y una resistencia a la flexión que supera los 50 MPa, asegurando así la integridad de la pieza durante su fase de servicio como lo mencionan Christiani & Devecchi (2017).

- Resinas para guías quirúrgicas y férulas: son resinas biocompatibles (generalmente clase I) destinadas a dispositivos como guías de implantes, férulas oclusales, placas de blanqueamiento, etc. Requieren alta rigidez y exactitud, pero a diferencia de las provisionales dentales, la estética es secundaria (suelen ser translúcidas o de color ámbar). Deben ser esterilizables o al menos desinfectar sin perder propiedades (por ejemplo, muchas toleran esterilización en frío). Poseen formulaciones que priorizan la resistencia al impacto y baja deformación de acuerdo con Christiani & Devecchi (2017).

- Resinas calcinables (o de patrón de colado): materiales especiales diseñados para imprimir patrones que luego serán eliminados por calor (quemados) en procedimientos de colado o prensado. Se usan para estructuras metálicas, incrustaciones o prótesis removibles. Su principal característica es que arden sin dejar residuos (contenido en cera o monómeros especiales) y tienen una alta precisión, aunque no son mecánicamente resistentes ni biocompatibles, ya que son solo materiales de uso auxiliar (Cubaque, 2021).
- Resinas definitivas de nueva generación: recientemente han aparecido resinas fotocurables anunciadas para restauraciones definitivas (coronas o puentes permanentes). Estas resinas, generalmente híbridos de acrílico con rellenos cerámicos, prometen resistir en boca períodos prolongados. Deben alcanzar alta resistencia a la flexión (>100 MPa), baja absorción de agua y excelente estabilidad de color para considerarse definitivas (Cubaque, 2021).

Una forma de clasificar las resinas es según su base química principal: casi todas las resinas dentales de impresión son de matriz acrílica (metacrílicos), pero algunas incorporan componentes epóxicos modificados o poliésteres para ajustar su comportamiento. También se distinguen resinas rígidas vs. flexibles (estas últimas para aplicaciones como protectores bucales blandos o encías simuladas en modelos). Desde el punto de vista medioambiental, emergen incluso resinas biodegradables para modelos o patrones que no requieran larga duración, reduciendo el impacto ecológico al facilitar su desecho con menor huella (Doan, 2024).

2.5. Resinas para provisionales dentales

2.5.1. *Propiedades físico-mecánicas, biocompatibilidad y comportamiento clínico*

Las coronas y puentes provisionales cumplen una función temporal importante: protegen el diente preparado, mantienen la función masticatoria y la estética mientras se confecciona la restauración definitiva. Por ello, el material con que se fabriquen debe ofrecer un equilibrio entre resistencia suficiente, estética aceptable, facilidad de manipulación y biocompatibilidad. Tradicionalmente se han utilizado resinas acrílicas (polimetilmetacrilato, PMMA) autopolimerizables o resinas compuestas bisacrílicas de fotocurado para fabricar estos provisionales. En el mundo digital, las resinas de impresión 3D para provisionales han sido desarrolladas para emular o mejorar esas propiedades como lo defienden Apaza & Bustamante (2013).

En cuanto a propiedades mecánicas, se espera de un provisional que resista las fuerzas oclusales sin fracturarse durante unas semanas como mínimo. Las resinas impresas suelen tener resistencia a la flexión en el rango de 80–100 MPa (según ficha técnica y estudios in vitro), lo cual es comparable a o ligeramente menor que la de un acrílico curado convencional (que ronda 90–120 MPa) y menor que la de un composite bisacrílico de alta resistencia (que puede exceder 150 MPa) (Merin, 2017). Sin embargo, en la práctica clínica los provisionales impresos han mostrado un desempeño satisfactorio, con bajas tasas de fractura cuando se utilizan en casos unitarios o puentes cortos. Su dureza superficial suele ser suficiente para resistir la abrasión por el tiempo provisional, aunque probablemente inferior a la de un provisional fresado de un disco industrial de PMMA (estos últimos tienen mayor polimerización y homogeneidad).

Desde el punto de vista estético, estas resinas vienen en varios tonos de la guía VITA para aproximarse al color dental. Si bien inicialmente podían ser algo opacas o propensas a pigmentarse, las fórmulas actuales han mejorado en translucidez y estabilidad de color. Al poscurar adecuadamente, presentan un brillo y color estables; no obstante, algunos estudios han encontrado que ciertas resinas impresas pueden sufrir cambios de color AE (medida que diferencia un color de otro) tras inmersión prolongada en café o vino, más que algunos acrílicos tradicionales (Alfaro, 2024). Esto indica que, aunque aptas para unos meses, tal vez no retengan el color impecablemente si se utilizan por periodos muy largos, algo a considerar si la provisionalización se extiende.

La biocompatibilidad es un aspecto crítico: las resinas para provisionales impresas están certificadas generalmente como biocompatibles de Clase IIa, aptas para contacto con la mucosa oral por tiempo temporal. Esto implica que tras su correcto poscurado no liberan cantidades tóxicas de monómero residual ni causan irritación significativa. Varios estudios de citotoxicidad confirman que una pieza impresa y adecuadamente curada reduce dramáticamente su citotoxicidad en comparación con la resina líquida no curada. Aun así, es indispensable lavar bien la restauración después de la impresión para eliminar restos de resina sin polimerizar y luego curarla completamente.

Los fabricantes suelen requerir, para considerar la pieza biocompatible, que se siga al pie de la letra su protocolo de lavado (en alcohol isopropílico u otro solvente adecuado) y poscurado con la dosis de luz indicada. Cumpliendo esto, el material no debe provocar reacciones adversas en la mucosa ni sabor desagradable. En la literatura no se han reportado casos significativos de alergias a provisionales impresos, aunque existe siempre la posibilidad en individuos sensibles a acrílicos (recordando que la composición base sigue siendo

metacrilato, similar al del acrílico convencional al cual ocasionalmente algunos pacientes o técnicos presentan alergia de contacto) (Arcos, 2023).

2.6. Estudios comparativos entre resinas tradicionales y resinas para impresión 3D

La literatura científica actual ha contrastado exhaustivamente los materiales tradicionales frente a las nuevas alternativas digitales, ofreciendo un panorama claro sobre su desempeño relativo. Al respecto, Calderón (2020) postula que la transición hacia flujos de trabajo digitalizados actúa como un factor correctivo frente a la variabilidad intrínseca de los métodos artesanales, minimizando el error humano y garantizando una repetibilidad técnica superior. En términos de integridad estructural, la evidencia posiciona a las restauraciones fresadas en bloques de PMMA como el estándar de mayor solidez y longevidad. Por su parte, la manufactura aditiva 3D ocupa un sólido escalón intermedio, superando notablemente al acrílico de autopolimerización manual, cuya naturaleza porosa y menor resistencia mecánica lo sitúan como la opción de mayor vulnerabilidad ante las cargas funcionales.

No obstante, la manufactura aditiva destaca por alcanzar niveles de precisión geométrica superiores, gracias a la fidelidad del modelado virtual y a la deposición estratificada controlada algorítmicamente. Según los hallazgos de Yánez (2024), la discrepancia marginal en restauraciones provisionales evidencia una brecha tecnológica significativa: mientras las técnicas digitales (fresado e impresión) se sitúan en rangos de entre ~60 y ~ 70 respectivamente, los métodos convencionales superan los >100 , ratificando el dominio de la digitalización en el sellado periférico.

En el apartado estético, las resinas 3D compiten directamente con los compuestos bisacrílicos, con el valor añadido de poder materializar detalles anatómicos de alta complejidad —como microtexturas y mamelones— que resultarían inalcanzables mediante el

esculpido manual. Finalmente, en términos de operatividad, aunque los acrílicos clásicos destacan por su bajo coste y nula dependencia tecnológica, presentan riesgos por la liberación de monómeros irritantes y una alta carga de labor manual. En contraste, los sistemas de impresión, tras superar la curva de aprendizaje e inversión inicial, optimizan el flujo de trabajo al delegar la precisión a la máquina y reducir la intervención humana a fases mínimas de acabado.

Un factor determinante en la longevidad clínica es la estabilidad térmica y química de los materiales. Mientras que los sistemas acrílicos convencionales presentan un riesgo latente de liberación de monómeros residuales —capaces de inducir procesos inflamatorios en la pulpa o el tejido gingival si la polimerización es deficiente—, los polímeros procesados mediante manufactura aditiva garantizan una biocompatibilidad superior. Gracias a un protocolo de post-curado estandarizado, estos últimos logran una conversión polimérica casi total, manteniendo los niveles de monómero dentro de márgenes de seguridad biológica rigurosos.

En términos de satisfacción clínica, encuestas a odontólogos indican alta aceptación de los provisionales digitales por su rapidez de obtención y ajuste consistente, aunque algunos refieren que la reparación de un provisional impreso fracturado no es tan sencilla como la de uno acrílico (que se puede rebasar con más acrílico rápidamente); no obstante, dado que se tiene el archivo digital guardado, otra alternativa ante una fractura es reimprimir la pieza, lo cual puede hacerse en cuestión de minutos si se cuenta con la impresora en clínica o en pocas horas desde el laboratorio (Sandoval, 2024).

2.7. Diseño y Validación Científica de Provisionales Dentales Digitales

Principios biomecánicos en el diseño digital de provisionales. El diseño de restauraciones provisionales ya sea por métodos tradicionales o digitales, debe regirse por principios biomecánicos que aseguren su función protectora y restauradora durante el periodo transitorio. Entre los principios fundamentales se incluyen:

- **Protección pulpar y periodontal:** El provisional debe sellar adecuadamente el diente preparado, cubriendo la dentina expuesta para evitar sensibilidad y contaminación bacteriana. En el diseño CAD, esto implica delinear con precisión los márgenes de la restauración, asegurando un ajuste cervical lo más íntimo posible sin sobrecontornos excesivos que irriten la encía. Un margen bien adaptado digitalmente (con un espacio de cimentación uniforme, típicamente ~50 μm) protegerá el muñón dental de agresiones térmicas y químicas externas (Hernández, 2012).

- **Retención y estabilidad:** Biomecánicamente, un provisional no debe despegarse o moverse bajo la función normal. En términos de diseño digital, el espacio para el cemento y la fricción interna se puede controlar. Por ejemplo, el diámetro interno de la corona provisional se puede ajustar de manera que se retenga mecánicamente sobre el tallado, mientras se respeta el ángulo de conicidad. Adicionalmente, se pueden agregar pequeñas protrusiones internas o reductores en las áreas de más altura del diseño, solo si el software lo permite, para mejorar la retención. En provisionales más extensos, como puentes largos, debe haber una consideración especial de los conectores robustos que no se flexionen bajo carga y brinden estabilidad (Garcia, 2022).

- **Oclusión y función:** Nuestra prioridad es que, al cerrar la boca, el paciente sienta que todo encaja de forma natural y sin molestias. Gracias al diseño digital, podemos 'simular' su mordida en la pantalla antes de fabricar la pieza, lo que nos permite identificar y suavizar cualquier punto de presión que pudiera incomodarle. De esta manera, cuando llega al consultorio, el ajuste es casi perfecto y se evitan sesiones largas de retoques. Además, tratamos cada diente con delicadeza: diseñamos los contactos de forma muy suave —dejando un alivio mínimo de apenas ≈ 30 µm — para proteger las piezas que están más sensibles o debilitadas. En el fondo, no solo buscamos que pueda masticar bien, sino que el provisional sea un escudo que cuide su boca mientras llega la restauración final (Firmani, 2013).
- **Resistencia a la fractura:** Desde el diseño, nuestro mayor compromiso es entregar una pieza en la que el paciente pueda confiar plenamente, eliminando el riesgo de que se rompa en el momento menos oportuno. Por ello, aprovechamos la precisión de las herramientas digitales para vigilar que ninguna zona sea demasiado frágil o delgada. Siguiendo las recomendaciones de expertos como Hernández (2012), cuidamos que las paredes tengan una base sólida de al menos 1.0 mm y que las áreas que reciben mayor fuerza al masticar alcancen los 1.5 mm. Al final, no se trata solo de cumplir con medidas técnicas, sino de construir una estructura lo suficientemente robusta para que la persona pueda comer y sonreír con total tranquilidad.
- **Consideraciones anatómicas y estéticas:** Biomecánicamente, preservar la forma anatómica adecuada contribuye a la distribución uniforme de fuerzas. El diseño digital recurre muchas veces a bibliotecas anatómicas o a la morfología original del diente (si fue escaneado antes de tallarlo) para crear un provisional de forma natural. Esto no solo satisface la estética, sino que asegura puntos de contacto adecuados con dientes

vecinos (evitando extrusiones o migraciones) y un contorno de emergencia que mantenga la salud gingival. La adaptación del provisional a la línea de terminación (ya sea chámfer, hombro, etc.) se realiza respetando la forma del tallado, y si hay áreas subgingivales, el software puede extrapolar el contorno suavemente para no crear ángulos agudos que puedan fracturarse o irritar tejidos (Gizem, 2025).

En definitiva, el diseño digital es mucho más que una herramienta avanzada; es nuestra garantía de que nada queda al azar. Al trabajar en un entorno virtual, tenemos la oportunidad de realizar un "ensayo general" antes de fabricar la pieza real. Podemos ajustar la mordida, el grosor y el encaje tantas veces como sea necesario hasta alcanzar la perfección, algo que en los métodos tradicionales solía depender de la intuición.

Esta capacidad de previsualizar y corregir cada detalle antes de la impresión nos permite pasar de la incertidumbre a la certeza. Gracias a mapas de color y análisis automáticos, validamos que todo esté correcto incluso antes de que la pieza exista físicamente. Para el paciente y el clínico, esto se traduce en tranquilidad total: se eliminan las sorpresas desagradables en la consulta y nos aseguramos de que el provisional cumpla su misión de proteger el diente y permitir una vida normal mientras llega la restauración definitiva.

2.7.1. *Parámetros de evaluación científica: adaptación marginal, resistencia a la fractura y estabilidad cromática*

La literatura científica sobre restauraciones provisionales (y definitivas) establece diversos criterios de evaluación para determinar la calidad y el éxito potencial de estos dispositivos. Entre los parámetros más relevantes se encuentran:

- **Adaptación marginal:** Es quizás el parámetro crítico número uno para cualquier corona o puente. Una buena adaptación marginal (brecha marginal mínima) evita filtración de saliva y bacterias hacia el muñón dental. En estudios de provisionales, la adaptación marginal se mide en micrómetros mediante técnicas como réplica de silicona o microscopia óptica tras cementación en un modelo. Se considera clínicamente aceptable una brecha marginal por debajo de ~120 μm, aunque se aspira a valores menores de 100 μm. Estudios recientes muestran que las coronas provisionales digitales logran frecuentemente brechas en el orden de 50-80 μm, mejores que muchas manuales. En un estudio comparativo, coronas provisionales impresas presentaron una discrepancia marginal media de ~68 μm, frente a ~110 μm en coronas provisionales hechas mediante técnica directa con bisacrílico (Vizcaíno Zúñiga et al., 2023). Estos datos evidencian la superioridad del control digital en este aspecto. La adaptación interna, relacionada, también se evalúa midiendo el espacio entre la superficie interna de la corona y el diente: un grosor de cemento uniforme cercano al planificado (por ejemplo 50-100 μm) indica un buen ajuste interno.
- **Resistencia a la fractura (y flexión):** Este parámetro indica la capacidad del provisional de soportar fuerzas masticatorias sin romperse. Se suele evaluar colocando la restauración (generalmente una corona o un puente) sobre un análogo de diente o modelo epóxico y aplicando carga con una máquina universal hasta que la pieza fracasa. Los valores típicos de carga de fractura para coronas provisionales en resina impresas exceden los 500 N, que es más que suficiente dado que las fuerzas masticatorias humanas promedio oscilan entre 200-300 N en zona molar. Por ejemplo, en un estudio de fractura (Gizem, 2025). las coronas impresas 3D resistieron en promedio ~600 N antes de fracturarse, comparadas con ~800 N de coronas fresadas en PMMA y ~400 N de coronas de acrílico *autopoly*. Aunque las impresas no

alcanzaron la cifra de las fresadas, superaron holgadamente a las convencionales, indicando una confiabilidad adecuada.

- **Estabilidad cromática:** Dado que un provisional puede estar en boca desde días hasta meses, su capacidad de mantener el color influye en la satisfacción estética. En laboratorio, la estabilidad cromática se evalúa sumergiendo muestras en soluciones que simulan alimentos/bebidas (café, té, vino tinto) y midiendo el cambio de color (ΔE) con espectrofotómetro. Un ΔE > 3,3 suele ser clínicamente perceptible. Algunas investigaciones (Rodas, 2024) han revelado que las resinas impresas para provisional pueden tener ΔE ligeramente mayor que las resinas bisacrílicas convencionales tras inmersión prolongada; por ejemplo, en 40 días de inmersión en café, una resina provisional impresa tuvo ΔE ~4, por encima del umbral perceptible, mientras que un acrílico convencional estuvo cerca de 3, implicando mejor estabilidad de este último. No obstante, en períodos cortos, la diferencia es mínima y ambos tipos tienden a mancharse si no se pulen correctamente. Esto señala la importancia de pulir y quizás glasear la superficie provisional impresa para reducir su porosidad y mejorar resistencia a manchas.
- **Exactitud dimensional general:** A veces se evalúa cómo la impresión 3D reproduce dimensiones globales comparado con el modelo original (por ejemplo, diámetro de una corona, grosor de pared). Esto se hace mediante escáner 3D de la pieza impresa y su superimposición con el diseño CAD original. Una alta coincidencia (desvío promedio <50 μm) refleja una exactitud excelente del proceso. (Rodas, 2024) menciona factores que pueden influir en la exactitud, como la orientación de impresión: imprimir la corona orientada verticalmente puede dar máxima precisión marginal pero a costa de más soportes, mientras que orientarla diagonalmente puede

equilibrar precisión y rapidez, todo lo cual debe considerarse al planificar la fabricación para obtener la mejor exactitud.

- **Adaptación oclusal y proximal:** Clínicamente relevante es qué tanto hay que ajustar un provisional al probarlo. En estudios clínicos controlados, se registra si las coronas provisionales impresas necesitaron menos ajustes de contacto que las convencionales. Se ha notado que los provisionales diseñados digitalmente suelen encajar con menos ajustes en puntos de contacto, gracias a la exactitud del proceso CAD/CAM, lo que se traduce en menor tiempo de silla para el odontólogo (Gizem, 2025).

Estos parámetros de evaluación permiten validar científicamente las técnicas digitales. En general, la literatura apoya que los provisionales digitales cumplen o superan los estándares en la mayoría de estos aspectos. La adaptación marginal y la reproducibilidad dimensional son claramente superiores con digital; la resistencia mecánica es adecuada, aunque perfectible; y la estética (color, superficie) es buena, pudiendo mejorarse con correctos acabados.

Cada vez más, artículos científicos publican datos que refuerzan la confianza en la impresión 3D: por ejemplo, investigaciones que muestran que tras 6 meses in vivo, las coronas provisionales impresas no presentaron diferencias significativas en retención o integridad comparadas con provisionales convencionales, lo cual es una evidencia clínica alentadora de que la tecnología no solo funciona en teoría sino en boca del paciente.

2.7.2. *Herramientas CAD en odontología: revisión de evidencia y aplicaciones*

El diseño asistido por computadora (CAD) se ha convertido en un componente medular del flujo digital en odontología, y en particular en la elaboración de provisionales. Existen múltiples herramientas y softwares CAD en el mercado dental, como 3Shape Dental

System, Exocad, Dental Wings, entre otros, cada uno con funcionalidades avanzadas. Estas herramientas permiten, a partir de un escaneo digital del caso (intraoral o de modelo), diseñar virtualmente piezas dentales con altísima precisión y en tiempos reducidos.

La evidencia respalda que el uso de CAD mejora la eficiencia y la precisión del resultado protésico. Un artículo de Abdullah et al. (2020) reportó que la tasa de ajuste correcto de coronas diseñadas con CAD (y fresadas) a la primera tentativa fue significativamente mayor que la de coronas fabricadas manualmente, lo cual aplica igualmente para impresiones 3D dado que el diseño CAD es el mismo. Herramientas específicas dentro del software, como la detección automática de margen, la propuesta de forma anatómica a partir de una biblioteca, o la articulación virtual para ajustar la oclusión, han mostrado alta fiabilidad.

Por ejemplo, Fathy et al. (2021) encontraron que la delineación digital del margen de una corona era tan exacta como la realizada por un técnico experto al microscopio, pero con la ventaja de ser más reproducible y menos dependiente de la habilidad individual.

Las aplicaciones del CAD en provisionales van más allá de simplemente “dibujar un diente”. Incluyen funcionalidades como la evaluación virtual del espacio protésico (el software indica si hay áreas donde el grosor quedaría insuficiente, permitiendo modificar la preparación o planificar un aumento de dimensión en el provisional), la simulación del resultado estético (al poder mostrar al paciente un render de cómo se verá su sonrisa provisionalmente, lo cual mejora la comunicación y aceptación del tratamiento) y la fabricación de provisionales de larga duración (diseños reforzados o atornillados en implantología temporaria, que pueden incluir estructuras metálicas prefabricadas integradas digitalmente).

Una revisión sobre CAD/CAM en odontología concluye que “las tecnologías actuales permiten un diseño virtual de restauraciones soportado por simulación, incluyendo diseño de sonrisa virtual y pruebas de ajuste en software, lo que se traduce en restauraciones finales con menos ajustes y alta precisión” (Culqui Molina et al., 2023). Esto es especialmente cierto en provisionales complejos, como en rehabilitaciones completas, donde el CAD permite diseñar dientes provisionales con una oclusión organizada (p. ej., esquema mutuamente protegido o balanceado, según se requiera) y luego imprimirlos para montar en boca, algo extremadamente laborioso de lograr a mano alzada.

En cuanto a limitaciones evidenciadas, las herramientas CAD obviamente dependen de la calidad del escaneo inicial (si la impresión digital es deficiente, el diseño se basará en datos erróneos). Además, la curva de aprendizaje de ciertos softwares puede ser pronunciada, y no todos los módulos CAD son igual de intuitivos. Algunos estudios cualitativos señalan la necesidad de estandarizar la formación en CAD en los programas odontológicos, para garantizar que los profesionales sepan sacarle provecho completo.

Aplicaciones futuras del CAD incluyen la integración con inteligencia artificial para sugerir diseños automáticamente en base a millones de casos previos (lo cual ya inicia en algunas plataformas) y la colaboración remota en la nube donde clínico y técnico pueden simultáneamente ver y ajustar un diseño en tiempo real. En definitiva, las herramientas CAD son un pilar de la odontología digital y su evidencia de beneficios en precisión y eficiencia es robusta.

2.8. Procesos de Poscurado y Estabilidad de las Restauraciones Provisionales

2.8.1. *Influencia del curado en las propiedades mecánicas y biológicas de las resinas*

El poscurado es un paso indispensable tras la impresión 3D en resina, consistente en exponer la pieza recién impresa a luz ultravioleta (generalmente 405 nm) por un tiempo adicional, a veces combinado con calor, para completar la polimerización (Pérez, 2024). La influencia de este proceso en las propiedades de las restauraciones provisionales es significativa. Antes del poscurado, la pieza impresa contiene todavía un porcentaje de monómeros sin reaccionar y su red polimérica no ha alcanzado la máxima reticulación; por tanto, sus propiedades mecánicas están por debajo de lo óptimo y podría ser levemente citotóxica si se usa así.

Diversos estudios han medido mejoras sustanciales tras poscurar. Por ejemplo, Umaña Alfaro (2024) reportó que extender el tiempo de poscurado de 90 segundos a 180 segundos produjo un incremento estadísticamente significativo en la resistencia a la flexión y en el módulo de elasticidad de varias resinas dentales de impresión 3D. En particular, un poscurado de 3 minutos permitió alcanzar valores de flexión mayores y un módulo más elevado, acercando las propiedades de la resina provisional al rango de las resinas para uso definitivo (Ortega Reinoso, 2022). Esto demuestra que un poscurado insuficiente dejaría la restauración más frágil y flexible de lo deseable.

Además de las propiedades mecánicas, el poscurado impacta la estabilidad química y biológica. Al convertir la mayoría de los monómeros residuales en polímero, la pieza se vuelve mucho menos propensa a liberar sustancias que pudieran irritar tejidos. Arcos (2023) enfatiza que las piezas deben poscurarse conforme a las recomendaciones del fabricante para cumplir las normativas de biocompatibilidad. Por ejemplo, las resinas biocompatibles clase II

a solo alcanzan tal certificación tras recibir la dosis de luz y calor adecuada; antes de eso, su superficie podría ser citotóxica o causar inflamación (la resina sin curar es irritante y potencialmente sensibilizante). Por tanto, desde un punto de vista de bioseguridad, un correcto poscurado es tan importante como la desinfección.

2.8.2. *Técnicas de posprocesamiento: validación de métodos en la literatura científica*

El posprocesamiento de las piezas impresas en resina abarca varias etapas: lavado, secado, poscurado y acabado/pulido. Cada una aporta a la calidad final de la restauración y ha sido validada o refinada mediante estudios técnicos.

- **Lavado (remoción de resina no polimerizada):** Al salir de la impresora, la pieza está cubierta de resina líquida residual. El método estándar es lavarla en alcohol isopropílico (IPA) u otro solvente recomendado, típicamente mediante inmersión o agitación por 2 a 5 minutos. La literatura indica que lavados de duración adecuada eliminan casi todo residuo superficial de monómero, lo cual es crítico para la biocompatibilidad y para lograr una superficie limpia que cure bien después. Un lavado insuficiente deja una película pegajosa que luego se polimerizaría formando una capa irregular y potencialmente irritante. Por otro lado, lavados excesivos (o con solventes muy agresivos) podrían micro-ablandar detalles o generar poros si el solvente ataca la resina. Por ello, se han desarrollado máquinas de lavado automáticas que estandarizan este paso. Azgari et al. (2025) observaron en el microscopio que 3 minutos de lavado por agitación ultrasónica en IPA dejaron superficies más limpias que 1 minuto estático, pero más de 5 minutos no produjeron mejoras adicionales notables. Esto sugiere que seguir las recomendaciones de tiempo óptimo (por ejemplo, 2x2 minutos con agitación) es suficiente.

- **Secado:** Tras el lavado, la pieza debe secarse completamente antes del poscurado, para que no queden restos de solvente que interfieran con la luz. Normalmente se deja evaporar el solvente unos minutos (idealmente en un flujo de aire). Esto no tiene tanta ciencia, pero se ha sugerido que secar al aire libre vs. con aire a presión no afecta significativamente la calidad, siempre y cuando no queden charcos de alcohol. Algunos manuales, como el de Formlabs (2025), recomiendan ~10 minutos de secado al aire tras el baño de alcohol.
- **Poscurado con luz (y calor):** Ya discutido en profundidad anteriormente, existen distintos métodos: desde cámaras profesionales con lámparas UV calibradas y control de temperatura, hasta lámparas caseras o incluso la exposición a luz solar directa. La eficiencia del poscurado depende de la intensidad de la luz UV y si se aplica o no calor**.** Investigaciones como la presentada por Ribas et al. (2022) han mostrado que combinar luz UV con calor moderado (~60°C) durante el curado mejora la conversión en comparación con luz sola, ya que la temperatura aumenta la movilidad de los radicales y monómeros facilitando la polimerización. Por ello, muchas unidades comerciales como por ejemplo Form Cure (Formlabs, 2025) incorporan calor. Si no se dispone de estas, algunos recurren a hornos de luz UV de manualidades o incluso hornos de cocina a baja temperatura junto con una lámpara UV –aunque esto último de forma empírica. La validación de métodos indica que lo mejor es usar equipos diseñados para tal fin; por ejemplo, Formlabs publicó sus estudios internos estableciendo tiempos óptimos por material usando su cámara de curado.
- **Acabado y pulido:** Después del curado, la pieza se somete a acabado mecánico: remoción de soportes (si no se hizo antes), alisado de las marcas que éstos dejaron, ajuste fino de bordes o contactos si es necesario, y pulido superficial. La rugosidad superficial puede influir en el desgaste y la acumulación de placa, por lo que un

pulido cuidadoso es recomendable. Lara et al. (2016) relacionan menor rugosidad con menor colonización bacteriana en provisionales. En el caso de resinas impresas, López (2025) comparó rugosidad de provisionales fresados vs impresos; los impresos sin pulir mostraban mayor rugosidad, pero tras pulido ambos quedaron equivalentes. Es decir, el material impreso puede alcanzar el mismo grado de lisura que cualquier otro con los procedimientos adecuados (lijado con fresas de acabado, discos abrasivos, pastas de pulir). Además, un buen pulido mejora la estética, dando brillo similar al diente natural. También es posible aplicar un spray o barniz de glaze para provisionales, que forma una capa lisa y brillante, sellando micro-poros. Esto se ha hecho con provisionales convencionales y se puede aplicar igualmente a impresos, con buenos resultados en brillo y menor tinción.

Desde el punto de vista de validación, muchos de estos pasos han sido incorporados en protocolos estándar recomendados por fabricantes y literatura técnica. Por ejemplo, Pérez et al. (2024) en su manual sugieren optimizar la impresión para reducir soportes (y con ello reducir puntos de acabado), lavar con agitación controlada y usar luz+calor para el poscurado, todo con miras a mejorar la calidad final del producto y disminuir residuos.

2.8.3. *Superficie, rugosidad y estética: implicaciones clínicas en la longevidad del provisional*

La calidad de la superficie de una restauración provisional no es un asunto simplemente cosmético; tiene implicaciones clínicas directas en su desempeño a corto y mediano plazo. Una superficie lisa y bien pulida en un provisional reduce la adhesión de placa bacteriana y la pigmentación, contribuyendo a mantener la salud gingival alrededor del diente provisional y la estética del mismo durante todo el periodo de uso. Por el contrario,

superficies ásperas o con irregularidades pueden actuar como nichos para el acúmulo de placa, incrementando el riesgo de inflamación gingival o caries recurrente en los márgenes del provisional si este permanece mucho tiempo en boca (Cañas, 2021).

En el caso de provisionales impresos, inicialmente pueden presentar leves crestas debido a las capas de impresión (efecto escalonado) y zonas de micro-porosidad donde se removieron soportes. Si no se alisan, esas rugosidades podrían acelerar el desgaste por abrasión contra dientes antagonistas o retener tinciones. Afortunadamente, las resinas impresas suelen ser fáciles de pulir: con fresas de carburo o discos de grano fino se logra una superficie homogénea en poco tiempo. Un estudio presentado por Wang (2017) midió rugosidad (Ra) en resina provisional impresa, antes y después de pulido, encontrando una reducción de ~3 μm a <1 μm tras el pulido, que es un rango semejante al de resinas bis acrílicas convencionales pulidas. Esto confirma que el acabado post-impresión es capaz de ofrecer superficies clínicamente lisas.

La estética de los provisionales impresos ha mejorado con nuevos materiales que ofrecen una variedad de colores y translucidez que imita al esmalte. Aunque no alcanzan la complejidad óptica de una cerámica, para un provisional es más que suficiente en la mayoría de los casos. Al ser fabricados digitalmente, también se puede reproducir mejor la anatomía dental natural, lo que aporta a la estética: cúspides, surcos y mamelones delineados digitalmente dan un aspecto anatómico superior al de muchos provisionales hechos manualmente que tienden a ser más lisos. Esto también tiene una implicación funcional: las superficies oclusales anatómicas bien definidas mejoran la funcionalidad masticatoria del provisional, favoreciendo un contacto más amplio y estable con el antagonista en vez de solo un punto convexo.

La longevidad de un provisional, entendida como su capacidad de cumplir su función sin deterioro notable mientras sea necesario, se relaciona con todos estos factores: si la superficie se pigmenta mucho o la encía inflama, el dentista podría tener que reemplazar el provisional antes de lo previsto. En cambio, un provisional con buena adaptación marginal, superficie pulida y ajuste oclusal correcto puede durar varios meses sin problemas, si el tratamiento lo requiere. Aquí entra también la resistencia al desgaste: los provisionales impresos, al ser resinas, desgastan más rápido que restauraciones definitivas de porcelana o composite de laboratorio. Pero en horizontes de meses, el desgaste es mínimo; solo en provisionalizaciones muy largas (>6 meses) podría ser apreciable.

Un aspecto que considerar es que la resina impresa, a diferencia del acrílico autopolimerizable, no libera calor durante su polimerización (porque se cura externamente), por lo que no provoca agresiones térmicas a la pulpa en su confección (Granja, 2023). Esto la hace ideal en casos de preparaciones profundas cercanas a pulpa, disminuyendo riesgo de sensibilidad inicial.

En la perspectiva de satisfacción del paciente, los provisionales impresos ofrecen la posibilidad de evaluaciones estéticas previas: por ejemplo, en rehabilitación estética, se puede imprimir un set de *mock-ups* o provisionales de prueba con diferentes configuraciones de forma, para que el paciente los use unos días y decida cuál le agrada más antes de continuar. Esta flexibilidad y rapidez de ajuste de la estética es un nuevo paradigma difícil de lograr con métodos tradicionales en igual tiempo.

2.9. Bioseguridad y Sostenibilidad en el Laboratorio Digital

2.9.1. *Riesgos ocupacionales en el manejo de resinas y evidencia científica.*

La implementación de la impresión 3D en el laboratorio dental conlleva nuevos riesgos laborales asociados al manejo de resinas fotosensibles y solventes, que deben ser cuidadosamente controlados para proteger la salud del personal. Trabajar con resinas líquidas es dar un salto desde la nobleza del yeso y la cera hacia un terreno mucho más técnico, que exige un respeto especial. A diferencia de los materiales tradicionales a los que estamos acostumbrados, estos componentes químicos tienen una naturaleza delicada: si no los tratamos con cuidado, pueden irritar nuestra piel o afectar nuestra respiración con el paso del tiempo debido a su composición.

Por eso, en el día a día del laboratorio, protegernos no es solo una regla técnica, sino un hábito de cuidado mutuo. Ver los guantes de nitrilo, las mascarillas y las gafas como nuestros mejores aliados nos permite aprovechar la increíble precisión de la tecnología sin poner en riesgo nuestra salud. Al final, se trata de trabajar con la máxima seguridad para que nuestro oficio siga siendo una fuente de satisfacción y no de riesgos.

En un estudio ocupacional llevado a cabo por Cushpa & Galván (2022), se comparó a la salud respiratoria de los empleados expuestos a químicos en un área de impresión no odontológica con la de los trabajadores en áreas sin exposición. Se encontró una mayor incidencia de síntomas respiratorios, como la irritación de las vías nasales y congestionamiento, entre los trabajadores del área de impresión. La inhalación de los vapores de los monómeros y solventes, como los vapores de alcohol isopropílico comúnmente utilizado en la limpieza, irritan las vías respiratorias y contribuyen al desarrollo de enfermedades respiratorias cuando no buscar una manera de salir. Los compuestos orgánicos

volátiles, COV por sus siglas en inglés, liberados durante la impresión 3D y el postprocesado, como los acrilatos y metacrilato, pero también solventes, como el isopropilamina IPA en abreviatura, que después de evaporarse se convierte y se inhala como vapores inflamables e irritantes.

La evidencia científica compilada por Doan (2024) muestra que los COV en impresión 3D dental pueden alcanzar picos elevados durante ciertas fases: por ejemplo, durante el lavado con alcohol, la emisión de IPA al aire se dispara. La exposición aguda a altas concentraciones de estos vapores puede causar mareos, cefaleas, irritación ocular y de mucosas; la exposición crónica se ha asociado incluso a efectos sistémicos (daño hepático, renal, riesgo oncológico) dependiendo del compuesto. Si bien en un laboratorio dental la escala es pequeña comparada con entornos industriales, no se debe subestimar el riesgo acumulativo en locales cerrados.

Es imperativo por tanto contar con sistemas de ventilación o extracción local que renueven el aire en la zona de impresión y postprocesado, para mantener los niveles de COV por debajo de los umbrales de seguridad. Recomendaciones internacionales sugieren al menos 10 renovaciones de aire por hora en cuartos donde se usen resinas, o emplear cabinas con filtros de carbón activado especiales para impresoras.

La radiación UV de las unidades de poscurado es otro factor: aunque generalmente son equipos cerrados o con luces no ionizantes, mirar directamente la fuente UV puede dañar la vista. Por ende, se instruye al personal a no abrir las cámaras durante el curado o a usar gafas UV si fuese necesario. Las lámparas de manicura adaptadas que algunos utilizan emiten UV-A que, aunque de baja energía, con exposición prolongada podrían causar eritema leve; siempre se prefiere equipos cerrados.

Importante también es mencionar las alergias de contacto, la literatura documenta que los acrilatos son sensibilizantes conocidos (Gancedo Rodríguez, 2017). Técnicos dentales han desarrollado dermatitis alérgicas por monómeros de resina acrílica tradicional; con las resinas 3D, aunque la exposición directa es menor si se manejan con cuidado, sigue existiendo la posibilidad. El uso de barreras de protección personal (EPP) –guantes, mascarilla, bata de manga larga, protector ocular– no es opcional, es obligatorio cuando se trabaja con resina líquida o piezas sin curar. Rodríguez et al. (2022) enfatizan que en todo laboratorio dental se deben aplicar las normas universales de bioseguridad, que incluyen asumir que cualquier material puede ser nocivo y por tanto manejarlo con protección apropiada en todo momento, lavándose las manos tras su manipulación y evitando la contaminación de superficies comunes.

2.10. Normas de bioseguridad aplicadas a la impresión 3D en odontología

Las normas de bioseguridad en el laboratorio dental digital comprenden tanto la protección del personal como la prevención de la contaminación cruzada entre materiales de pacientes y el entorno de trabajo. Aunque en la impresión digital se reduce el manejo de ciertos materiales biológicos (por ejemplo, ya no se tocan tantas impresiones contaminadas de la boca, pues muchas vienen en formato digital), aún existen objetos que van y vienen de la clínica: impresiones tradicionales en caso de usarse, modelos impresos que serán probados en boca, o los mismos provisionales que regresan al laboratorio para ajustes.

Por ello, se mantienen vigentes todos los protocolos de desinfección y esterilización aplicables. Sartori et al. (2020) publicaron guías de desinfección de materiales de impresión y prótesis dentales, indicando que se deben desinfectar con soluciones aprobadas (glutaraldehído al 2%, hipoclorito al 1%, fenoles, etc.) todos los elementos que entran en

contacto con la boca del paciente antes de manipularlos en el laboratorio. En el contexto digital, esto implica que, si se imprime un modelo a partir de un escaneo intraoral para, digamos, verificar un provisional, ese modelo no estaría contaminado de origen (ya que proviene de un archivo digital). Sin embargo, la prótesis provisional impresa sí lo estará después de ser probada en boca, de modo que, si regresara al laboratorio para algún retoque o reimpresión, debe ser desinfectada correctamente para no exponer al técnico a patógenos.

Las normas de bioseguridad internas del laboratorio deben incluir instrucciones como: uso de guantes al recibir y limpiar cualquier dispositivo que haya estado en la clínica; desinfección de provisionales impresos previo a enviarlos al odontólogo (por ejemplo, sumergirlos 1-2 minutos en glutaraldehído al 2% o solución específica, luego enjuagar y secar); así se protege tanto al paciente receptor como al personal de transporte. Rodríguez et al. (2022) enfatizan que la desinfección es un paso obligatorio antes de la entrega de cualquier trabajo protésico, pues rompe la cadena de infección entre laboratorio y paciente.

Esto aplica igual para impresiones 3D que para aparatos convencionales. Adicionalmente, el ambiente del laboratorio debe mantenerse limpio: las superficies de trabajo en el área de impresión y postcurado deben desinfectarse al menos diariamente, idealmente con productos que no dejen residuos (alcohol al 70% es apropiado, evitando cloruros que podrían corroer equipos).

2.10.1. *Gestión de residuos y sostenibilidad en la práctica digital*

Un aspecto a menudo menos considerado al adoptar nuevas tecnologías es la sostenibilidad ambiental y la gestión responsable de residuos. El flujo digital elimina ciertos desechos tradicionales (por ejemplo, menos yeso, alginato o empaques de cera), pero introduce otros: residuos químicos de resina y solventes principalmente. Es fundamental

implementar prácticas para minimizar el impacto ambiental y cumplir con regulaciones de desechos peligrosos.

Por ejemplo, los residuos de resina en el tanque o en el frasco vacío pueden curarse dejándolos al sol o bajo una lámpara UV hasta que solidifiquen, y entonces se eliminan como desperdicio sólido no peligroso (Formlabs, 2025). Asimismo, las toallas o guantes contaminados con resina deben exponerse a UV (o colocarse en una bolsa clara al sol) antes de desecharlos, para evitar que monómeros se filtren al ambiente. Muchos fabricantes sugieren acumular los residuos líquidos en un contenedor y llevarlos a un gestor autorizado de residuos químicos si existe, pero en pequeña escala se puede optar por la polimerización in situ.

El alcohol isopropílico usado en los lavados es otro residuo crítico. Después de múltiples usos, el IPA se satura de resina y pierde eficacia de limpieza. Este IPA contaminado no debe verterse al desagüe tampoco, ya que contiene resina disuelta. Una práctica sostenible es filtrar y reutilizar el solvente: dejar reposar el IPA sucio para que los sólidos decanten, filtrarlo a través de papel (muchas resinas precipitan), e incluso emplear destiladores de solvente diseñados para recuperar alcohol limpio. Esto puede reducir significativamente la cantidad de IPA desechado. El IPA que ya no se pueda reciclar debe recolectarse y entregarse como residuo peligroso inflamable a un gestor, o en su defecto, evaporarse al aire en un recipiente seguro y los restos sólidos polimerizarlos. Algunas guías, como la de Dentaltix (2023), proponen 4 pasos para reciclar IPA y optimizar la cantidad de resina usada en cada impresión, para minimizar el desperdicio.

En términos de sostenibilidad, cabe mencionar también el consumo energético: las impresoras 3D, computadoras y postcurados usan electricidad. Un laboratorio digital debe procurar eficiencia energética, por ejemplo, apagando equipos en desuso, agrupando

impresiones para aprovechar al máximo cada sesión (imprimir varias piezas en una misma plataforma en lugar de una por una, siempre que la urgencia lo permita). Hernández Azurdia (2024) trató el tema de eficiencia en un laboratorio automatizado, señalando que la automatización también puede servir para controlar encendido/apagado de equipos y climatización, reduciendo desperdicio de energía.

CAPÍTULO III
MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de investigación

Este estudio se clasifica como una investigación aplicada (Castro et al., 2022), porque busca resolver un problema concreto detectado en el Laboratorio TESA que es, la ausencia de un manual estandarizado para la elaboración de restauraciones provisionales digitales impresas en resina. El objetivo principal es desarrollar un producto útil y práctico que mejore la eficiencia, la calidad y la seguridad dentro del proceso de producción del laboratorio.

La investigación también es de tipo descriptivo y propositivo. Es descriptiva porque analiza y explica cómo se realizan actualmente los procesos, sus recursos y dificultades (Guevera et al., 2020); y es propositiva porque plantea una solución técnica a través del diseño de un manual de acuerdo con lo presentado por Martín & Iglesias (2022). Además, incluye una fase de validación práctica dentro del propio laboratorio, lo que añade un componente tecnológico y experimental a pequeña escala.

3.1.1. *Según el propósito*

Desde la sección de su propósito, la presente investigación responde a una investigación aplicada. Este tipo de investigación apunta a la resolución de un problema específico y concreto, a diferencia de la generación o desarrollo de conocimiento teórico (Hurtado Talavera, 2020). En el caso del Laboratorio TESA, el problema identificado radica en la carencia de un manual de procedimientos estandarizado para la elaboración de provisionales digitales impresos en resina dental, que disminuye la calidad, uniformidad y eficiencia de la producción.

Así, el objetivo del estudio no es solo describir una realidad existente, sino intervenir directamente a través de la inclusión de un instrumento de aplicación práctica: el manual de

uso técnico. La finalidad del proyecto es la optimización de la etapa digital del flujo de trabajo, los resultados protésicos y la aplicación de protocolos de bioseguridad, es decir, brindar una solución concreta para el uso inmediato del laboratorio. Por lo tanto, el propósito aplicado de la investigación se alinea con una necesidad institucional y las exigencias actuales de la odontología digital.

3.1.2. *Según la manipulación de las variables*

De acuerdo con la manipulación de las variables, la investigación corresponde a un estudio no experimental. En este tipo de investigación, el investigador no interviene directamente modificando o controlando las variables de estudio, sino que observa y analiza los fenómenos tal como se presentan en su contexto natural (Vizcaíno Zúñiga et al., 2023). En el caso del presente proyecto, no se busca alterar deliberadamente las condiciones del laboratorio ni realizar experimentos controlados sobre materiales o procesos, sino analizar la situación existente respecto al uso de tecnologías digitales en la fabricación de provisionales.

Así, la investigación se centra en describir, analizar y sistematizar el flujo de trabajo actual del Laboratorio TESA, identificando falencias, necesidades y oportunidades de mejora. A partir de esta observación, se elabora un manual de procedimientos que estandariza las prácticas, sin que ello implique una manipulación experimental de variables. Este enfoque permite obtener conclusiones basadas en la realidad operativa del laboratorio, garantizando que el producto final sea pertinente, realista y adaptable al entorno institucional.

3.1.3. *Según el tiempo de desarrollo*

No obstante, de acuerdo con el tiempo de desarrollo, la presente investigación se clasifica como transversal. Este tipo de estudios son aquellos en los que toda la información es recopilada en un solo momento o período específico, y no se hace un seguimiento a largo plazo de la evolución de las variables en el tiempo. Es así, como el diagnóstico de la situación

actual del laboratorio, la recopilación de información y la elaboración del manual se realizan en un marco temporal específico que corresponde al año 2025. Este tipo de estudio transversal permite recopilar una fotografía puntual de la realidad del Laboratorio TESA en torno a la confección de provisionales digitales impresos en resina.

A partir de esto, se desarrollan medidas correctivas o paliativas a aplicar a corto plazo, como lo es elaborar el manual de usuario, pero no se busca hacer un análisis de los cambios a corto y largo plazo. De todas formas, los resultados de la investigación podrían sentar las bases para un estudio longitudinal que pueda determinar el impacto del manual que aquí se presenta una vez implementado de forma sostenida.

3.2. Tipo de Enfoque

El enfoque de este trabajo es principalmente cualitativo, complementado con ciertos elementos cuantitativos. Se empleará el enfoque cualitativo porque la información principal se obtendrá mediante observación directa, encuestas y revisión documental, lo que permitirá comprender las dinámicas y necesidades del laboratorio desde la experiencia del personal técnico (Piña, 2023).

Paralelamente, se usarán datos cuantitativos para medir tiempos de producción, frecuencia de errores y número de reprocesos, antes y después de aplicar el manual, así como encuesta a profesionales (Guerrero Támara, 2022). Esta combinación de enfoques permitirá tener una visión completa de la realidad estudiada y de los efectos de la propuesta.

3.3. Herramientas metodológicas

Durante la investigación se aplicarán diferentes herramientas que facilitaran la recolección, análisis y validación de la información, de las cuales son:

- Revisión bibliográfica y documental: permite conocer el estado actual de la odontología digital y las normas de bioseguridad aplicables.

- Guías de observación estructurada: servirán para registrar los pasos seguidos por los técnicos en el laboratorio y detectar inconsistencias.
- Encuestas semiestructuradas: se aplicarán al personal técnico y responsable del laboratorio para conocer sus experiencias y necesidades.
- Registro fotográfico y de procesos: ayuda a documentar visualmente las etapas del diseño, impresión y post-curado de las piezas.
- Matriz de validación: instrumento utilizado para recoger las observaciones de los expertos durante la revisión del manual.

3.4. Técnicas

Las técnicas utilizadas en esta investigación serán la observación directa, las encuestas semiestructuradas, el análisis comparativo de documentos técnicos y un taller de validación. La observación permitirá comprender el flujo de trabajo del laboratorio; las entrevistas aportarán la visión del personal sobre los problemas y soluciones; el análisis documental ayudará a comparar estándares internacionales; y el taller de validación servirá para ajustar el manual antes de su aplicación.

Las técnicas abordadas en la presente investigación se eligieron según el tipo y aplicación de la investigación, de tal manera que fueran instrumentos para la recolección de información pertinente, la situación actual del Laboratorio TESA y la validación del manual de procedimientos propuesto. Éstas son: la observación directa, las encuestas semiestructuradas, el análisis comparativo de documentos técnicos y un proceso de taller (Cisneros-Caicedo, 2022).

3.4.1. Observación directa

La observación directa se empleará para analizar el flujo de trabajo actual del Laboratorio TESA en la elaboración de provisionales dentales. A través de esta técnica se

observarán las actividades realizadas por el personal técnico, los procedimientos utilizados, el uso de equipos y materiales, así como las condiciones de bioseguridad presentes durante el proceso productivo (Ruales, 2025).

La información obtenida permitirá identificar deficiencias, variaciones en la ejecución de los procedimientos y oportunidades de mejora, sirviendo como base para la estandarización de procesos y la elaboración de un manual de uso ajustado a la realidad operativa del laboratorio.

3.4.2. *Encuestas semiestructuradas*

Así, las encuestas semiestructuradas se aplicarán al personal técnico del Laboratorio TESA, centrándose en su percepción del uso de tecnologías digitales al crear provisionales impresos en resina dental. Esta técnica permitirá obtener una variedad de opiniones, experiencias y dificultades asociadas no solo con el proceso de trabajo mismo, sino con la cantidad de capacitación. Además, las respuestas recopiladas ayudarán a identificar las necesidades específicas de los empleados y también a tener en cuenta su aporte al diseño final del manual (Cisneros-Caicedo, 2022). Como resultado, el documento estará interesante e informativo para ellos y será claro y adecuado para su ambiente laboral real.

3.4.3. *Análisis comparativo de documentos técnicos*

Para examinar los manuales, protocolos, artículos científicos y las fichas técnicas de los fabricantes acerca de la impresión 3D en la odontología, y utilización de resina dental en provisionales, se empleará el análisis comparativo de documentos técnicos. De este modo, se podrán contrastar los distintos enfoques y procedimientos utilizados en diferentes ámbitos (Miranda-Yánez, 2025). Este análisis permitirá generar el marco teórico y técnico del

manual, de forma que los procedimientos propuestos estén respaldados por la evidencia científica actual, las recomendaciones de los fabricantes y las normas de bioseguridad.

3.4.4. *Taller de validación*

La validación del taller constará de la presentación del manual de uso realizado con el propósito de ponerlo en funcionamiento frente a expertos y personal del Laboratorio TESA para probar su transparencia, congruencia y reformar la validez de la aplicación. Se recolectarán las observaciones, sugerencias y recomendaciones realizadas por los participantes. Los datos obtenidos en el taller se utilizarán para hacer los ajustes finales del documento, de modo que se garantice que cumpla con los requerimientos técnicos, académicos e institucionales y cumpla su objetivo de esquema que permita probar provisionales digitales gloriosos avena (Ruales, 2025).

3.5. Estudios iniciales

3.5.1. *Organizador gráfico de variables*

El organizador gráfico de variables de esta investigación pretende es una herramienta metodológica para representar visualmente, de manera estructurada y fácil entendimiento, la relación de la variable independiente e independiente en el proceso de estudio. Como objetivo, ayudar a comprender una visión general de los factores principales que intervienen en el fenómeno de estudio, y sus componentes o indicadores para el análisis posterior. En este caso, identifica con claridad los factores técnicos y operativos del trabajo en la elaboración de provisionales digital impresos en resina dental, en la Figura 1. En el organizador gráfico de variables de esta investigación. La variable independiente que está directamente relacionada con la variable dependiente, que corresponde a la calidad de los provisionales digitales y sus indicadores.

La variable independiente: proceso de elaboración de provisionales digitales impreso en resina dental. Formulada a su vez por lo siguiente: resolución del material, la calibración de equipos, tipo de software, la secuencia de trabajo. Variable dependiente: calidad de los provisionales digitales y sus indicadores que son la desviación lineal y volumétrica, textura, homogeneidad, defectos, estabilidad, ajuste, y utilidad clínica del provisional. Como un gráfico de Pol o guía a seguir para el diseño de un manual de procedimientos donde, relacionar lógicamente los factores técnicos del proceso digital con la respuesta obtenida en la calidad final de restauraciones en provisional. Es un gráfico que representa una idea clara del pensamiento de cómo el aplicar correctamente un flujo de trabajo digital incide directamente en la calidad final de los provisionales impreso en resina dental del Laboratorio TESA.

Figura 1

Organizador gráfico de variables (Dependiente e Independiente)



Variable Dependiente ***Variable Independiente***

3.5.2. *Matriz de operacionalización de variables*

Tabla 1

Matriz de Operacionalización de Variables

Definición conceptual	**Dimensiones**	**Indicadores**	**Instrumento**
Variable dependiente: Protocolo estandarizado de impresión 3D Es una guía clara que indica paso a paso cómo preparar, imprimir y revisar una pieza para que siempre salga igual y con buena calidad. Es básicamente "la forma correcta y ordenada de imprimir". Variable independiente: Modelo dental Un modelo dental es una réplica en 3D de los dientes y encías de una persona, usada por odontólogos para estudiar la boca, planificar tratamientos o fabricar aparatos.	**Dimensiones en:** Productividad Funcionalidad Contenido	**Indicadores en:** **Productividad** Tiempo de trabajo. Resolución Materiales Calibración **Funcionalidad:** Precisión y calidad del resultado final. **Contenido:** Información técnica y procedimientos	**Instrumentos en:** **Productividad** Registro fotográfico Encuesta inicial **Funcionalidad:** Encuestas y registro observacional. **Contenido:** Investigación y elaboración del manual

Nota. La tabla muestra las variables, definiciones e indicadores utilizados para evaluar la implementación del manual de procedimientos en el Laboratorio TESA (2025).

La matriz de operacionalización de variables es una herramienta metodológica que permite descomponer las variables de investigación en dimensiones, indicadores y técnicas de recolección de información, lo que facilita su análisis de manera sistemática y objetiva como lo fundamentó Zepeda & Pesci (2019). Este proceso se logra mediante la traducción de conceptos teóricos en elementos observables y medibles, asegurando coherencia entre los objetivos del estudio, las variables planteadas y los instrumentos metodológicos utilizados. En este sentido, la matriz funciona como un enlace entre el marco teórico y la aplicación práctica de la investigación.

En el presente proyecto, la matriz de operacionalización permite identificar la relación existente entre la variable independiente, correspondiente al proceso de elaboración de provisionales digitales impresos en resina dental, y la variable dependiente, relacionada con la calidad del producto final. A través de esta matriz se delimitan las dimensiones específicas del proceso digital y los indicadores que permiten evaluar la calidad clínica de los provisionales, así como los métodos de recopilación de información empleados. De este modo, la matriz contribuye a estructurar de forma coherente el contenido del manual de procedimientos, orienta el análisis de los estudios iniciales y garantiza que cada apartado del manual esté alineado con los objetivos del proyecto y con los criterios técnicos, de bioseguridad y calidad establecidos por el Laboratorio TESA.

3.5.3. *Criterios y exclusión*

Se incluyó al Estudio dental Quiroga como unidad de análisis principal, considerando al personal técnico con al menos seis meses de experiencia, a 3 docentes técnicos de la institución y 4 estudiantes. También se incluyeron los procesos relacionados con la fabricación de provisionales digitales y los equipos CAD/CAM en funcionamiento. Se

excluyeron procedimientos no relacionados, como prótesis definitivas o aparatos ortodónticos, así como personal administrativo o clínico ajeno al laboratorio.

Tabla 2

Criterios de Inclusión y exclusión.

Criterios de Inclusión	**Criterios de Exclusión**
1. Personal técnico y estudiantes con al menos seis meses de experiencia.	1. Personal administrativo o clínico ajeno al laboratorio.
2. Procesos relacionados con la fabricación de provisionales digitales.	2. Procedimientos no relacionados, como prótesis definitivas o aparatos ortodónticos.
3. Uso de equipos CAD/CAM en funcionamiento.	3. Uso de equipos CAD/CAM fuera de funcionamiento o en desuso.

Nota: Creación propia.

3.5.4. *Muestreo no probabilístico por conveniencia y deliberado*

El muestreo fue no probabilístico e intencional, escogiendo a los participantes por su experiencia y rol dentro del laboratorio. Este tipo de muestreo se aplica cuando el propósito de la investigación es obtener información de sujetos que poseen conocimientos o experiencias relevantes para el fenómeno estudiado (Vizcaíno Zúñiga et al., 2023)

La muestra estará compuesta por tres técnicos dentales, un supervisor y un odontólogo protesista, quienes participaron directamente en los procesos de trabajo y aportarán información valiosa sobre los procedimientos, materiales y controles de calidad del laboratorio.

3.5.5. *Encuesta inicial*

La aplicación de la encuesta inicial constituyó el instrumento metodológico diseñado para la obtención de la información primaria centrada en la situación del Laboratorio TESA

respecto a la utilización de las tecnologías digitales en el marco del diseño de los provisionales impresos en resina dental. Se planteó como objetivo la determinación del diagnóstico del entorno institucional antes de la creación del manual con el fin de conocer el nivel de experiencia del personal, la familiarización con la impresión 3D y los desafíos y necesidades de formación asociados a los procesos digitales.

De manera general, los resultados reflejan el alto nivel de confiabilidad que posee los datos cuantitativos y cualitativos, ya que el personal del laboratorio tiene una buena trayectoria profesional además de una adopción progresiva de la tecnología de impresión 3D, constatado como una combinación de usuarios activos y profesionales que si bien no usa la herramienta de manera regular por el momento, poseen una intención de uso evidente para aplicar en sus procesos laborales. Este escenario constituye un marco favorable para el diseño de estrategias de formación y estandarización técnica.

Respecto a la producción de provisionales dentales, los resultados indican (ANEXO A) que se trata de una práctica común a la dinámica del laboratorio, pero con menor desarrollo, insinuando una oportunidad de optimización de los flujos de trabajo a partir de tecnologías digitales. Igualmente, está el reporte desde la evaluación de elevados juicios de valor sobre la necesidad de un manual técnico detallado. En este sentido, hay una demanda clara de herramientas que ayuden a fijar la calidad de los procesos, su uniformidad y el manejo seguro de los materiales.

Al mismo tiempo, estos resultados recomiendan que, aunque hay un control sólido de los conceptos digitales al comienzo del proceso —CAD, preparación de archivos—, las etapas prácticas relacionadas con la impresión 3D y el postprocesamiento involucran dificultades técnicas serias. Por lo tanto, resulta importante que el Manual conceptual

propuesto proporcione una solución integral al flujo de trabajo digital, cubriendo todas las etapas que rodean la preparación de los provisionales.

Por lo tanto, en términos generales, la encuesta inicial confirma la coherencia de la propuesta de desarrollo del manual en cuestión, ya que sugiere que el contexto en cuestión está marcado por alta profesionalización, apertura a la innovación tecnológica y una necesidad concreta de herramientas formativas estructuradas. Sin embargo, es esencial subrayar que el análisis detallado de estos, la interpretación individualizada de cada pregunta y la discusión serán extensamente desarrollados en el Capítulo IV: Resultados y Interpretación, donde se abordarán los datos obtenidos con detallado análisis y rigor de investigación. En el presente apartado, se detalla la descripción metodológica de su uso como una herramienta de diagnóstico que se usa como un punto de partida para la identificación de necesidades, la guía para la elaboración del manual y el respaldo de las conclusiones del estudio.

3.6.Desarrollo

Objetivo

El enfoque de este manual se centra en proporcionar una atención paso a paso y protocolizada a la fabricación de provisionales dentales mediante la impresión 3D y las resinas fotopolimerizables. Esto ayudará no solo a garantizar la precisión y alta calidad estética, sino también la biocompatibilidad y eficiencia operativa laboral, así como disminuir los errores humanos y aumentar la autogestión del personal técnico.

Alcance

Este manual cubre todos los aspectos del procedimiento, desde la adquisición de datos del modelo a través del escaneo hasta la restauración final. Para preparar un archivo digital

para la fabricación, el proceso de diseño asistido por computadora, la impresión en 3D, el posprocesamiento, la calidad y el control, así como los procedimientos de bioseguridad, se describen actividades a continuación para garantizar los niveles clínicos y de cumplimiento.

Importancia del Manual

La adopción de este manual contribuirá a la estandarización de los procedimientos técnicos, con lo que se reducirán las variaciones de los resultados de las restauraciones provisorias y se optimizarán los tiempos de producción. Todo esto no solo se traducirá en una mejor tasa de calidad del trabajo, sino que aumentará la confianza de los odontólogos y los modelos en los productos que el laboratorio ofrece, mejorando la competitividad y la eficiencia operativa del laboratorio.

3.6.1. *Bioseguridad y Control de Calidad*

La bioseguridad se ocupa de proteger al personal y al entorno del laboratorio, mientras que el control de calidad implica una inspección y evaluación exhaustiva de las piezas para asegurar que cumplan con los estándares clínicos y estéticos. Ambos son determinantes para mantener altos estándares de higiene, seguridad y eficiencia durante el proceso de fabricación dental.

3.6.1.1. ***Bioseguridad en el Laboratorio.*** Es el procedimiento que evita la alteración por contaminación y garantiza un entorno de trabajo limpio y protegido para los operarios y los objetos en preparación.

3.6.1.2. **Pasos para realizar el proceso.** El proceso se realiza siguiendo estos pasos:

1. Usar equipos de protección personal (guantes, mascarillas, gafas) durante todo el proceso.

Figura 2

Uso de equipo de protección personal en el laboratorio dental.



Nota: La imagen muestra la utilización de guantes y bata como medidas básicas de bioseguridad durante la manipulación de modelos dentales en el laboratorio. Elaboración propia mediante inteligencia artificial (Carriel, 2025).

2. Desinfectar las piezas y superficies del laboratorio después de cada fase realizada.

Figura 3

Desinfección de modelos dentales en área de bioseguridad.



Nota. La imagen muestra el proceso de desinfección de modelos dentales mediante el uso de soluciones desinfectantes y equipo de protección personal en el área de bioseguridad del laboratorio dental. Elaboración propia (Carriel, 2025).

3.6.2. *Equipos, Materiales y Software*

Corresponden a los recursos tecnológicos, materiales e informáticos necesarios para la elaboración de provisionales impresos en resina 3D, garantizando precisión, calidad y seguridad en cada etapa del proceso.

3.6.2.1. Equipos utilizados. Los equipos permiten la digitalización, impresión y postprocesado de los modelos dentales.

1. **Escáner de mesa SHINING 3D:** Se utiliza para digitalizar los modelos dentales físicos, obteniendo archivos tridimensionales precisos que serán trabajados en el *software* CAD.

Figura 4

Escáner de mesa SHINING 3D utilizado para la digitalización de modelos dentales.



Nota. La imagen corresponde a un escáner de mesa SHINING 3D empleado para la digitalización tridimensional de modelos dentales en el laboratorio. Imagen referencial del equipo. Elaboración propia Imagen referencial del Equipo (Carriel, 2025).

2. **Impresora 3d *Anycubir Photon Mono 4 Ultra*:** Equipo empleado para la fabricación de provisionales mediante impresión en resina, ofreciendo alta resolución y exactitud dimensional.

Figura 5

Impresora 3D Anycubic Photon Mono 4 Ultra utilizada para la elaboración de provisionales.



Nota. La imagen corresponde a una impresora 3D Anycubic Photon Mono 4 Ultra empleada en el laboratorio dental para la fabricación de provisionales mediante tecnología de impresión tridimensional. Imagen referencial del equipo. Elaboración propia (Carriel, 2025).

3. **Estación de Lavado:** Permite la limpieza de las piezas impresas, eliminando el exceso de resina no polimerizada después del proceso de impresión.

Figura 6

Estación de lavado para la limpieza de provisionales impresos en resina.



Nota. La imagen muestra una estación de lavado utilizada para la limpieza de provisionales impresos en resina, posterior al proceso de impresión 3D en el laboratorio dental. Imagen referencial del equipo. Elaboración propia (Carriel, 2025).

4. **Estación de Curado:** Se utiliza para el curado final de las piezas impresas, asegurando la correcta polimerización y resistencia del material.

Figura 7

Estación de curado empleada para el endurecimiento final de las piezas impresas.



Nota. La imagen muestra una estación de curado utilizada para el endurecimiento final de las piezas impresas en resina, mediante la aplicación controlada de luz y tiempo, como parte del proceso de postimpresión en el laboratorio dental. Imagen referencial del equipo. Elaboración propia (Carriel, 2025).

3.6.2.2. Materiales Utilizados. Los materiales complementan el proceso de impresión y postprocesado, asegurando un acabado adecuado y seguro.

1. **Alcohol isopropílico o potable al 96%:** Utilizado para la limpieza de las piezas impresas y la eliminación de residuos de resina.

Figura 8

Alcohol utilizado para la limpieza de provisionales impresos.



Nota. La imagen muestra un producto comercial a base de alcohol empleado para la limpieza y eliminación de residuos de resina en provisionales impresos mediante tecnología de impresión 3D, como parte del proceso de postimpresión en el laboratorio dental. Imagen referencial de producto comercial. Elaboración propia (Carriel, 2025).

2. **Resina para provisionales impresos COSMOS TEMP:** Material específico para impresión 3D dental, indicado para la fabricación de restauraciones provisionales.

Figura 9

Resina COSMOS TEMP empleada en la impresión de provisionales.



Nota. La imagen muestra una resina COSMOS TEMP utilizada para la impresión de provisionales dentales mediante tecnología de impresión 3D, empleada en la fabricación de restauraciones temporales en el laboratorio dental. Imagen referencial de producto comercial. Elaboración propia (Carriel, 2025).

3. **Blue-Tack:** Utilizado para la fijación temporal de piezas durante procesos de trabajo o ajuste.

Figura 10

Blu-Tack utilizado como material de fijación temporal.



Nota. La imagen muestra un producto comercial Blu-Tack empleado como material de fijación temporal durante distintos procedimientos auxiliares en el laboratorio dental, permitiendo la estabilización provisional de piezas y componentes. Imagen referencial de producto comercial. Elaboración propia (Carriel, 2025).

4. **Espátula de metal:** Empleada para la manipulación de materiales y retiro de piezas impresas.

Figura 11

Espátula de metal utilizada en el proceso de trabajo.



Nota. La imagen muestra una espátula de metal empleada en el laboratorio dental para la manipulación y mezcla de materiales durante las distintas etapas del proceso de trabajo. Imagen referencial de instrumental odontológico. Elaboración propia (Carriel, 2025).

5. **Espátula de silicona:** Utilizada para la manipulación segura de la resina sin dañar superficies o recipientes.

Figura 12

Espátula de silicona utilizada para la manipulación de resina.



Nota. La imagen muestra una espátula de silicona empleada en el laboratorio dental para la manipulación, dosificación y mezcla de resinas durante las etapas de elaboración de provisionales. Imagen referencial de instrumental odontológico. Elaboración propia (Carriel, 2025).

6. **Pinzas de laboratorio:** Utilizadas para el retiro cuidadoso de las estructuras de soporte y la manipulación precisa de las restauraciones impresas.

Figura 13

Pinzas de laboratorio para retiro de soportes y manipulación de restauraciones impresas.



Nota. La imagen muestra pinzas de laboratorio empleadas para el retiro de soportes y la manipulación segura de restauraciones impresas mediante tecnología de impresión 3D, durante las etapas de postimpresión en el laboratorio dental. Imagen referencial de instrumental odontológico. Elaboración propia (Carriel, 2025).

7. **Instrumento de secado por aire (eléctrico):** Empleado para el secado completo de las restauraciones después del lavado, asegurando la eliminación de residuos de alcohol previo al curado UV.

Figura 14

Instrumento eléctrico de secado por aire para restauraciones impresas.



Nota. La imagen muestra un instrumento eléctrico de secado por aire utilizado en el laboratorio dental para el secado de restauraciones impresas, como parte del proceso de postimpresión previo al acabado final. Imagen referencial de instrumental odontológico. Elaboración propia (Carriel, 2025).

8. **Discos de silicona de diferente granulometría:** Utilizados para el acabado y alisado progresivo de la superficie de la restauración provisional.

Figura 15

Discos de silicona para acabado dental.



Nota. La imagen muestra discos de silicona utilizados en el laboratorio dental para el acabado y pulido de restauraciones, permitiendo mejorar la superficie y el ajuste final de las piezas dentales. Imagen referencial de instrumental odontológico. Elaboración propia (Carriel, 2025).

9. **Felpas de pulido:** Empleadas en la etapa de abrillantamiento para mejorar la textura superficial de la pieza.

Figura 16

Felpas de pulido dental.



Nota. La imagen muestra felpas de pulido utilizadas en el laboratorio dental para el acabado y pulido final de restauraciones, permitiendo obtener superficies lisas y mejorar la estética de las piezas dentales. Imagen referencial de instrumental odontológico. Elaboración propia (Carriel, 2025).

10. **Piedra pómez:** Utilizada como material para el pulido inicial y la eliminación de irregularidades superficiales.

Figura 17

Piedra pómez utilizada en el pulido inicial del provisional.



Nota. La imagen muestra una piedra pómez empleada en el laboratorio dental para el pulido inicial de provisionales, permitiendo la eliminación de irregularidades superficiales y la preparación previa al acabado final. Imagen referencial de instrumental odontológico. Elaboración propia (Carriel, 2025).

11. **Glaze Optiglaze:** Material fotopolimerizable empleado en la fase final para mejorar la calidad superficial y la protección del provisional.

Figura 18

Glaze Optiglaze empleado para la protección superficial del provisional.



Nota. La imagen muestra el glaze Optiglaze utilizado en el laboratorio dental para la protección superficial de provisionales, mejorando el sellado, la resistencia y el acabado estético de las restauraciones temporales. Imagen referencial de producto comercial. Elaboración propia (Carriel, 2025).

3.6.2.3 *Software utilizado*

El *software* permite el diseño, preparación y gestión de los archivos digitales necesarios para la impresión 3D.

1. **EXOCAD:** *Software* CAD dental utilizado para el diseño digital de restauraciones y provisionales.

Figura 19

Software EXOCAD empleado para el diseño de provisionales dentales.



Nota. La imagen corresponde al software EXOCAD utilizado en el laboratorio dental para el diseño digital de provisionales dentales, permitiendo la planificación y modelado de restauraciones temporales mediante tecnología CAD/CAM. Imagen referencial de software comercial. Elaboración propia (Carriel, 2025).

2. **Anycubic Photon Workshop:** Programa utilizado para preparar los archivos de impresión, configurar parámetros y generar soportes.

Figura 20

Software Anycubic Photon Workshop para la preparación de archivos de impresión.



Nota. La imagen corresponde al software Anycubic Photon Workshop utilizado en el laboratorio dental para la preparación y configuración de archivos de impresión 3D, incluyendo el posicionamiento, generación de soportes y parámetros de impresión. Imagen referencial de software comercial. Elaboración propia (Carriel, 2025).

3. **Dental Manager:** *Software* utilizado para la gestión y organización de los archivos digitales del laboratorio.

Figura 21

Software Dental Manager para la administración de trabajos digitales.



Nota. La imagen corresponde al software Dental Manager utilizado en el laboratorio dental para la gestión y administración de trabajos digitales, permitiendo el control de flujos de trabajo, seguimiento de casos y organización de procesos CAD/CAM. Imagen referencial de software comercial. Elaboración propia (Carriel, 2025).

3.6.3. Preparación del Modelo (Escaneo)

El proceso inicia con la digitalización de los modelos dentales mediante un escáner de mesa *Shining* 3D, el cual permite obtener una representación tridimensional precisa de los

modelos físicos. Durante esta fase, el trabajo clínico se traslada completamente al entorno digital, evitando la manipulación innecesaria de modelos físicos.

Figura 22

Material adhesivo reutilizable Blu-Tack para fijación de modelos dentales.



Nota. La imagen muestra un envase comercial de material adhesivo reutilizable Blu-Tack. Imagen referencial de producto comercial. Elaboración propia (Carriel, 2025).

- **Escaneo de Modelo en Escáner de Mesa Shining 3D**

El escaneo de modelos consiste en generar una réplica digital fiel de las estructuras dentales. El *software* de *Shining 3D* captura detalles anatómicos críticos, como márgenes cavitarios, superficies oclusales y zonas subgingivales accesibles, lo cual es fundamental para garantizar la precisión del diseño de la restauración.

3.6.3.1. Pasos para realizar el proceso. El proceso se realiza siguiendo estos pasos:

1. Iniciar el programa correspondiente al escáner Shining 3D. Dentro de las opciones disponibles, seleccionar la modalidad de escaneo “modelo sin troqueles”, y que proporciona una mejor definición en la terminación del escaneo.

2. El software solicitará colocar los modelos en oclusión sobre la base del brazo del escáner.

- Los modelos se fijan con *Blue-tack (como se muestra en la ilustración 2),* adhesivo reutilizable que se incluye con el equipo, para evitar desplazamientos.
- Seleccionar la opción “Escaneo de mordida rápida”, lo cual evita que el escáner mueva los modelos durante la captura oclusal.

Figura 23

Modelo dental físico fijado en la plataforma del escáner de mesa Shining 3D.



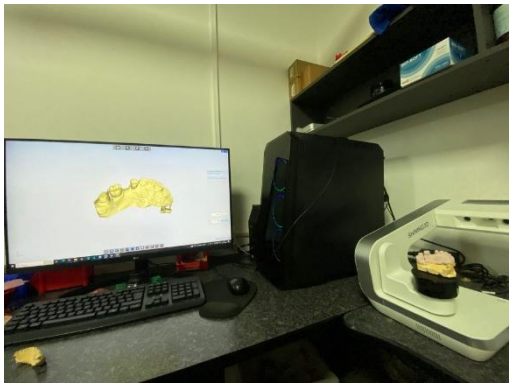
Nota. La imagen muestra un modelo dental físico colocado sobre la plataforma circular del escáner de mesa. Imagen referencial. Elaboración propia (Carriel, 2025).

3. Una vez capturada la oclusión, el programa solicitará colocar únicamente el modelo inferior:

- El *software* ofrece la opción de agregar datos adicionales, especialmente útil cuando se trabaja con modelos troquelados o cuando la línea de terminación no se encuentra completamente definida.
- Activar esta función si se requiere mayor detalle sobre el dado de trabajo.

Figura 24

Escaneo del modelo dental inferior en escáner de mesa Shining 3D con visualización del modelo tridimensional en el software.



Nota. La imagen muestra el escáner de mesa con un modelo dental inferior durante el proceso de escaneo y la visualización del modelo tridimensional en la pantalla del computador. Elaboración propia (Carriel, 2025).

4. Tras completar el modelo inferior, el software indicará retirarlo y proceder con la colocación del modelo superior en la plataforma del escáner.

Figura 25

Escaneo del modelo dental superior en el escáner de mesa Shining 3D con visualización del modelo tridimensional en el software.

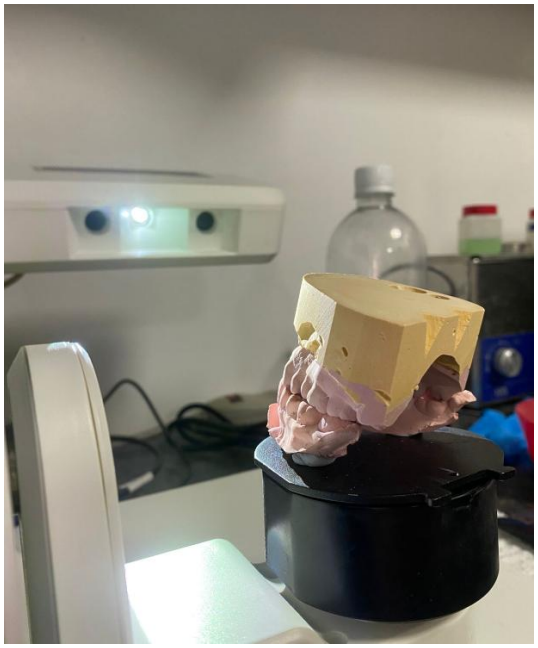


Nota. La imagen muestra el escáner de mesa con un modelo dental superior durante el proceso de escaneo y la visualización del modelo tridimensional en la pantalla del computador. Elaboración propia (Carriel, 2025).

Repetir el proceso asegurándose de que todas las superficies críticas sean capturadas.

Figura 26

Posicionamiento del modelo dental superior en la plataforma del escáner de mesa Shining 3D.



Nota. La imagen muestra un modelo dental superior colocado sobre la plataforma circular del escáner de mesa. Elaboración propia (Carriel, 2025).

5. Una vez completados los escaneos de oclusión, modelo inferior y modelo superior, el *software* integrará automáticamente los datos para generar el conjunto final del modelo 3D.

Nota: Escanee el siguiente código (Ilustración 26) para acceder al video ilustrativo con todos los pasos a realizar en el flujo digital del escaneo y diseño digital.

Figura 27

Código QR de acceso al video ilustrativo del flujo digital.



Nota. La imagen muestra un código QR que dirige a un video ilustrativo del flujo digital. Enlace: https://www.awesomescreenshot.com/video/47285335?key=27f12bfdb5d08ef247f2e3bfd613c95. Elaboración propia (Carriel, 2025).

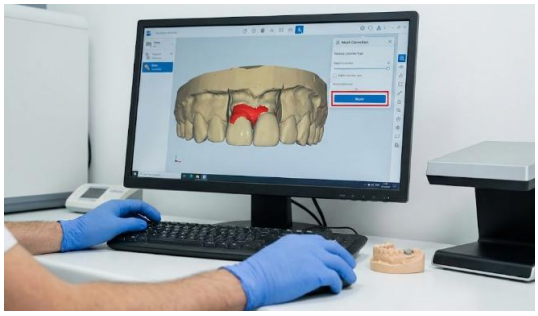
Al concluir el escaneo, es indispensable verificar la integridad del modelo digital. El archivo debe estar libre de distorsiones, artefactos, huecos, duplicaciones o errores en los márgenes que puedan comprometer la restauración.

3.6.3.2 Pasos para realizar el proceso. El proceso se realiza siguiendo estos pasos:

1. Corregir cualquier deformación o error de malla detectado en la visualización del *software*. Las áreas de preparación dental deben verse completas y sin interrupciones.

Figura 28

Operador evaluando la calidad de un escaneo dental en un software digital, verificando la integridad y precisión del modelo tridimensional.



Nota. La imagen muestra a un operador frente a un monitor con la visualización de un modelo dental tridimensional durante su evaluación. Elaboración propia (Carriel, 2025).

2. Una vez validada la calidad, exportar el archivo en formato STL, verificando:
    - Escala correcta
    - Orientación adecuada
    - Conservación de la anatomía funcional

Este archivo será posteriormente importado en el *software* CAD para el diseño definitivo

Nota: Es necesario asegurar que todos los escáneres utilizados en los procesos de escaneo estén correctamente calibrados y libres de defectos en la preparación, ya sea escáneres y exportación de archivos digitales, por lo que todos los escáneres deben someterse a inspecciones regulares para posibles distorsiones en el suministro y contaminación.

3.6.4. *Diseño Digital (CAD)*

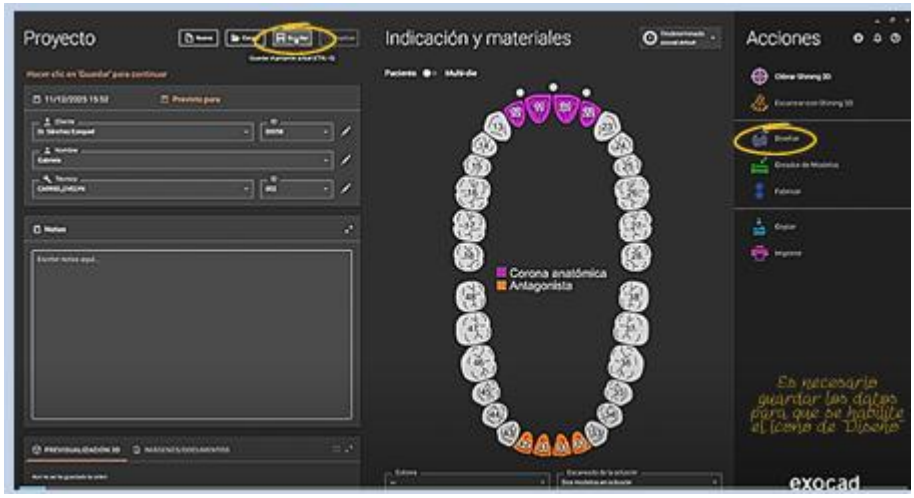
Una vez finalizado el escaneo, el diseño de la restauración provisional se realiza dentro del *software* Exocad, siguiendo un flujo sistemático que permite construir una pieza temporal funcional, anatómica y estéticamente adecuada.

El diseño en Exocad requiere un trabajo minucioso sobre orientación, líneas de terminación, espesores, ejes de inserción, bibliotecas dentales y ajustes finos.

3.6.4.1. Inicio del Diseño en Exocad. Una vez finalizado el escaneo, se regresa a la interfaz de DentalDB, donde se inicia el proceso de diseño en Exocad.

Figura 29

Interfaz del software Exocad mostrando la importación y visualización del modelo dental digital para el inicio del diseño de provisionales.



Nota. La imagen muestra la interfaz del software Exocad con la visualización de un modelo dental digital en pantalla. Elaboración propia (Carriel, 2025).

En esta etapa, el archivo STL obtenido del escáner (de mesa o intraoral) se importa al *software* de diseño, que interpretará la malla 3D para trabajar sobre el modelo digital de la estructura dental.

Según el origen del modelo, se presentan dos escenarios:

- Si el escaneo ha sido realizado recientemente, los modelos aparecerán automáticamente.
- Si los modelos han sido enviados como archivos STL, el sistema abrirá la ventana de selección para cargarlos manualmente desde la computadora.

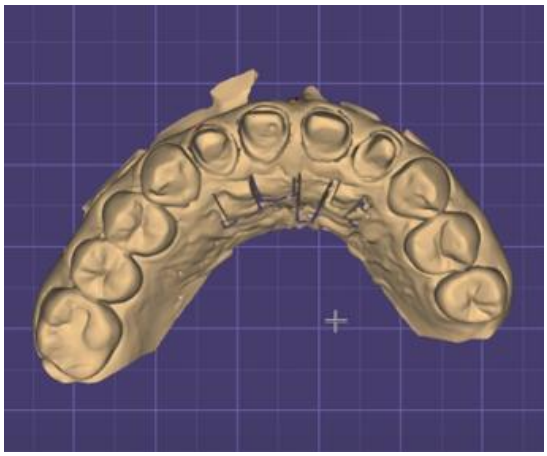
En ambos casos, el diseñador debe verificar que los modelos se encuentren completos y correctamente reconocidos por el *software.*

3.6.4.1.1. ***Pasos para realizar el proceso.*** El proceso se realiza siguiendo estos pasos:

1. Los modelos deben orientarse correctamente, siempre colocando las **caras oclusales hacia el operador**. Una orientación precisa evita errores posteriores en la identificación de ejes, márgenes y contactos.

Figura 30

Vista superior del modelo dental digital correctamente orientado, mostrando las caras oclusales hacia el operador dentro del entorno de diseño.



Nota. La imagen muestra un modelo dental digital en vista superior con las caras oclusales orientadas hacia el operador. Elaboración propia (Carriel, 2025).

Figura 31

Ejemplo comparativo de orientación correcta e incorrecta del modelo digital en Exocad.

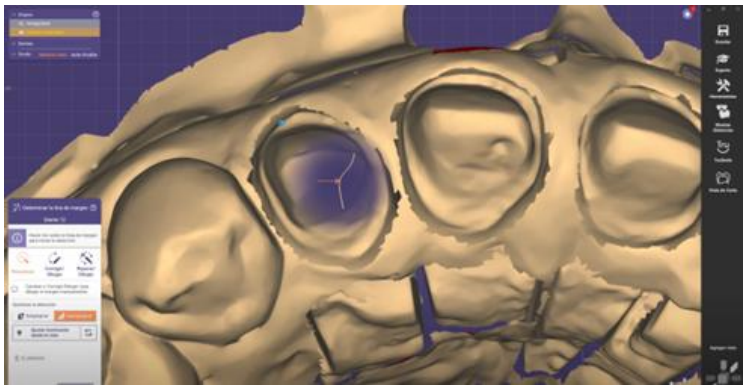


Nota. La imagen muestra una comparación visual entre la orientación correcta e incorrecta de un modelo dental digital en el entorno del software Exocad. Elaboración propia (Carriel, 2025).

2. El *software* permite marcar o refinar la línea de terminación de la preparación. La línea debe trazarse con exactitud para asegurar un ajuste marginal correcto y minimizar filtraciones.

Figura 32

Marcado de la línea de terminación en el modelo dental digital en Exocad.



Nota. La imagen muestra el modelo dental digital con la línea de terminación marcada en el entorno del software Exocad. Elaboración propia (Carriel, 2025).

3. Se ajusta la orientación del modelo digital para que las caras oclusales queden dirigidas hacia el operador. Esto permite evaluar correctamente las zonas retentivas y definir adecuadamente el eje de inserción, evitando interferencias durante la inserción del provisional.

Figura 33

Orientación del modelo digital y evaluación de zonas retentivas para la definición del eje de inserción en Exocad.

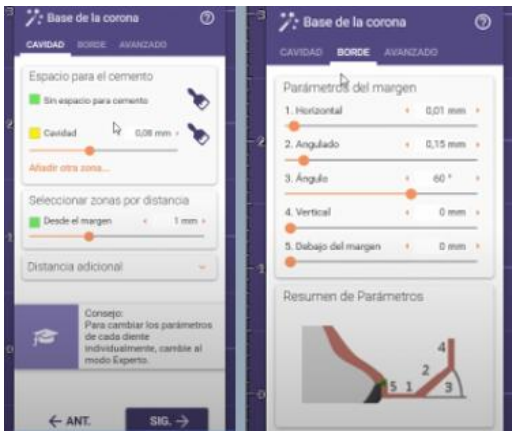


Nota. La imagen muestra un modelo dental digital orientado en el software Exocad con visualización de las zonas retentivas. Elaboración propia (Carriel, 2025).

4. Se establece el espacio interno destinado al cemento, así como las áreas libres de cemento. Esta configuración permite un asentamiento adecuado de la restauración y mejora la retención sin comprometer el ajuste marginal.

Figura 34

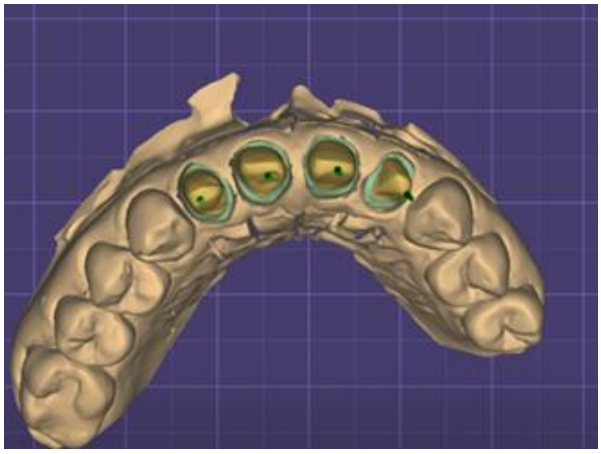
Configuración de parámetros del espacio para el cemento en Exocad.



Nota. La imagen muestra la interfaz del software Exocad con los parámetros del espacio para el cemento visibles en pantalla. Elaboración propia (Carriel, 2025).

Figura 35

Espacio para el cemento en el modelo digital.

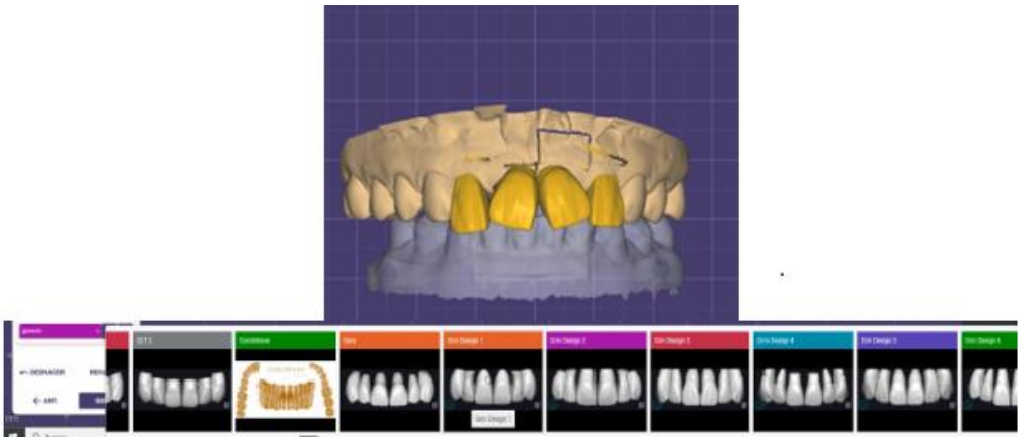


Nota. La imagen muestra un modelo dental digital con la visualización del espacio destinado para el cemento en las preparaciones dentales. Elaboración propia (Carriel, 2025).

5. En esta etapa se seleccionan los dientes de la biblioteca del *software* y se posicionan sobre el modelo digital. El posicionamiento debe ser preciso y acorde a la anatomía dental, ya que influye directamente en la estética y función de la restauración provisional.

Figura 36

Selección y posicionamiento de dientes del provisional en Exocad utilizando la biblioteca dental.

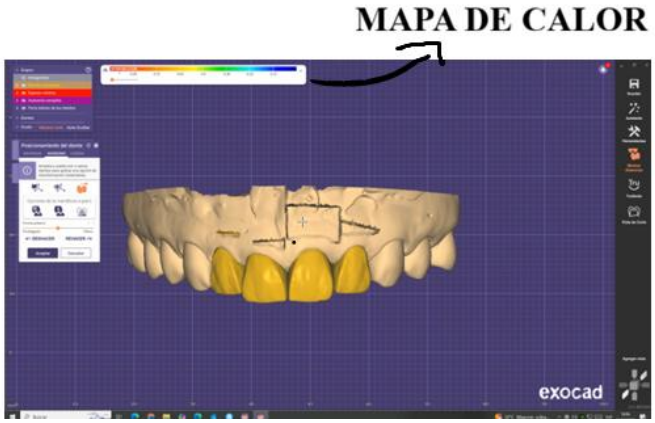


Nota. La imagen muestra el modelo dental digital con dientes seleccionados y posicionados en el entorno del software Exocad. Elaboración propia (Carriel, 2025).

Durante el posicionamiento de los dientes, se utiliza el mapa de calor para evaluar los contactos oclusales. Los colores indican el nivel de presión, permitiendo identificar zonas de presión crítica, exceso de contacto, contacto ideal o contacto ligero.

Figura 37

Mapa de calor de contactos oclusales durante el posicionamiento de dientes en Exocad.

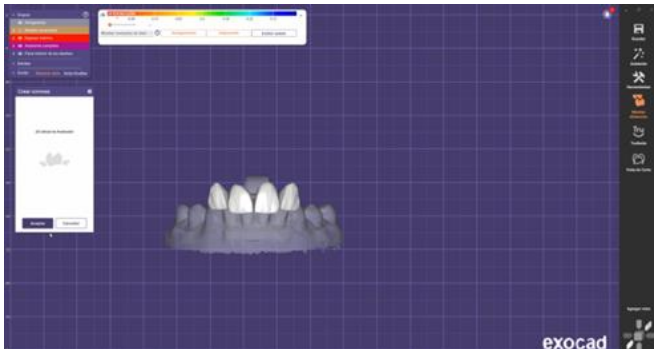


Nota. La imagen muestra un modelo dental digital con la visualización del mapa de calor de contactos oclusales en el software Exocad. Elaboración propia (Carriel, 2025).

6. Se ajustan los dientes seleccionados para lograr una correcta adaptación al modelo dental, asegurando una transición adecuada entre la restauración y la estructura dentaria preparada.

Figura 38

Adaptación de los dientes al modelo digital en Exocad.

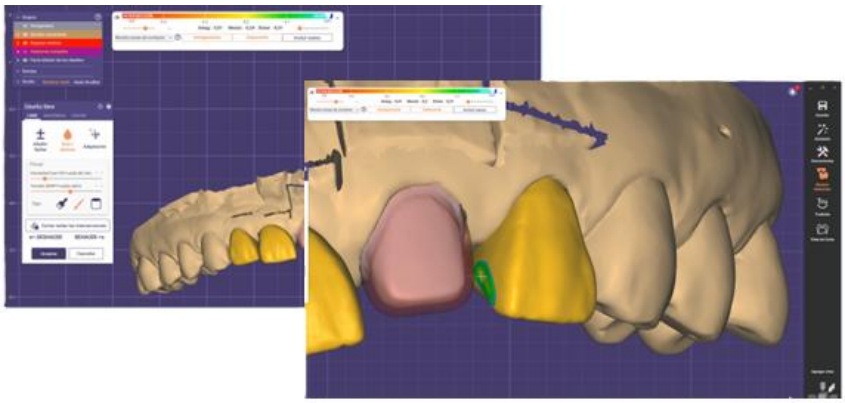


Nota. La imagen muestra dientes digitales adaptados sobre un modelo dental en el entorno del software Exocad. Elaboración propia (Carriel, 2025).

7. En este paso se realiza el ajuste fino del diseño, permitiendo modificar la anatomía, suavizar superficies y corregir detalles estéticos y funcionales de la restauración provisional.

Figura 39

Diseño libre del provisional: ajuste anatómico y suavizado de superficies en Exocad.

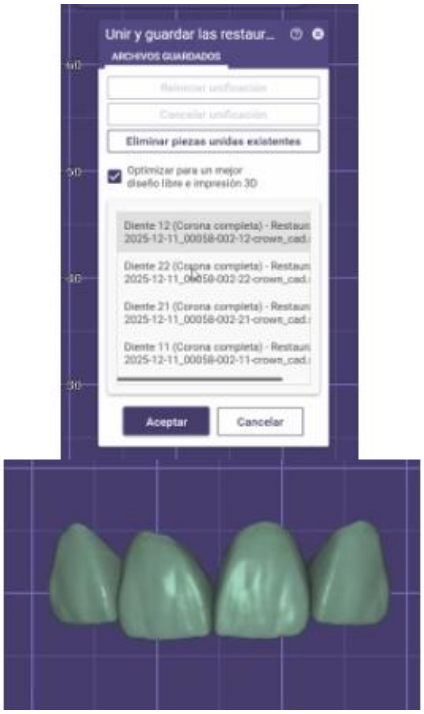


Nota. La imagen muestra el diseño digital de un provisional con modificación anatómica y suavizado de superficies en el entorno del software Exocad. Elaboración propia (Carriel, 2025).

8. Se unifican todas las restauraciones diseñadas y se guardan los archivos digitales, dejándolos listos para su posterior exportación y proceso de impresión en resina 3D.

Figura 40

Unificación y guardado de restauraciones provisionales en Exocad.



Nota. La imagen muestra la interfaz del software Exocad durante el proceso de unificación y guardado de restauraciones provisionales. Elaboración propia (Carriel, 2025).

Si se detectan discrepancias dimensionales, se procede a escalar el modelo para asegurar que el archivo 3D refleje exactamente las medidas reales de la anatomía del modelo. Esta comprobación es la base necesaria para iniciar el diseño de la restauración provisional.

Antes de exportar, asegúrese de que el diseño no tenga distorsiones ni errores para garantizar la integración del máximo nivel posible de precisión en los detalles anatómicos y funcionales. Apuntar la evolución continua de los parámetros de tamaño, forma y ajuste marginal y eliminar cualquier imperfección que pueda reducir la calidad de la restauración final.

Nota: Escanee el siguiente código (Ilustración 40) para acceder al video ilustrativo con todos los pasos a realizar en el flujo digital del diseño de provisionales en resina 3d.

Figura 41

Código QR de acceso al video del proceso completo de diseño de provisionales en resina 3D.



Nota. La imagen muestra un código QR que dirige a un video del proceso completo de diseño de provisionales en resina 3D. Enlace: https://www.awesomescreenshot.com/video/47375811?key=fc6839b31afa7b0c13607e0ac08f0cb6. Elaboración propia (Carriel, 2025).

3.6.5. *Impresión 3D Provisionales*

La impresión 3D constituye la etapa en la cual el diseño digital previamente verificado se transforma en una restauración física mediante el uso de una impresora de resina fotopolimerizable. En este caso, el proceso se realiza utilizando una ***Anycubic Photon Mono 4 Ultra***, un equipo que trabaja con su propio *software* de impresión y permite reproducir con alta precisión el diseño elaborado en CAD. La correcta preparación del archivo, configuración de parámetros y colocación de soportes determinará la estabilidad, precisión dimensional y calidad superficial de la restauración provisional obtenida.

3.6.5.1. Proceso de Impresión. El proceso de impresión requiere trasladar el archivo STL desde DentalDB hacia el *software* de la impresora *Anycubic*, donde se realizarán los ajustes necesarios antes de iniciar la fabricación capa por capa. Cada una de estas acciones constituye un punto crítico, ya que cualquier error en la configuración puede afectar directamente el resultado final. Es indispensable asegurarse de que los parámetros de resina sean los correctos, que la orientación de la

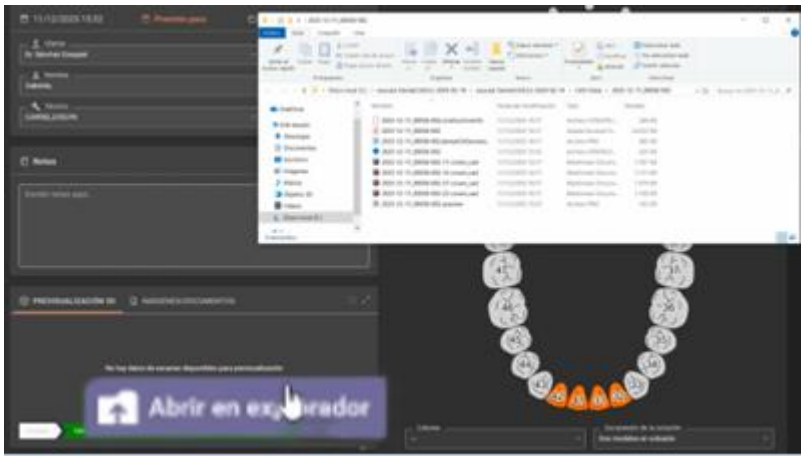
restauración sea adecuada y que el sistema de soportes garantice la estabilidad durante la construcción.

3.6.5.1.1. ***Pasos para realizar el proceso.*** El proceso se realiza siguiendo estos pasos:

1. Se accede al explorador de archivos directamente desde DentalDB para localizar los archivos correspondientes a las restauraciones diseñadas que serán preparadas para impresión.

Figura 42

Localización y selección de archivos STL desde DentalDB para el proceso de impresión.

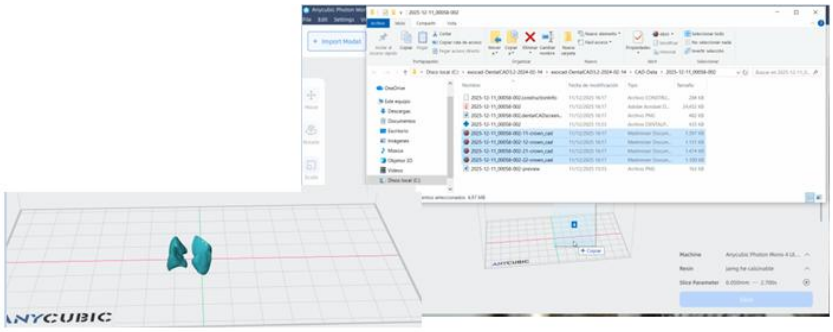


Nota. La imagen muestra la selección de archivos STL en el entorno del software DentalDB mediante el explorador de archivos. Elaboración propia (Carriel, 2025).

2. Una vez localizados los archivos, se copian y se cargan dentro del software Anycubic Photon Workshop, asegurando que todas las restauraciones se encuentren visibles sobre la plataforma virtual.

Figura 43

Restauraciones cargadas en la plataforma de Anycubic Photon Workshop.

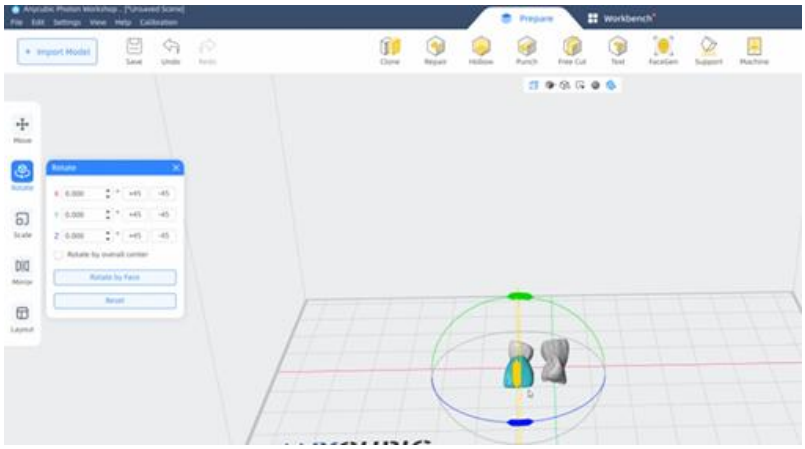


Nota. La imagen muestra restauraciones digitales cargadas en la plataforma del software Anycubic Photon Workshop. Elaboración propia (Carriel, 2025).

3. Se rotan y posicionan las piezas de manera adecuada según el tipo de restauración.

Figura 44

Orientación de restauraciones sobre la base de impresión.



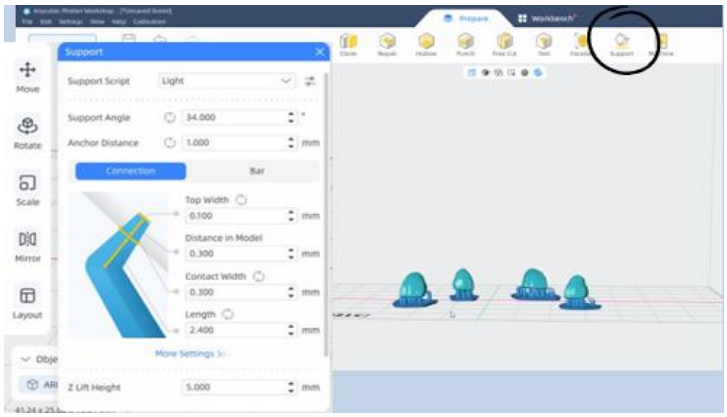
Nota. La imagen muestra restauraciones digitales orientadas sobre la base de impresión en el entorno del software de preparación de impresión. Elaboración propia (Carriel, 2025).

- En coronas y puentes anteriores, la cara palatina o incisal se orienta hacia la plataforma.
- En coronas y puentes posteriores, se posiciona de forma que una de las cúspides toque la plataforma.
- En carillas, la cara incisal u oclusal se orienta hacia la plataforma, evitando comprometer la línea de sellado.

4. Se agregan los soportes necesarios utilizando las herramientas del *software*, configurando sus parámetros para garantizar la correcta sujeción de las restauraciones durante la impresión.

Figura 45

Configuración de soportes para la impresión de restauraciones.



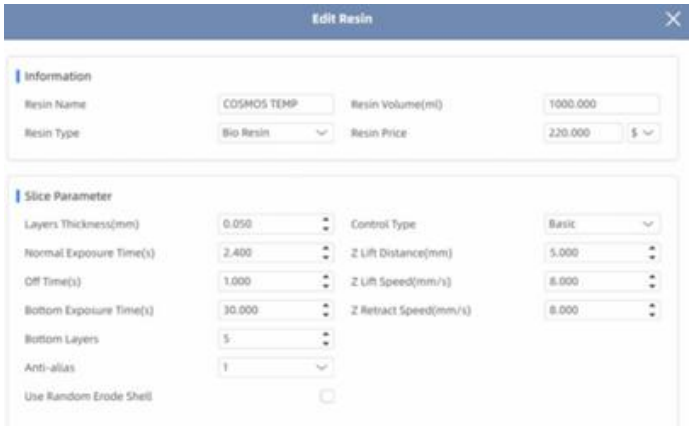
Nota. La imagen muestra la interfaz del software de preparación de impresión con la configuración de soportes aplicada a restauraciones digitales. Elaboración propia (Carriel, 2025).

.

5. Se ajustan los parámetros de impresión correspondientes a la resina *COSMOS TEMP*, como el espesor de capa y los tiempos de exposición, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

Figura 46

Ajuste de parámetros de la resina COSMOS TEMP.



Nota. La imagen muestra la ventana de configuración con los parámetros de impresión de la resina COSMOS TEMP en el software. Elaboración propia (Carriel, 2025).

6. Una vez finalizada la preparación, se ejecuta la opción *Slice* para generar el archivo de impresión compatible con la impresora 3D.

Figura 47

Generación del archivo de impresión (Slice).

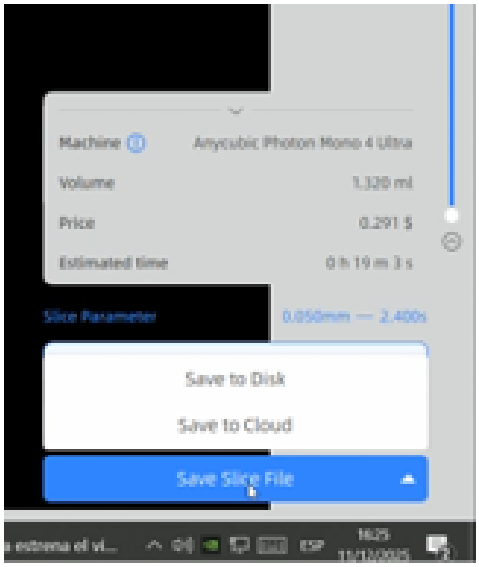


Nota. La imagen muestra la interfaz del software durante la generación del archivo de impresión a través de la función slice. Elaboración propia (Carriel, 2025).

7. Se selecciona la opción *Save to Disk*, se busca el dispositivo de almacenamiento externo *(pendrive)*, se cambia el nombre del archivo si es necesario y se guarda el archivo, dejándolo listo para su impresión.

Figura 48

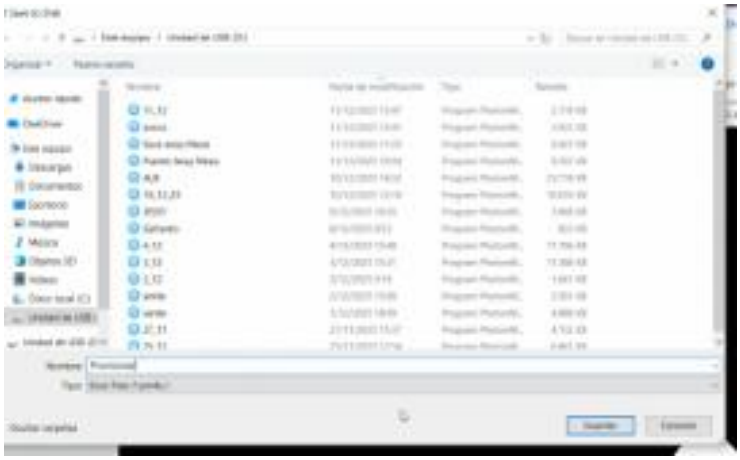
Guardado del archivo de impresión.



Nota. La imagen muestra la opción de guardado del archivo de impresión en el software de preparación de impresión. Elaboración propia (Carriel, 2025).

Figura 49

Almacenamiento del archivo en dispositivo externo.



Nota. La imagen muestra la ventana del sistema con el archivo de impresión almacenado en un dispositivo externo. Elaboración propia (Carriel, 2025).

Nota: Escanee el siguiente código (Ilustración 49) para acceder al video ilustrativo con todos los pasos a realizar en el flujo digital de la Impresión 3D de Provisionales.

Figura 50

Código QR para visualización del proceso completo de impresión 3D.



Nota. La imagen muestra un código QR que dirige a un material audiovisual del proceso completo de impresión 3D. Enlace: https://www.awesomescreenshot.com/video/47376454?key=c41418e82e3cfa9577a103045f5c8103. Elaboración propia (Carriel, 2025).

El post-procesamiento constituye una etapa esencial en la fabricación de restauraciones impresas en 3D, ya que permite retirar los soportes, eliminar la resina no polimerizada y completar el curado UV para alcanzar las propiedades mecánicas adecuadas. Esta fase garantiza que la pieza obtenida tenga la resistencia, estabilidad dimensional y estética necesarias para su uso clínico. Un post-procesado deficiente puede ocasionar deformaciones, fragilidad, irritación de tejidos o imprecisiones en el ajuste marginal.

3.6.6. *Eliminación de Soportes*

Las estructuras de soporte son necesarias durante la impresión 3D para sostener las piezas en las etapas iniciales del proceso y evitar deformaciones. Después del proceso de impresión, estas estructuras deben ser removidas con el máximo cuidado utilizando herramientas adecuadas como pinzas o cortadores. Los soportes deben ser removidos con precisión para prevenir cualquier daño a la pieza, evitando que aparezcan surcos o grietas.

3.6.6.1. Pasos para realizar el proceso. El proceso se realiza siguiendo estos pasos:

1. Retiro de las estructuras de soporte cuidadosamente con pinzas o herramientas especializadas.

Figura 51

Eliminación de estructuras de soporte tras la impresión.



Nota. La imagen muestra un modelo dental impreso con la remoción manual de estructuras de soporte. Elaboración propia (Carriel, 2025).

2. Inspección de la pieza para asegurarse de que no haya marcas de soporte ni daños.

Figura 52

Inspección del provisional luego del retiro de soportes.



Nota. La imagen muestra un provisional dental sostenido para su inspección visual tras el retiro de estructuras de soporte. Elaboración propia (Carriel, 2025).

3.6.7. *Lavado de la Pieza*

El lavado remueve la resina no polimerizada que permanece adherida a la superficie de la restauración luego de la impresión. En impresoras como *la Anycubic Photon Mono 4 Ultra*, este proceso se realiza generalmente con alcohol isopropílico al 95–99 %, ya sea por inmersión o mediante una estación de lavado. Si el lavado o el secado son insuficientes, pueden aparecer residuos pegajosos, manchas blancas en el curado o distorsiones superficiales.

3.6.7.1. Pasos para realizar el proceso. El proceso se realiza siguiendo estos pasos:

1. La restauración recién impresa se sumerge en alcohol isopropílico para remover la resina no polimerizada. Se agita levemente o se emplea una estación de lavado para asegurar una limpieza uniforme en todas las superficies.

Figura 53

Lavado inicial en alcohol isopropílico de restauraciones impresas.



Nota. La imagen muestra restauraciones dentales impresas sumergidas en alcohol isopropílico durante el lavado inicial. Elaboración propia (Carriel, 2025).

2. Una vez lavado, el provisional debe secarse completamente, utilizando aire comprimido o un paño libre de pelusas. Es indispensable que no queden residuos de alcohol, ya que pueden generar fracturas o manchas durante el curado.

Figura 54

Eliminación de residuos de alcohol previo al curado UV.



Nota. La imagen muestra una restauración dental impresa durante la eliminación de residuos de alcohol antes del proceso de curado UV. Elaboración propia (Carriel, 2025).

3.6.8. *Curado UV*

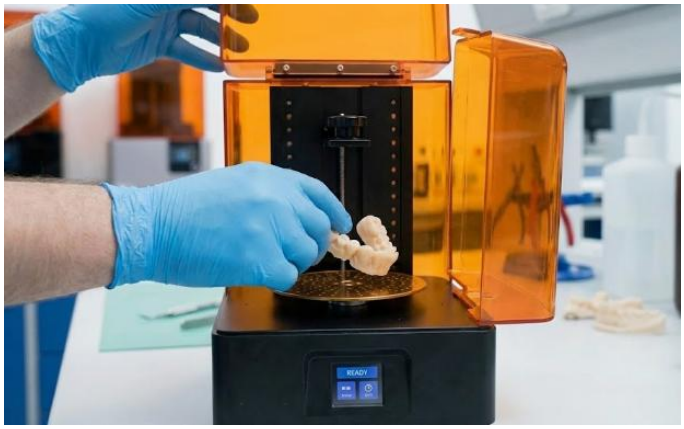
El curado UV es la etapa del proceso que finaliza la polimerización de la resina fotocurable, otorgando dureza, resistencia y estabilidad dimensional al provisional. Las cámaras de curado operan con longitudes de onda específicas, y el tiempo de exposición debe ajustarse a las recomendaciones del fabricante de la resina.

3.6.8.1. Pasos para realizar el proceso. El proceso se realiza siguiendo estos pasos:

1. Colocar a la pieza en una cámara de curado UV para completar la polimerización.

Figura 55

Curado UV del provisional impreso.

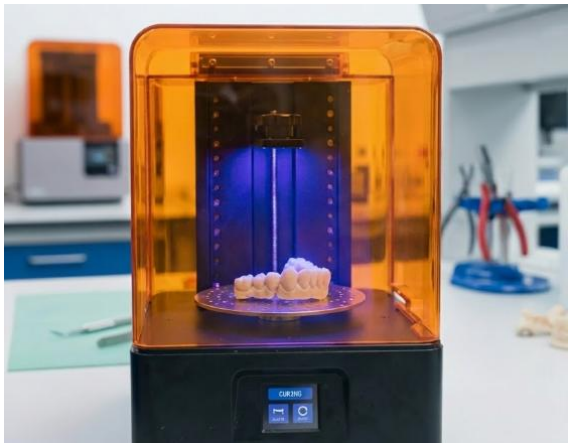


Nota. La imagen muestra un provisional dental impreso colocado en la cámara de curado UV durante el proceso de endurecimiento final. Elaboración propia (Carriel, 2025).

2. Exponer la pieza a luz UV de acuerdo con las recomendaciones del fabricante de la resina.

Figura 56

Exposición a luz UV para la polimerización final del provisional.



Nota. La imagen muestra un provisional dental durante la exposición a luz UV en la cámara de curado. Elaboración propia (Carriel, 2025).

El lavado es NECESARIO, la resina no polimerizada restante puede comprometer la integridad de la pieza. La Eliminación de los Soportes también debe realizarse con precaución, y una vez más, se notifica prestar atención para prevenir lesiones en la pieza durante este proceso.

3.6.9. *Acabado y Ajustes Finales*

Durante el acabado, se realiza el ajuste de la superficie de la restauración dental para lograr un encaje perfecto y también se ajusta para que se corresponda con la oclusión y la apariencia natural. El acabado implica las acciones de pulido, abrillantado y verificación del ajuste para asegurarse de que cumpla con los criterios clínicos y de estética.

3.6.9.1. Pulido y Abrillantado. El pulido y abrillantado es un proceso crucial del producto terminado, con la intención de que lo resultante tenga una superficie lisa en su totalidad sin salientes y que visualmente sea aceptable, esta etapa no sólo mejora aspecto del producto semi-acabado, sino que también asegura su comodidad funcional, evitando que las partes ásperas irriten tejidos blandos o acumulen placa dental.

3.6.9.1.1. *Pasos Para Realizar el Proceso.* El proceso se realiza siguiendo estos pasos:

1. Pulido de la superficie para eliminar cualquier irregularidad o marcas de soporte.

Figura 57

Pulido de la superficie del provisional para la eliminación de irregularidades y marcas de soporte.



Nota. La imagen muestra el pulido manual de un provisional dental mediante instrumental rotatorio. Elaboración propia (Carriel, 2025).

2. Abrillantamiento de la pieza mediante el uso de materiales progresivos y pastas de pulido, con el fin de obtener una superficie lisa, homogénea y con una adecuada calidad superficial.

Figura 58

Abrillantamiento de la pieza para lograr una superficie uniforme.



Nota. La imagen muestra el abrillantamiento de una pieza dental mediante instrumental rotatorio. Elaboración propia (Carriel, 2025).

3. Evaluación Táctil y Visual, sin rugosidades perceptibles y adecuado.

Figura 59

Control final de superficie del provisional impreso.



Nota. La imagen muestra la inspección final de la superficie de un provisional dental bajo iluminación de trabajo. Elaboración propia (Carriel, 2025).

3.6.10. *Verificación de Ajuste en el Modelo*

La verificación de ajuste del modelo permite comprobar la exactitud del procedimiento provisional. En esta etapa se comprueba que la pieza se adapte correctamente a la preparación dental y que exista una oclusión inicial adecuada.

3.6.10.1. Pasos para realizar el proceso. El proceso se realiza siguiendo estos pasos:

1. Colocación de la restauración provisional sobre un modelo de yeso para verificar el ajuste.

Figura 60

Prueba de ajuste del provisional sobre modelo de trabajo.



Nota. La imagen muestra la colocación de un provisional dental sobre el modelo de trabajo para verificar su ajuste. Elaboración propia (Carriel, 2025).

3.6.11. *Realización de ajustes oclusales y de forma si es necesario.*

Debe realizarse cada paso con precisión. En el pulido y abrillantado, la superficie debe ser suave y libre de cualquier imperfección para asegurar que el acabado final cumpla con los estándares estéticos. De manera similar, en la verificación de ajuste, debe asegurarse que la restauración encaje perfectamente en el modelo, especialmente en la oclusión.

3.6.11.1. Control de Calidad de las Restauraciones Provisionales. Es un proceso que asegura que las restauraciones provisionales cumplan con los estándares

más altos de precisión y funcionalidad antes de su colocación. No solo se verifica la estética de la pieza, sino también su integridad estructural y su ajuste clínico.

3.6.11.2. Pasos para realizar el proceso. El proceso se realiza siguiendo estos pasos:

1. Realizar una inspección (visual) de la pieza para verificar la ausencia de burbujas de aire, deformaciones o defectos.

Figura 61

Inspección visual del provisional para verificar la ausencia de burbujas de aire, deformaciones o defectos.



Nota. La imagen muestra la inspección visual detallada de un provisional dental para comprobar la integridad de su superficie. Elaboración propia (Carriel, 2025).

2. Evaluar la adaptación marginal mediante herramientas de medición de precisión.

Figura 62

Evaluación de la adaptación marginal del provisional.



Nota. La imagen muestra la medición de la adaptación marginal de un provisional dental mediante instrumento de medición. Elaboración propia (Carriel, 2025).

El uso adecuado de equipos de protección personal como guantes, mascarillas, gafas y desinfección constante de las superficies del laboratorio constituye medidas importantísimas de prevención de la contaminación y protección del personal. Es necesario visualmente verificar las piezas y realizar las evaluaciones de ajuste sobre la base de cómo las restauraciones cumplen con los requisitos funcionales y estéticos que aseguran su uso en el tratamiento clínico.

CAPÍTULO IV.
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis e interpretación de resultados

4.1.1. *Validación por Expertos / Focus Group*

Esta etapa de validación del manual consistió en revisar si el documento es lo suficientemente claro, útil y relevante, desde la experiencia de tres docentes que han trabajado en la materia con anterioridad. Ambos docentes del instituto participaron en esta etapa, donde asumieron un rol de jueces del contenido. Dado que la encuesta es anónima, se respetó la libertad de criterio y confidencialidad de los evaluadores. Por lo tanto, no hay información personal en lo que respecta a las respuestas obtenidas.

La aplicación de la encuesta, por su parte, fue virtual y se llevó a cabo a través de la plataforma Google Forms en el mes de enero de 2026. A diferencia de una sesión presencial de enfoque grupal focus group, este procedimiento se llevó a cabo de manera asincrónica, lo que permitió a los docentes revisar el manual con más tranquilidad y hacer sus observaciones de forma reflexiva.

En general, los resultados muestran una evaluación positiva del material en términos de relevancia y utilidad, sobre todo en términos de contribución a la disminución del número de errores, al fortalecimiento de la autonomía del personal técnico y al acompañamiento en los procesos de impresión y postproducción. Sin embargo, se obtuvieron percepciones mixtas respecto a la claridad de ciertos tópicos y a la sistematización de la estructura del documento. Si bien una parte de los docentes valoró la funcionalidad del material, otro sector consideró importante el reforzamiento de ciertos elementos explicativos con el propósito de lograr una homogeneidad en la percepción por parte de los usuarios. Tales diferencias no evidencian falencias conceptuales per se, sino, por el contrario, oportunidades de mejora en la presentación de la información.

En lo relativo a las recomendaciones sugeridas durante la realización del focus group, estas estuvieron dirigidas más que todo a aspectos formales y de presentación. Una de las más importantes fue la dificultad en la nominación de los recursos audiovisuales relacionados mediante códigos QR, ya que algunos participantes hicieron acotaciones relacionadas a la clara identidad en cuál etapa del proceso se encontraba el video referente. Igualmente, fue recomendado mejorar la parte de diseño gráfico de los materiales, reduciendo el tamaño de la letra de acuerdo a niveles de título, para obtener una presentación de aspecto más profesional y lectura más fluida (ANEXO B)

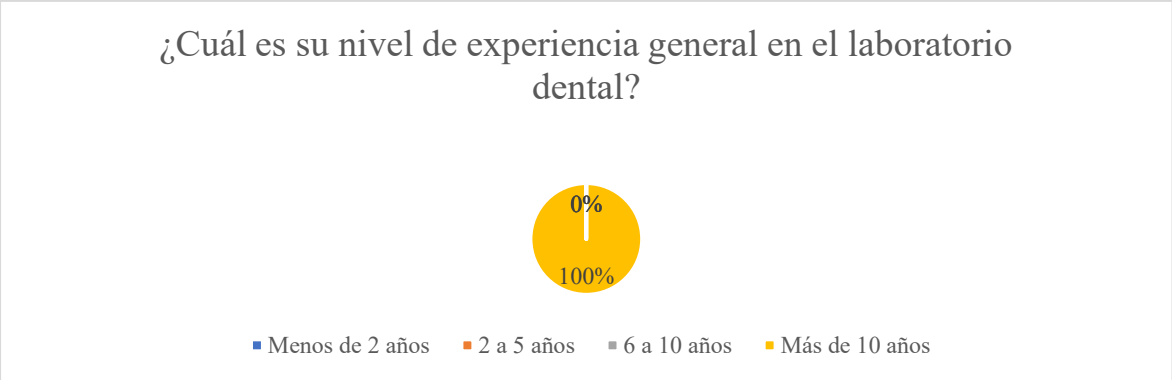
En conclusión, basándose en los resultados del focus group, el material puede considerarse aprobado en relación con la pertinencia, utilidad general y viabilidad técnica, aunque haya manifestado las oportunidades de mejora que están en los ámbitos de la claridad de presentación, la organización estructural y visual. Las observaciones de los docentes eran acertadas en general y tenían importancia para ser incorporadas en la versión final que ha aportado en la calidad del producto y su implementación en el contexto institucional.

4.1.2. *Encuesta Inicial: Manual de Uso de Provisionales Digitales Impresos.*

4.1.2.1. Nivel de Experiencia en el laboratorio dental

Figura **63**

Resultado Encuesta Inicial: Pregunta 1



Nota. Resultado de encuesta inicial aplicada.

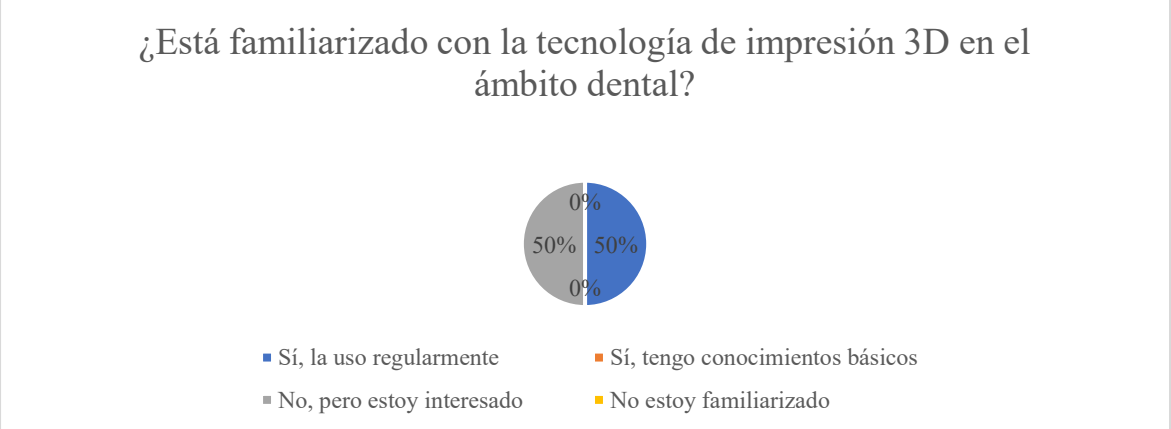
Interpretación

Los resultados muestran que el 100 % de los encuestados (6 personas) posee más de 10 años de experiencia en el laboratorio dental, lo que evidencia un grupo con un alto nivel de trayectoria profesional. Esta homogeneidad en la experiencia sugiere que las respuestas obtenidas provienen de profesionales consolidados, con amplio conocimiento práctico y técnico del área, lo cual aporta credibilidad y profundidad a la información recolectada; sin embargo, también implica la ausencia de perspectivas de profesionales con menor tiempo de ejercicio, lo que podría limitar la diversidad generacional o de enfoques en los resultados del estudio.

4.1.2.2. Familiarización de impresión 3D en ámbito dental.

Figura 64

Resultado Encuesta Inicial: Pregunta 2



Nota. Resultado de encuesta inicial aplicada.

Interpretación

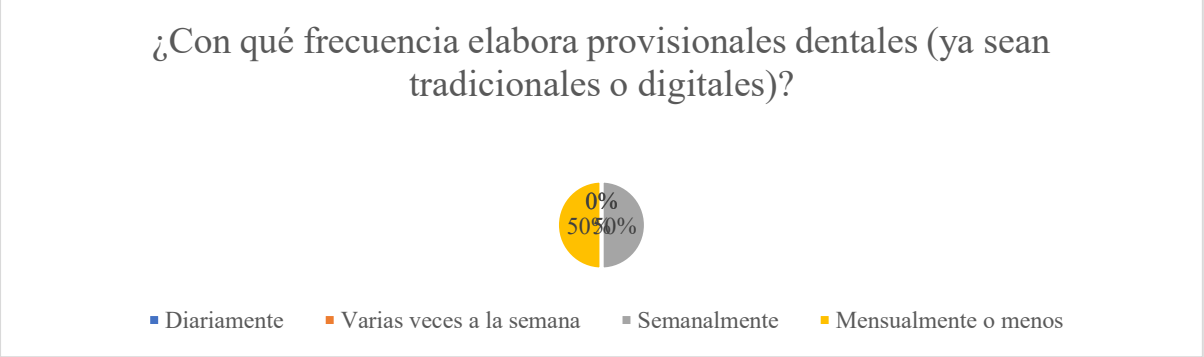
Los resultados indican que existe un nivel equilibrado de familiaridad con la tecnología de impresión 3D en el ámbito dental, ya que el 50 % de los encuestados la utiliza regularmente, lo que evidencia una integración efectiva de esta tecnología en su práctica

profesional, mientras que el 50 % restante no la utiliza aún, pero manifiesta interés en adoptarla. Este hallazgo sugiere que, pese a la amplia experiencia laboral de los participantes, la impresión 3D se encuentra en un proceso de transición y adopción progresiva, con un potencial claro de expansión mediante capacitación y actualización tecnológica.

4.1.2.3. Frecuencia que elabora provisionales dentales

Figura 65

Resultado Encuesta Inicial: Pregunta 3



Nota. Resultado de encuesta inicial aplicada.

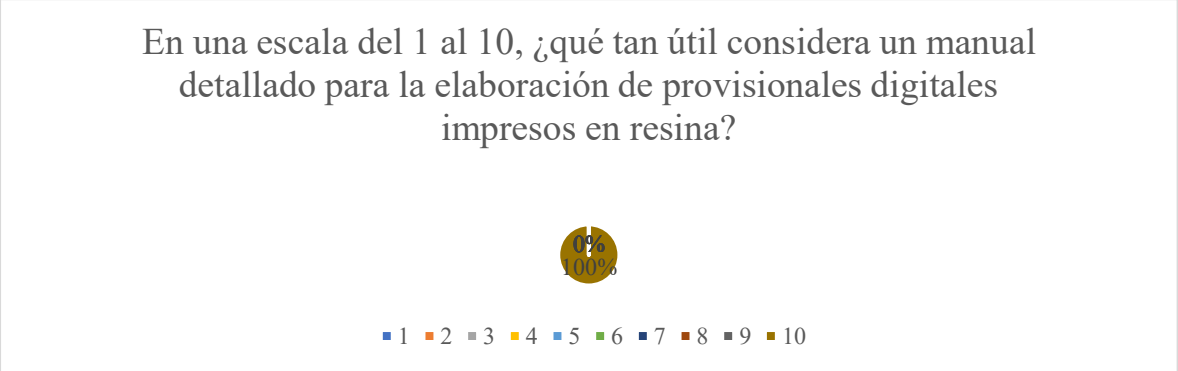
Interpretación

Los resultados evidencian que la elaboración de provisionales dentales se realiza con una frecuencia moderada entre los encuestados, ya que el 50 % indicó hacerlo de manera semanal, mientras que el 50 % lo realiza mensualmente o con menor frecuencia. Esto sugiere que, aunque los provisionales forman parte de la práctica del laboratorio dental, su producción no es constante ni intensiva, lo que podría estar relacionado con el tipo de casos atendidos, la demanda clínica específica o la preferencia por otros métodos y materiales en los tratamientos restauradores.

4.1.2.4. Considera que el manual esta detallado para la elaboración de provisionales digitales impresos en resina

Figura 66

Resultado Encuesta Inicial: Pregunta 4



Nota. Resultado de encuesta inicial aplicada.

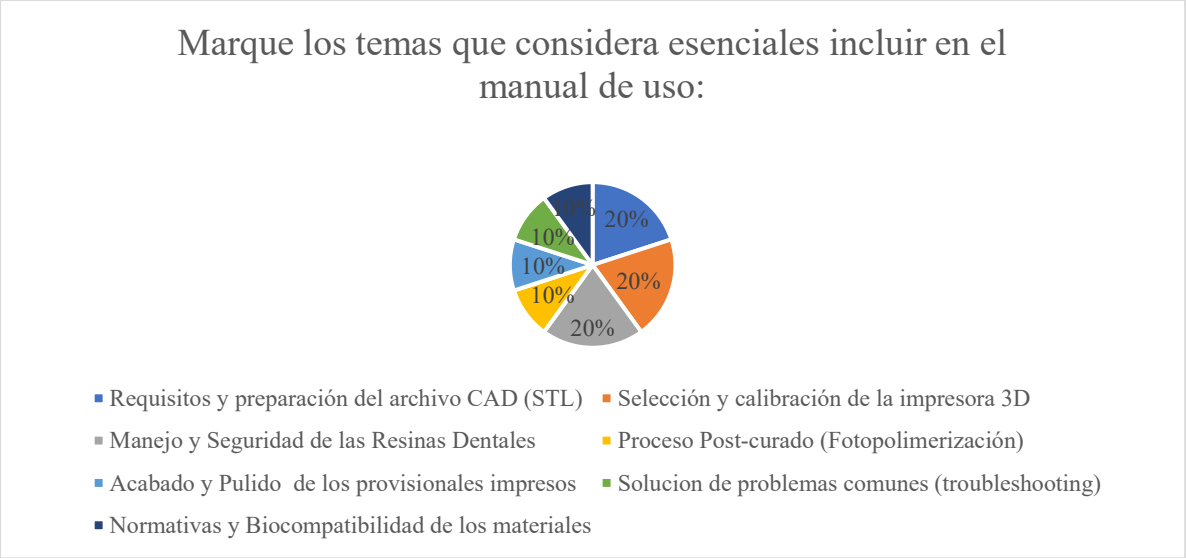
Interpretación

Los resultados muestran una valoración unánime y máxima respecto a la utilidad de un manual detallado para la elaboración de provisionales digitales impresos en resina, ya que el 100 % de los encuestados (6 personas) otorgó la calificación más alta (10) en la escala propuesta. Este resultado evidencia una alta necesidad y aceptación de herramientas formativas estructuradas, lo que sugiere que la implementación de un manual técnico no solo sería pertinente, sino también altamente relevante para fortalecer la estandarización de procesos, optimizar la calidad de los provisionales y facilitar la incorporación de tecnologías digitales en el laboratorio dental.

4.1.2.5. Temas que considera esenciales incluir en el manual de uso

Figura 67

Resultado Encuesta Inicial: Pregunta 5



Nota. Resultado de encuesta inicial aplicada.

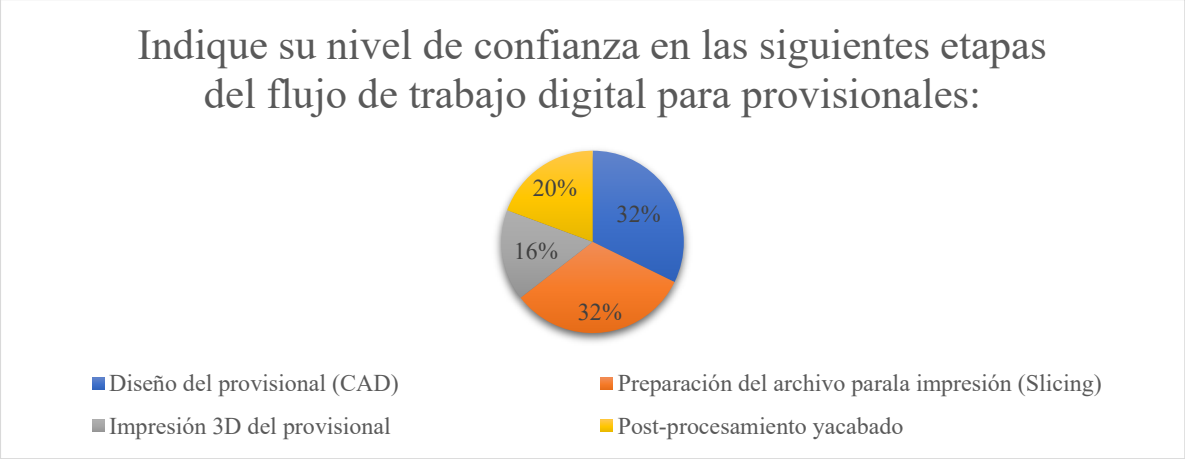
Interpretación

Los resultados evidencian un alto consenso respecto a los contenidos esenciales del manual de uso, ya que el 100 % de los encuestados considera prioritarios los temas de requisitos y preparación del archivo digital, selección y calibración de la impresora 3D y manejo y seguridad de las resinas, lo que refleja la importancia de establecer bases técnicas sólidas y seguras para el proceso de impresión. Asimismo, un 50 % de los participantes señaló como relevantes el proceso de post-curado, el acabado y pulido de los provisionales, la solución de problemas comunes y las normativas de biocompatibilidad, lo que sugiere que estos aspectos, aunque no unánimes, complementan de manera significativa el manual al fortalecer la calidad final del producto, la resolución de errores y el cumplimiento de estándares clínicos y sanitarios.

4.1.2.6. Nivel de confianza en las siguientes etapas del flujo de trabajo digital para provisionales

Figura 68

Resultado Encuesta Inicial: Pregunta 6



Nota. Resultado de encuesta inicial aplicada.

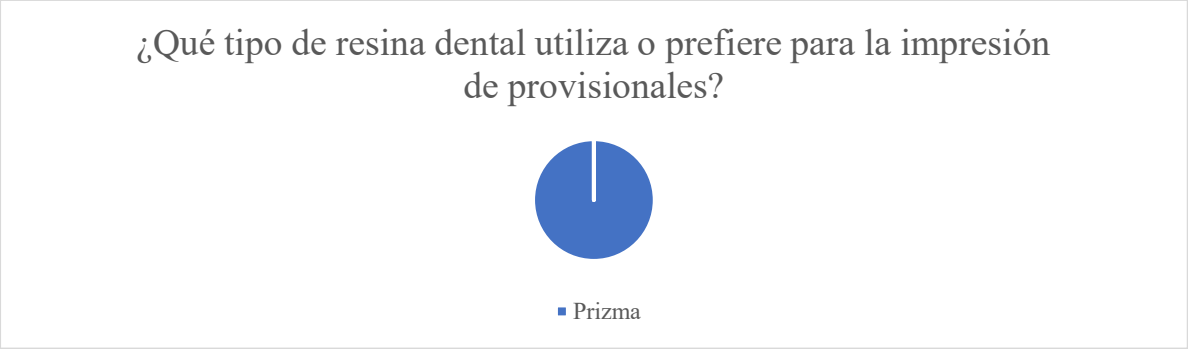
Interpretación

Los resultados reflejan niveles diferenciados de confianza en las distintas etapas del flujo de trabajo digital para provisionales. En las fases de diseño del provisional (CAD) y preparación del archivo para la impresión (slicing), el 100 % de los encuestados manifestó un nivel de confianza alto, lo que evidencia un dominio sólido de las etapas digitales previas a la fabricación. En contraste, en la impresión 3D del provisional y el post-procesamiento y acabado, las respuestas se distribuyen entre confianza media y alta, lo que sugiere que estas fases prácticas presentan mayores desafíos técnicos y operativos.

4.1.2.7. Tipo de Resina dental

Figura 69

Resultado Encuesta Inicial: Pregunta 7



Nota. Resultado de encuesta inicial aplicada.

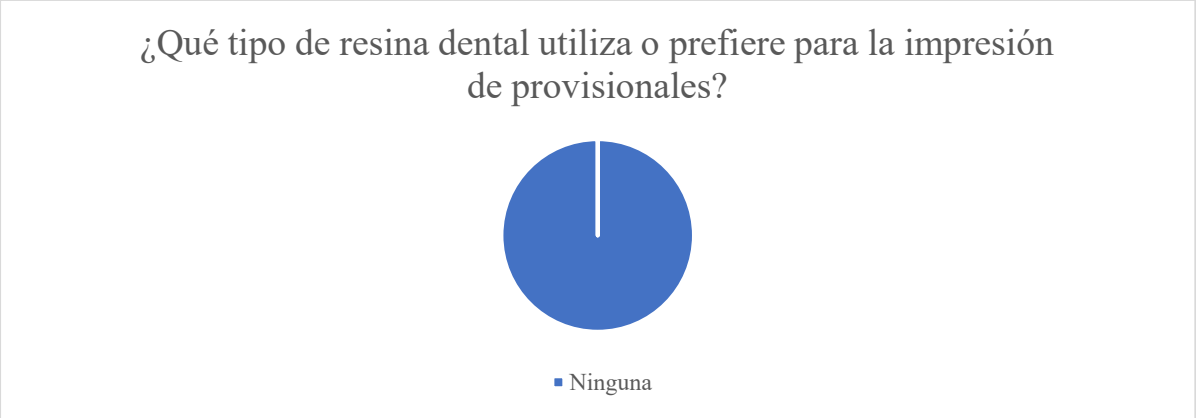
Interpretación

Los resultados muestran una preferencia unánime por la resina dental Prizma, ya que el 100 % de los encuestados (2 personas) la señaló como el material de elección para la impresión de provisionales. Esta coincidencia sugiere que dicha resina es percibida como confiable y adecuada para este tipo de aplicaciones, posiblemente debido a su desempeño mecánico, estética y compatibilidad con los procesos de impresión 3D, lo que la posiciona como una opción consolidada dentro del flujo de trabajo digital en el laboratorio dental.

4.1.2.8. Cambios del manual

Figura 70

Resultado Encuesta Inicial: Pregunta 8



Nota. Resultado de encuesta inicial aplicada.

Interpretación

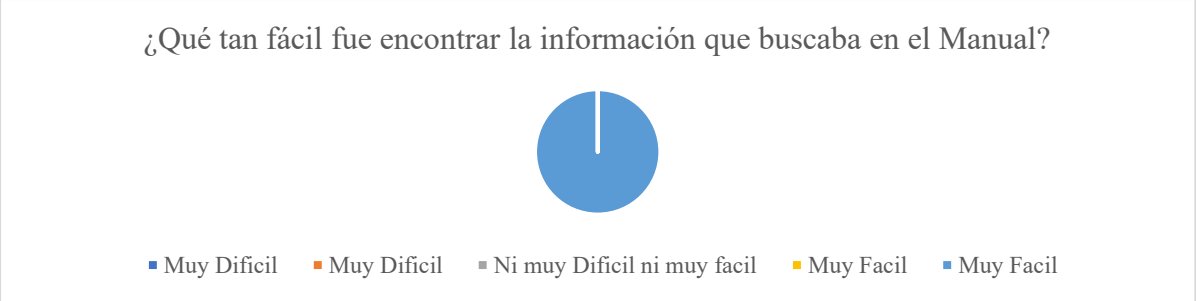
La respuesta obtenida indica que el encuestado no considera necesario agregar nuevas secciones al manual, al señalar que ninguna sección adicional sería requerida. Este resultado sugiere que los contenidos propuestos previamente son percibidos como suficientes, completos y adecuados para cubrir las necesidades del proceso de elaboración de provisionales digitales impresos en resina, reforzando la pertinencia y coherencia de la estructura planteada para el manual.

4.1.3. *Encuesta de Satisfacción: Manual de Uso de Provisionales Digitales Impresos*

4.1.3.1. Encontrar información

Figura 71

Resultado Encuesta de Satisfacción: Pregunta 1



Nota. Resultado de encuesta de satisfacción aplicada.

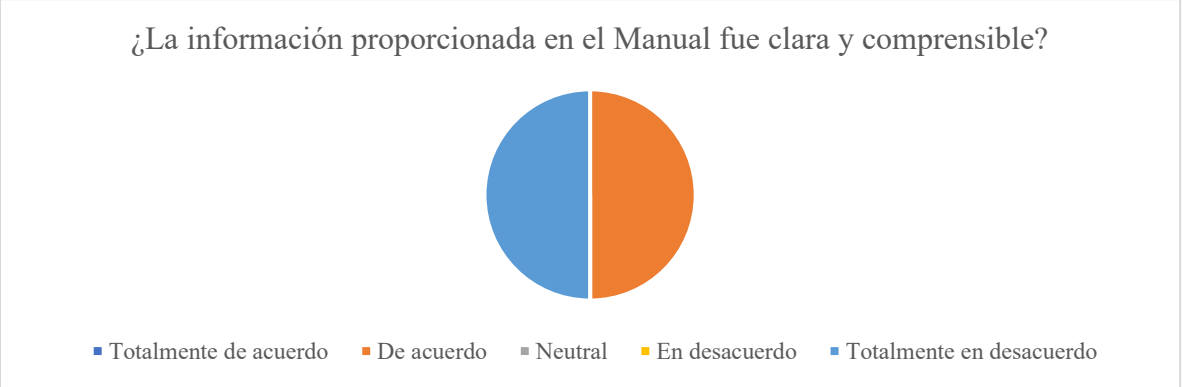
Interpretación

Los resultados evidencian una valoración totalmente positiva respecto a la facilidad para encontrar la información en el manual, ya que el 100 % de los encuestados (2 personas) otorgó la calificación máxima (5). Este resultado indica que la organización, estructura y claridad del manual permiten una búsqueda rápida y eficiente de los contenidos, lo que favorece su usabilidad y confirma que el material cumple adecuadamente su función como herramienta práctica de consulta para el proceso de elaboración de provisionales digitales.

4.1.3.2. Comprensibilidad

Figura 72

Resultado Encuesta de Satisfacción: Pregunta 2



Nota. Resultado de encuesta de satisfacción aplicada.

Interpretación

Los resultados muestran una percepción dividida respecto a la claridad y comprensibilidad de la información contenida en el manual, ya que el 50 % de los encuestados manifestó estar de acuerdo con que la información fue clara, mientras que el 50 % indicó estar totalmente en desacuerdo. Esta distribución evidencia que, aunque una parte

de los usuarios considera adecuado el nivel de claridad del contenido, existe otro segmento que percibe dificultades significativas en la comprensión, lo que sugiere la necesidad de revisar el lenguaje, la profundidad explicativa o el apoyo visual del manual, con el fin de garantizar que la información sea accesible y comprensible para todos los usuarios, independientemente de su nivel de familiaridad con los procesos digitales.

4.1.3.3. Cumplimiento de tareas provisionales digitales impresas

Figura 73

Resultado Encuesta de Satisfacción: Pregunta 3



Nota. Resultado de encuesta de satisfacción aplicada.

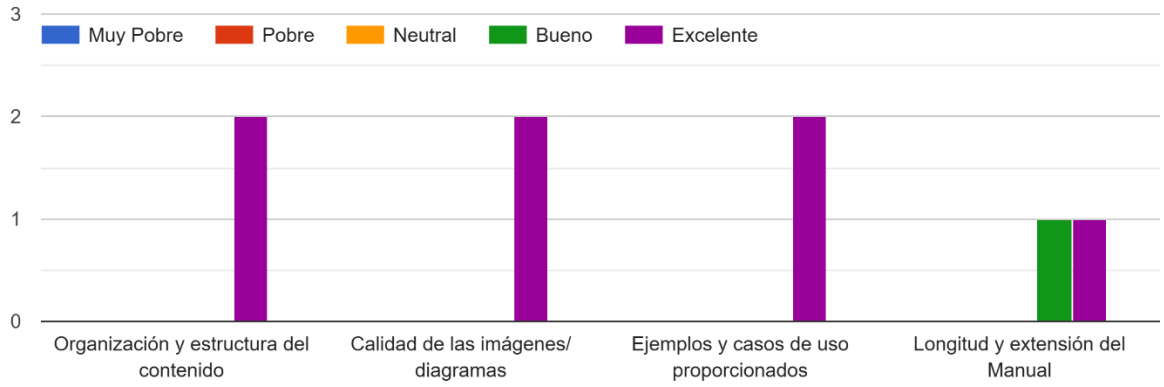
Interpretación

Los resultados evidencian una valoración altamente positiva sobre la utilidad del manual en la realización de tareas relacionadas con los provisionales digitales impresos, ya que el 50 % de los encuestados indicó que el manual le ayudó mucho y el 50 % manifestó que le ayudó completamente. Esta distribución refleja que el material cumple eficazmente su función de guía práctica, facilitando el desarrollo del proceso y brindando apoyo significativo a los usuarios, lo que refuerza su pertinencia como herramienta técnica para optimizar el flujo de trabajo digital en el laboratorio dental.

4.1.3.4. Aspectos del Manual

Figura 74

Resultado Encuesta de Satisfacción: Pregunta 4



Nota. Resultado de encuesta de satisfacción aplicada.

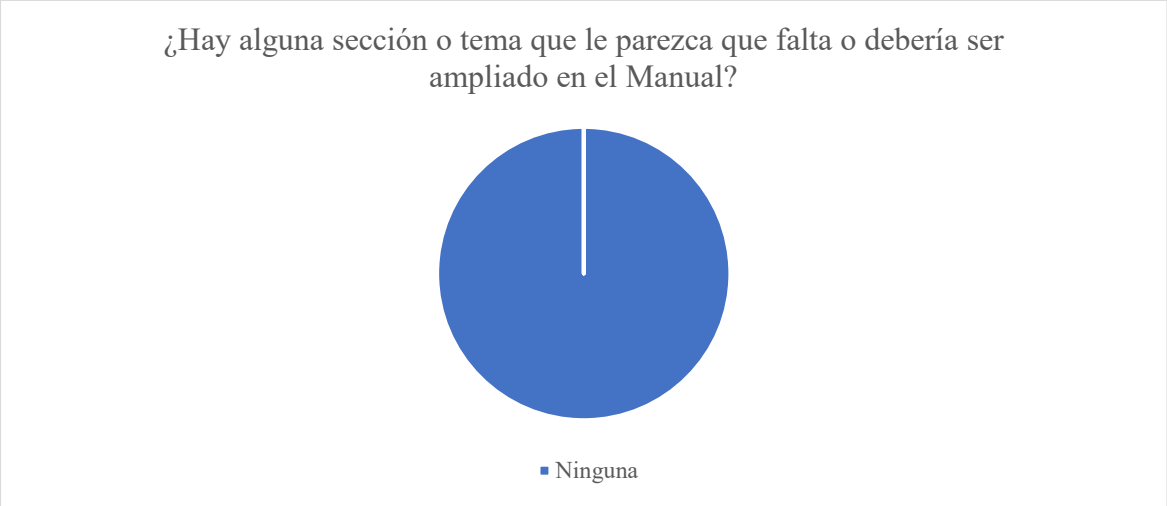
Interpretación

Los resultados reflejan una evaluación globalmente muy favorable de los distintos aspectos del manual. La organización y estructura del contenido, la calidad de las imágenes y diagramas y los ejemplos y casos de uso proporcionados fueron calificados como excelentes por el 100 % de los encuestados, lo que evidencia un alto nivel de satisfacción con la presentación y el apoyo visual del material. En cuanto a la longitud y extensión del manual, las opiniones se dividen entre bueno (50 %) y excelente (50 %), lo que sugiere que, aunque el contenido es adecuado y bien valorado, podría optimizarse ligeramente su extensión para ajustarse de manera más precisa a las preferencias de todos los usuarios.

4.1.3.5. Valoración del manual

Figura 75

Resultado Encuesta de Satisfacción: Pregunta 5



Nota. Resultado de encuesta de satisfacción aplicada.

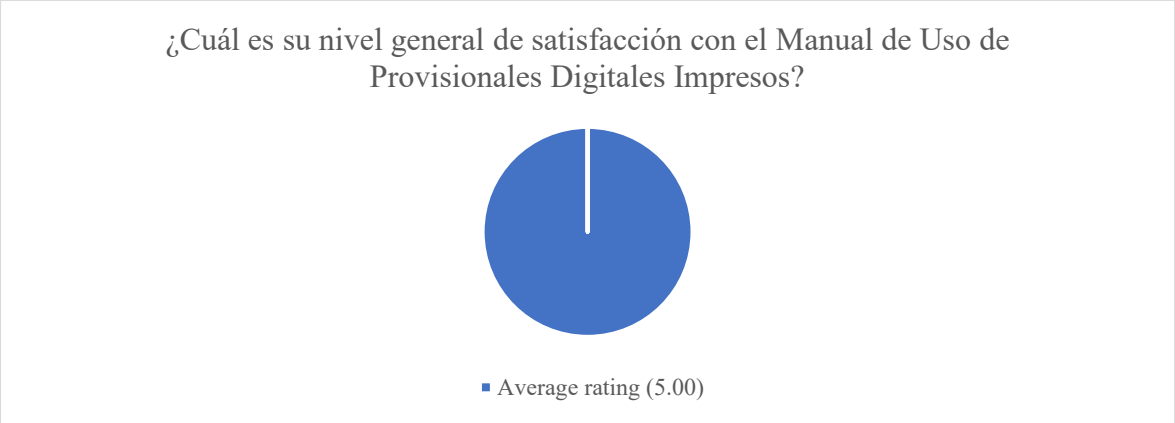
Interpretación

Las respuestas obtenidas indican de manera unánime que los participantes no identifican secciones o temas faltantes ni aspectos que deban ser ampliados en el manual, al señalar “ninguna” y “ninguno”. Este resultado sugiere que el contenido del manual es percibido como completo, adecuado y bien estructurado, satisfaciendo las necesidades informativas y operativas de los usuarios para la elaboración de provisionales digitales impresos en resina, y confirmando su pertinencia como herramienta técnica de apoyo en el laboratorio dental.

4.1.3.6. Nivel general de satisfacción

Figura 76

Resultado Encuesta de Satisfacción: Pregunta 6



Nota. Resultado de encuesta de satisfacción aplicada.

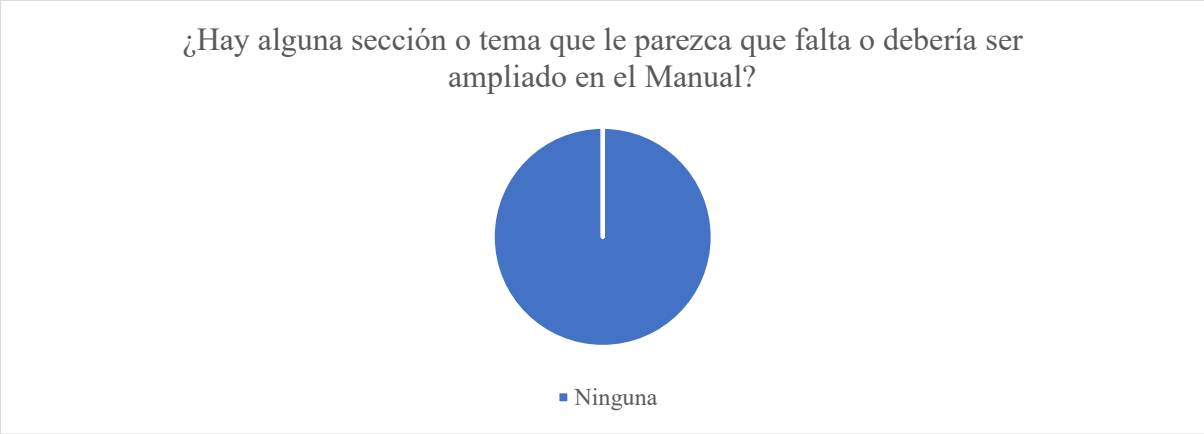
Interpretación

Los resultados evidencian un nivel de satisfacción plenamente positivo con el Manual de Uso de Provisionales Digitales Impresos, ya que el 100 % de los encuestados (6 personas) otorgó la calificación máxima de 5, alcanzando un promedio general de 5.00. Este resultado refleja una aceptación total del manual, confirmando que cumple eficazmente con las expectativas de los usuarios en términos de utilidad, claridad, organización y apoyo al flujo de trabajo digital, y consolidándolo como una herramienta altamente valorada para la elaboración de provisionales digitales en el laboratorio dental.

4.1.3.7. Sugerencia

Figura 77

Resultado Encuesta de Satisfacción: Pregunta 7



Nota. Resultado de encuesta de satisfacción aplicada.

Interpretación

La respuesta obtenida indica que el encuestado no presenta sugerencias adicionales para mejorar el manual, al señalar "ninguna". Este resultado refuerza la percepción general de que el Manual de Uso de Provisionales Digitales Impresos es considerado completo, claro y adecuado, cumpliendo satisfactoriamente con las expectativas y necesidades de los usuarios, sin que se identifiquen aspectos prioritarios de mejora desde su experiencia.

4.2. Discusión de resultados

A partir de los resultados, se puede sostener estos hallazgos aseguran que es posible abordar de manera integral la pertinencia, utilidad y aceptación del Manual de Uso de Provisionales Digitales Impresos. especialmente desde la Percepción de profesionales con un amplio recorrido en el campo laboral de los laboratorios dentales. Cabe destacar que el 100% de los encuestados posee más de 10 años de experiencia, lo cual brinda un alto grado de significatividad a los hallazgos, puesto que las opiniones provienen de actores con una base técnica consolidada y un juicio profesional establecido. Al mismo tiempo, esta misma

característica deja un margen más ajustado para que se presenten visiones desde una menor trayectoria y experiencia técnica, aspecto que puede considerarse una restricción, desde el punto de vista metodológico, del estudio actual.

Desde la experiencia con la impresión 3D, a pesar de la larga trayectoria laboral, esto se delega a un tipo de tecnología digital de adopción parietaria. El equilibrio entre los que utilizan la impresión 3D de manera rutinaria y los que manifiestan disposición en comenzar a utilizarla, es una instantánea de transición tecnológica en el laboratorio dental. Este fenómeno, así como la necesidad de manuales de capacitación, se relaciona con lo descrito en diversas áreas de literatura sobre una digitalización gradual en áreas técnicas especializadas. La moderada frecuencia de elaboración de provisionales en indica que, en el balance diario de trabajo, la actividad no es continua. Por lo tanto, es especialmente importante contar con un material de consulta que pueda recordar, estandarizar y optimizar procesos que, por no ser cotidianos, podrían generar variaciones técnicas motivo de error.

En este sentido, resultan particulares para el MP los hallazgos referentes a la valoración unánime respecto de la importancia de un manual detallado y la alta aceptación de los contenidos propuestos. La elección de tópicos que todos los usuarios definieron esenciales para abordar —en relación con la preparación del archivo digital, la calibración de la impresora y el manejo seguro de resinas— podría relacionarse con que los usuarios los consideran críticos, ya que influyen directa y decisivamente sobre la calidad, seguridad y reproducibilidad del proceso. A la vez, la elección de tópicos adicionales informada por el 50 % de los encuestados alimentan la idea de que el enfoque debe ser integral e incluir no solo la impresión, sino el post-procesamiento y la normatividad.

Lo observado en cuanto al nivel de confianza de los usuarios en las distintas etapas del flujo digital parece sugerir un mayor dominio de las fases digitales —CAD y slicing— y evidenciar cierta debilidad del MP para colaborar en la consolidación de la fase de

producción. Así lo han destaco también los estudios revisados. No obstante, resulta positivo que los usuarios consideren que la fase en la que más les sería útil un manual de uso es la de ejecución del proceso, ya que se trata justamente de allí donde suelen aparecer los mayores desafíos técnicos. La elección unánime de la resina Prizma como la utilizada en el manual utilizado por el MP refuerza la hipótesis de la existencia de una alta aplicabilidad del contenido presentado. A su vez, no haber recibido consultas, pedidos de cambio o de expansión del contenido o sugerencia adicionales sugeriría que el contenido ofrecido sería adecuado, completo y suficiente.

En lo que respecta a la usabilidad del manual, la mayoría de los resultados muestran opiniones positivas. Los encuestados encuentran fácilmente información relevante y útil para desempeñar tareas, aunque la división de la percepción de comprensión determina un aspecto crítico. A pesar de ser generalmente considerado útil y funcional, este descubrimiento sugiere que algunos contenidos pueden beneficiarse de tener una redacción más clara, explicaciones progresivas o más apoyo visual, especialmente por parte de usuarios con menor familiaridad con etiquetado digital. Finalmente, la calificación total máxima corresponde al porcentaje máximo de encuestados, 100 %, confirma el cumplimiento del objetivo principal de servir como documentación técnica para respaldar la elaboración de provisionales digitales impresos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Con base en el diagnóstico inicial y el análisis de la información recopilada mediante la observación directa, las encuestas semiestructuradas y el análisis comparativo de documentos técnicos, se determinó que el Laboratorio TESA no disponía de un procedimiento estandarizado para la elaboración de provisionales digitales impresos en resina dental. Esta situación generaba variaciones en los procesos de trabajo, inconsistencias en la calidad del producto final y una dependencia significativa del conocimiento empírico del personal técnico.

Los resultados evidenciaron que la ausencia de un manual de uso incidía directamente en parámetros críticos del proceso, tales como la calibración de equipos, la selección de materiales, el manejo del software y la secuencia del flujo de trabajo. Estos elementos son determinantes para la precisión dimensional, el acabado y la funcionalidad clínica de los provisionales, por lo que su manejo no estandarizado se traducía en un aprovechamiento no óptimo de la tecnología de impresión 3D disponible en el laboratorio.

Asimismo, se identificó que la falta de guías documentadas afectaba la autonomía del personal técnico, especialmente de los colaboradores con menor experiencia, lo que se reflejaba en un incremento de los tiempos de producción y en una mayor probabilidad de retrabajos. A través de la encuesta inicial se detectaron necesidades de formación y asesoría técnica continua, lo cual confirmó la importancia de contar con una herramienta clara, estructurada y accesible que oriente cada etapa del proceso digital.

Finalmente, se concluye que la elaboración de un manual de procedimientos para provisionales digitales impresos en resina constituye una solución viable y pertinente, ya que

permite estandarizar el flujo de trabajo, mejorar la calidad del producto final, asegurar el cumplimiento de las normas de bioseguridad y fortalecer los conocimientos técnicos del personal del Laboratorio TESA, en concordancia con las innovaciones actuales de la odontología digital.

Recomendaciones

Se recomienda formalizar el uso del manual de procedimientos desarrollado en el Laboratorio TESA, debiendo asegurar su difusión y aplicación por todo el personal técnico involucrado en la elaboración de provisionales digitales impresos en resina dental.

Paralelamente, resulta beneficioso complementar la aplicación del manual en cuestión con módulos de capacitación periódica, centrados en la implementación del software de diseño, la calibración adecuada de las impresoras 3D y el manejo seguro de las resinas dentales, con el objetivo de nivelar las competencias técnicas entre todos los profesionales del laboratorio.

También es interesante sugerir la realización de evaluaciones periódicas del manual implementado para su actualización, en función de los avances tecnológicos, la introducción de nuevos materiales o software y la experiencia práctica obtenida en el laboratorio.

Finalmente, se recomienda también que futuras investigaciones aborden el impacto del manual en variables cuantificables como tiempo de producción, número de errores y satisfacción clínica. Esto aportaría una perspectiva cuantitativa al proceso, que fortalecería el circuito de mejora automática y establecería la odontología digital como base para el desarrollo del Laboratorio TESA.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarado Aguiar, P. G. (2025). *Comparación de resistencia a la flexión de resinas compuestas nanohíbridas convencionales vs resinas impresas en 3D para restauraciones definitivas. Estudio In Vitro.* Repositorio Digital de la Universidad Central del Ecuador: https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/cbd03fbe-ccfe-494c-9877-02f5daccee73/content#:~:text=A%20medida%20que%20la%20odontolog%C3%ADa,impresas%20en%203D%20se%20est%C3%A1n

Apaza Butrón, G., & Bustamante Cabrera, G. (2013). *PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS BIOMATERIALES EN ODONTOLOGÍA.* La Paz: Revista de Actualización Clínica Investiga. http://revistasbolivianas.umsa.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2304-37682013000300001&lng=es&nrm=iso

Aquieta Masapanta, D. (20 de Agosto de 2024). *Impacto del Desarrollo Tecnológico en los Servicios de Laboratorio Clínico.* Repositorio Digital de la Universidad Técnica de Ambato: https://repositorio.uta.edu.ec/items/e851bf16-6b82-4dfe-b215-8177ce207edc

Aquino, A. J. (2023). *Light-curing effectiveness using led lamps: A review.* Lima: Rev Cient Odontol. https://revistas.cientifica.edu.pe/index.php/odontologica/article/view/1255/1024

Arcos, C. A. (2023). *Formulación de una resina de impresión 3D biocompatible para elaboración de guías quirúrgicas con resistencia a la degradación por luz UV.* Repositorio Digital de la Universidad de Antioquia: https://bibliotecadigital.udea.edu.co/entities/publication/df9061b4-d19e-401f-88df-5829e9f4e655

Azgari, E., Özden, İ., Gökyar, M., & Sazak Öveçoğlu, H. (2025). *Effect of different cleaning methods on surface contamination of unused endodontic files: a scanning electron microscopy analysis.* BMC Oral Health, 25, 1371: https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-025-06757-x

Bravo, A., & Bernal, B. (2023). *Análisis descriptivo de la resistencia a la fractura de un material CAD/CAM polimérico para prótesis fija plural temporal.* Cuenca: UCUENCA. https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/557842f9-d84d-45b4-8c70-6487427ed3dc

Cañas, S. (2021). *Espacio Biológico: Importancia de su preservación durante procedimientos estéticos-protésicos.* Repositorio Digital de la Universidad Nacional Autónoma de México: https://ru.dgb.unam.mx/server/api/core/bitstreams/773e71eb-3241-46d3-9326-15357184e897/content

Castro, J., Gómez, L., & Camargo, E. (29 de Noviembre de 2022). *Tipos de Investigación.* Revista Tecnura vol.27 no.75 Bogotá Jan./Mar. 2023 Epub Nov 29, 2022: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-921X2023000100140&script=sci_arttext

Celi-Yánez, B. D., Reinoso-Condo, D. P., Mariño-Rodríguez, M. J., & Rodríguez-Cuellar, Y. (2024). *Comparación de las técnicas de impresión convencional vs digital en prótesis fija. Revisión sistemática.* Ambato: Revista arbitrada de ciencias de la salud. https://www.revistasinstitutoperspectivasglobales.org/index.php/sanitas/article/view/514/1056

Christiani, J. J., & Devecchi, J. R. (2017). *Materiales para Prótesis Provisionales.* Montevideo: Actas Odontológicas. https://repositorio.unne.edu.ar/handle/123456789/48471?show=full

Cisneros-Caicedo, A. J. (2022). *Técnicas e Instrumentos para la Recolección de Datos que apoyan a la Investigación Científica en tiempo de Pandemia.* Jipijapa: Dom. Cien. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23857/dc.v8i41.2546

Contreras, L. (20 de Diciembre de 2022). *Los diferentes tipos de resinas que existen para la impresión 3D*. 3dNatives: https://www.3dnatives.com/es/tipos-resinas-impresion-3d-201220222/#!

Cubaque, J. D. (2021). *Formular un prototipo de resina calcinable que permita la fabricación de modelos y piezas dentales en impresoras 3D SLA-DLP de 405 nm.* Medellín: Universidad de Antioquia. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/server/api/core/bitstreams/b2422b20-8e30-498c-9ac5-59ae7abb3245/content

Culqui Molina, W., Robles Caisaguano, J., & Ramos Núñez, M. (06 de Noviembre de 2023). *Utilidad de la tecnología CAD/CAM en la fabricación de prótesis dentales.* Medisur vol.21 no.6 Cienfuegos: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2023000601305

Cushpa, E. M., & Galván, K. A. (2022). *Factores de riesgo que inciden en las enfermedades respiratorias causadas por la exposición a químicos del área de impresión a comparación del área de corte en empleados de 18 a 50 años en la imprenta Econografic.* Repositorio Digital de la Universidad de las Américas: https://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/14516

Delgado, E. R. (2024). *Transformación digital en odontología: Un análisis de la tecnología asistida por computadora.* Cuenca: UCuenca. https://www.ucuenca.edu.ec/comunicacion/blogs/transformacion-digital-en-odontologia-un-analisis-de-la-tecnologia-asistida-por-computadora/

Dentaltix. (2023). *Resina para impresión 3D.* Dentaltix: https://www.dentaltix.com/es/resina-impresion-3d

Diaz, D. (2025). *Diseño de un protocolo de Procedimientos Estandarizados de Operación (PSEO) para el Mantenimiento de Equipos Médicos bajo la norma ISO 9001 enfocado en la gestión de riesgos.* Repositorio Digital de la Universidad de Antioquia: https://hdl.handle.net/10495/45543

Digital dentistry. (2024). *CAD/CAM en odontología: Pioneros en la transformación digital.* Hessen: Digital dentistry. https://www.imes-icore.com/es/company/news/article/cad-cam-in-dentistry-pioneering-digital-transformation

Doan, M. C. (2024). *COV en la impresión 3D: Todo lo que necesita saber.* Alveo3D: https://www.alveo3d.com/es/cov-en-la-impresion-3d-todo-lo-que-necesita-saber/

Escobar, A. M., Rivera, M., Veliz, S., & Mattos, M. A. (2023). *La digitalización en la formación odontológica.* Antioquia: Revista Facultad de Odontología Universidad de Antioquia. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-246X2023000100062

Estrada, A. M. (2017). *Dinámica de polimerización enfocada a reducir o prevenir el estrés de contracción de las resinas compuestas actuales. Revisión bibliográfica.* Madrid: Avances en Odontoestomatología. https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852017000600002

Firmani, M. (2013). *Oclusión terapéutica. Desde las escuelas de oclusión a la Odontología Basada en Evidencia.* Santiago: Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-01072013000200009

Formlabs. (27 de Agosto de 2025). *Form Cure time and temperature settings* . Formlabs: https://s3.amazonaws.com/servicecloudassets.formlabs.com/media/Finishing/Post-

Curing/115001414464-Form%20Cure%20Time%20and%20Temperature%20Settings/FormCurePost-CureSettings.pdf

Formlabs. (27 de Agosto de 2025). *Form Wash/Form Wash L time settings.* Formlabs: https://support.formlabs.com/s/article/Form-Wash-Time-Settings?language=en_US

Gancedo Rodríguez, L. (2017). *Dermatitis de contacto alérgica por resinas acrílicas, en auxiliar de odontología. Medidas de prevención y protección ante la enfermedad profesional de la piel.* Revista Enfermería del Trabajo 2017; 7:4(123-124): https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6279148.pdf

Garcia, L. E. (2022). *Restauraciones Provisionales en Rehabilitación con Prótesis fija e implantes.* México: Universidad Nacional Autónoma de México. https://ru.dgb.unam.mx/server/api/core/bitstreams/80cff6cd-be28-4c5c-87b2-d5a2d2025fc1/content

Gizem, Y. (04 de Junio de 2025). *A new era in provisional restorations: evaluating marginal accuracy and fracture strength in additive, substractive and conventional techniques.* National Center for Biotechnology Information: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12139125/#:~:text=indicate%20that%20digital%20technologies%20improve,adaptation%20of%20fixed%20provisional%20restorations

Granja, G. A. (6 de Noviembre de 2023). *Aumento de la temperatura intracámara pulpar durante la aplicación de restauraciones con sistemas de fotopolimerización.* Gaceta Médica Estudiantil de la Uniersidad de Ciencias Médicas de Guantánamo: https://revgacetaestudiantil.sld.cu/index.php/gme/article/download/164/337/514

Guerrero Támara, V. (28 de Junio de 2022). *Enfoque cuantitativo: taxonomía desde el nivel de profundidad de la búsqueda del conocimiento.* Revista Digital de Investigación

LLALLIQ ISSN: 2810-8140: https://revistas.unasam.edu.pe/index.php/llalliq/article/view/936

Guevera, G., Verdesoto, A., & Castro, N. (16 de Julio de 2020). *Metodologías de investigación educativa (descriptivas, experimentales, participativas, y de investigación-acción).* RECIMUNDO, Vol. 4 Núm. 3 (2020): Julio - Septiembre, páginas 163–173: https://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/860

Hernández Azurdia, F. (Mayo de 2024). *Modelado de un Laboratorio de Técnico Dental Domotizado con Énfasis en Eficiencia Energética y Control de Ambientes.* Repositorio Digital de la Universidad de San Carlos de Guatemala: https://biblio.ingenieria.usac.edu.gt/protocolos/2024/TGP1424.pdf

Hernández, M. C. (2012). *La calidad de los provisionales, directamente relacionada con el éxito de la protesis fija.* México: Universidad Autónoma de México. https://tesiunamdocumentos.dgb.unam.mx/ptd2012/noviembre/0685615/0685615.pdf

Hurtado Talavera, F. J. (05 de Junio de 2020). *Fundamentos Metodológicos de la Investigación: El Génesis del Nuevo Conocimiento.* Revista Scientific, vol. 5, núm. 16, 2020, Mayo-Junio, pp. 99-119: https://www.redalyc.org/journal/5636/563662985006/563662985006.pdf

Lara Jara, N. U., González Amaro, A. M., Méndez González, V., Butrón Téllez Girón, C., Romo Ramírez, G. F., Aragón Piña, A., & Valdez Pérez, D. (16-18 de Junio de 2016). *Evaluación de rugosidad y colonización bacteriana en la superficie de restauraciones provisionales.* Memorias del Congreso de Tecnologías y Salud, INAOE: https://speckle.inaoep.mx/~tecnologia_salud/2016/documentos/memorias/MyT2016_077_R.pdf

León, M. A., & Cañar, M. B. (13 de Enero de 2025). *Prótesis fija impresa en 3D. Revisión sistemática.* Repositorio Digital de la Universidad Nacional de Chimborazo: http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/14533

López Rodríguez, S. C. (Abril de 2025). *Evaluación de agentes de pulido en resina convencional, 3D impresa y CAD-CAM fresada para restauraciones provisionales posterior a su inmersión en bebidas ácidas.* Repositorio Digital de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí: https://ninive.uaslp.mx/xmlui/handle/i/9371

Martín, Y., & Iglesias, A. (2022). *Alfabetización en Datos en las bibliotecas-CRAI españolas: Análisis descriptivo y propositivo.* Revista Española de Documentación Científica Volumen 45 (2): https://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/view/1359

Merin, M. A. (2017). *PROPIEDADES FÍSICAS Y ÓPTICAS EN RESTAURACIONES ESTRATIFICADAS Y MONOLÍTICAS.* México: Universidad Nacional Autonoma de México. https://ru.dgb.unam.mx/server/api/core/bitstreams/db8bfb83-510a-40ca-bf5a-21696b952276/content

Miquel-Luco, M. (2024). *Impacto de la simulación clínica en la educación en odontología: Una reflexión actualizada.* Santiago: ARS medica. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-18552024000400074&lang=es

Miranda-Yánez, A. M. (2025). *Materiales de impresión dental: análisis comparativo de hidrocoloides, elastómeros y compuestos rígidos.* Santo Domingo: REMCA. https://doi.org/https://doi.org/10.62452/jh5r8w86

Ortega Reinoso, P. S. (2022). *Análisis comparativo de propiedades flexurales de tres resinas imprimibles biocompatibles de uso odontológico, mediante una modificación de la*

norma ISO 10477:2020. Repositorio Digital de la Universidad de Chile: https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/192081

Pérez, M. (2024). *Manual de Impresión 3D Resina.* Repositorio Digital de la Universidad de Burgos: https://riubu.ubu.es/handle/10259/9171

Piña, L. S. (11 de Julio de 2023). *El enfoque cualitativo: Una alternativa compleja dentro del mundo de la investigación.* Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía vol.8 no.15 Santa Ana de Coro jun. 2023 Epub 11-Jul-2023: https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2542-30882023000100001

Ramos, K. A., Mendía, M. A., & Córdova, J. F. (2025). *Tratamiento odontológico de Invisalign en pacientes adultos.* Maracaibo: Revista InveCom. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2739-00632025000300111

Rangel, M. T., & Paco, J. C. (2025). *Adaptación marginal de protésis fijas obtenidas mediante flujo de trabajo convencional versus digital.* Trinidad: Revista Científica CMDLT. https://doi.org/10.55361/cmdlt.v18i.467

Revelo, F. J. (2020). *Estandarización del Proceso de Producción de Prótesis Dentales del Laboratorio Odontológico TecnidentLab CIA. LTDA.* Repositorio Digital de la Universidad de las Americas UDLA: https://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/12122/1/UDLA-EC-TIPI-2020-10.pdf#:~:text=%EF%82%B7%20Procesos%20no%20estandarizados%20En,ocasiones%20se%20est%C3%A1%20realizando%20el

Ribas-Massonis, A., Cicujano, M., Duran, J., Besalú, E., & Poater, A. (13 de Julio de 2022). *Free-Radical Photopolymerization for Curing Products for Refinish Coatings Market.* Polymers 2022, 14(14), 2856: https://www.mdpi.com/2073-4360/14/14/2856

Rivera, A. (2021). *La tecnología de impresión 3D utilizada en odontología.* Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/ICSA/issue/archive

Rodas, E. E. (2024). *Elevación del margen profundo: una revisión bibliográfica de la adaptación y la resistencia a la fractura.* Cuenca: UCUENCA. https://dspace.ucuenca.edu.ec/items/f5721cd6-960e-4d9b-b85a-3e956292d2aa

Rodríguez. (2023). *Una revisión de la impresión 3D en odontología: tecnologías, factores que afectan y aplicaciones.* Repositorio Digital del Instituto de Ciencia y Tecnología de Polímeros: https://digital.csic.es/handle/10261/355048

Rodríguez, A., Sario, F., Tejerina, D., Pérez, S., & Molgatini, S. (28 de Octubre de 2022). *Bioseguridad en el Laboratorio Dental.* Revista FAC Odontologico, Universidad de Buenos Aires, Vol. 37 No. 86: https://revista.odontologia.uba.ar/index.php/rfouba/article/download/138/206/1085#:~:text=Las%20normas%20de%20bioseguridad%20se,rigen%20los%20actos%20y%20procedimientos

Ruales, C. (2025). *Desarrollo de un informe de análisis de la estabilidad del color de resinas impresas 3d y de autocurado para provisionales dentales al ser inmersos en bebidas pigmentantes en el laboratorio TESA en el año 2025.* San Antonio: TESA. https://dspace.tesa.edu.ec/handle/123456789/151

Salazar, J. D. (2025). *Odontología Digital: La revolución tecnológica que transformará la práctica odontológica.* México: Universidad Autonoma. https://www.autonoma.edu.co/blog/noticias/odontologia-digital-la-revolucion-tecnologica-que-transformara-la-practica

Sandoval, K. F. (2024). *Nivel de satisfacción relacionado a la adherencia del tratamiento odontológico a pacientes de un establecimiento de salud del MINSA.* San Marcos: OdontologiaActiva. https://oactiva.ucacue.edu.ec/index.php/oactiva/article/view/893

Sartori, I. A., Bernardes, S. R., Soares, D., & Thomé, G. (2020). *Bioseguridad y Desinfección de Materiales de Impresión para Porfeisonales de Prótesis Dentales.* Conselho Federal de Odontología: https://www.straumann.com/content/dam/media-center/group/es-es/documents/manual/Manual_Desinfeccion_may_2020_ES.pdf#:~:text=Straumann%20www,

Sevilla, C. (2024). *Odontología digital: aplicaciones y ventajas.* Sevilla: clinicadoctorcalvo. https://www.clinicadoctorcalvo.com/odontologia-digital-aplicaciones-y-ventajas/

Umaña Alfaro, G. (2024). *EFECTO DEL POST CURADO EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE RESINAS DENTALES DE IMPRESIÓN 3D PARA RESTAURACIONES DEFINITIVAS.* Resositorio Digital de la Universidad Rodrigo Facio de Costa Rica: https://www.kerwa.ucr.ac.cr/server/api/core/bitstreams/e134eb65-662d-45d4-8fdd-2c187eaa95ac/content

Valencia, K. M., & Villavicencio, P. R. (2025). *Resina fotopolimerizable para impresora 3D, resinas a base de PMMA de termocurado, cámara de post-polimerización, rugosidad superficial, pulido.* Quito: Revista Ecuatoriana de Pediatria. https://rev-sep.ec/index.php/johs/article/view/321

Villavicencio, E. (2021). *Odontología digital al alcance de todos.* Cuenca: Revista Odontología Activa UC-Cuenca. https://oactiva.ucacue.edu.ec/index.php/oactiva/article/view/634/666

Vizcaíno Zúñiga, P., Cedeño Cedeño, R., & Maldonado Palacios, I. (27 de Septiembre de 2023). *Metodología de la investigación científica: guía práctica.* Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar Vol. 7 Núm. 4 páginas 9723-9762: https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/7658

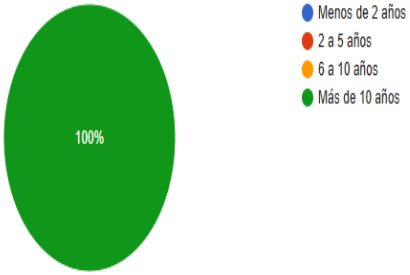
Yu, H., Zhang, C., Wang, Y., & Cheng, H. (16 de Diciembre de 2017). *Hydrogen peroxide bleaching induces changes in the physical properties of dental restorative materials: Effects of study protocols.* Journal of Esthetic and Restorative Dentistry, 30(2), E52–E60: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jerd.12345

Zepeda del Valle, J. M., & Pesci Gaitán, A. M. (08 de Octubre de 2019). *La matriz de operacionalización del problema científico : Una herramienta para asegurar la coherencia epistemológica.* Repositorio Dígital Institucional FaHCE-UNLP: https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/library?a=d&c=eventos&d=Jev12762

ANEXO A: Encuesta Inicial: Manual de Uso de Provisionales Digitales Impresos

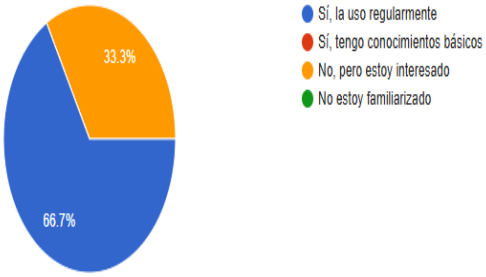
¿Cuál es su nivel de experiencia general en el laboratorio dental? Copiar gráfico

3 respuestas



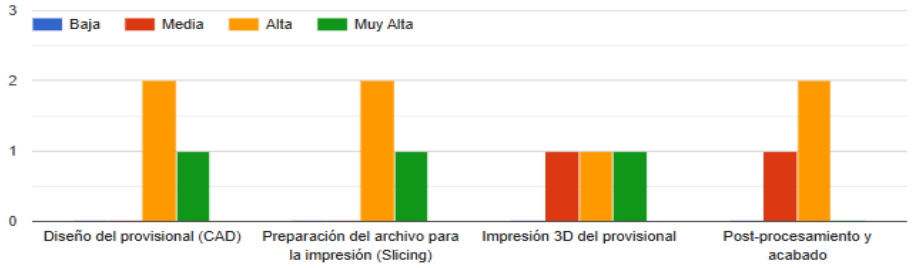
¿Está familiarizado con la tecnología de impresión 3D en el ámbito dental? Copiar gráfico

3 respuestas



Indique su nivel de confianza en las siguientes etapas del flujo de trabajo digital para provisionales:

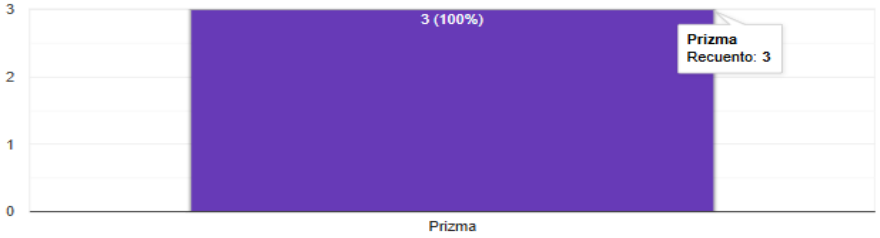
Copiar gráfico



¿Qué tipo de resina dental utiliza o prefiere para la impresión de provisionales?

Copiar gráfico

3 respuestas



Si pudiera agregar una sección no mencionada en el manual, ¿cuál sería?

2 respuestas

ninguno

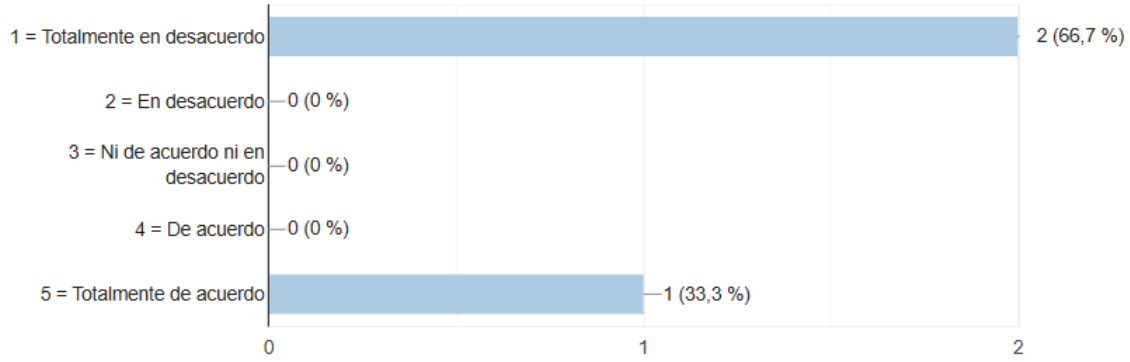
Ninguna

ANEXO B: Validación por Expertos / Focus Group

1. El contenido del manual es claro y fácil de comprender para el personal del laboratorio.

Copiar gráfico

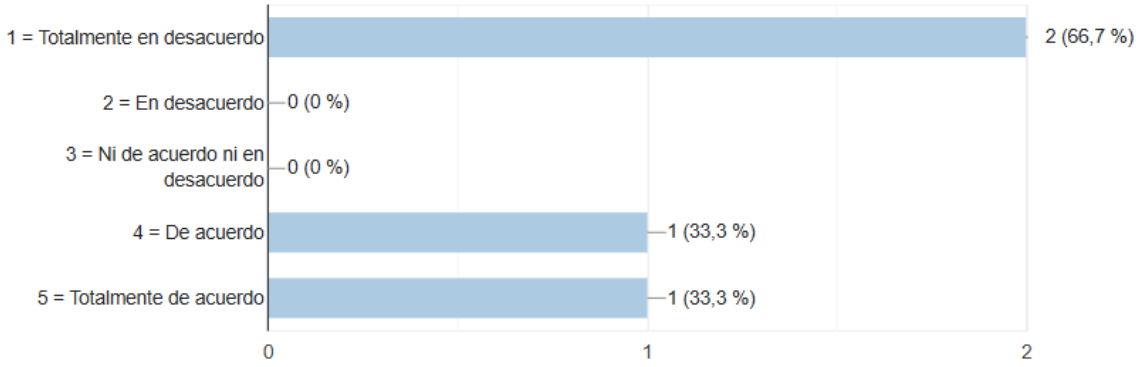
3 respuestas



2. Las instrucciones paso a paso permiten ejecutar correctamente el proceso de elaboración de provisionales digitales.

Copiar gráfico

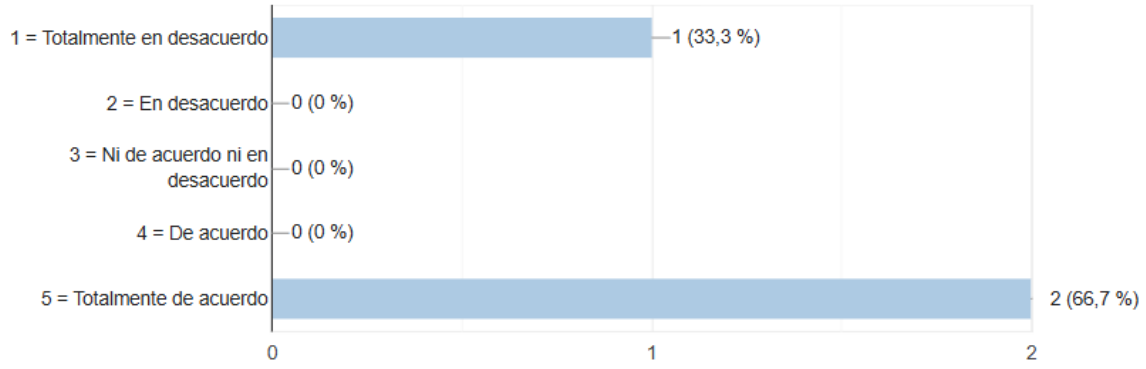
3 respuestas



3. El manual contribuye a reducir errores y retrabajos durante la impresión y el postprocesado.

Copiar gráfico

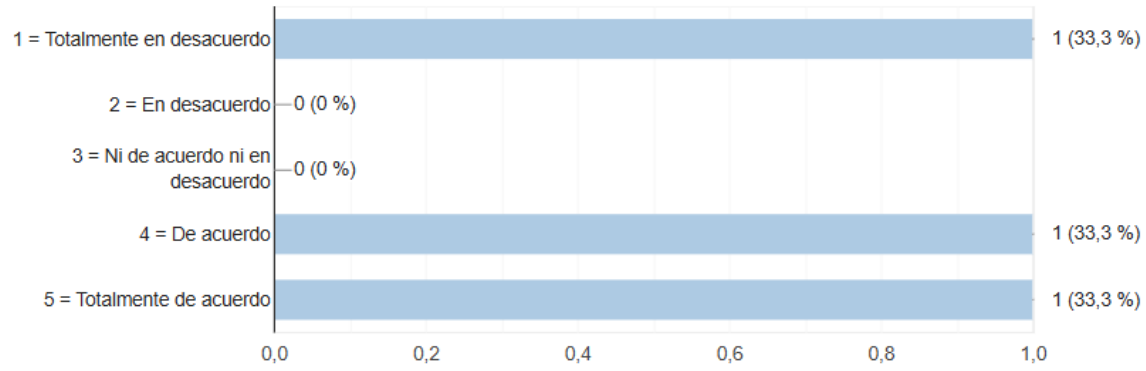
3 respuestas



4. Los protocolos de bioseguridad incluidos en el manual son adecuados para el trabajo con resinas dentales.

Copiar gráfico

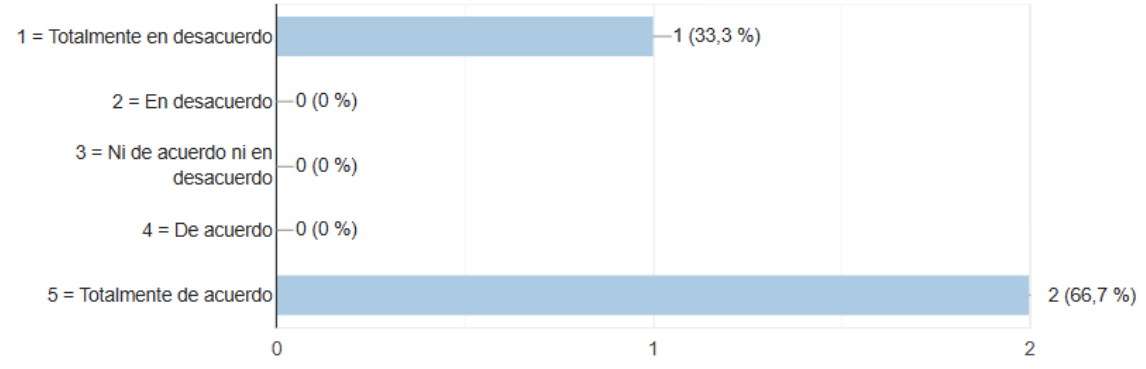
3 respuestas



5. El manual fortalece la autonomía del personal técnico al momento de realizar los procedimientos.

Copiar gráfico

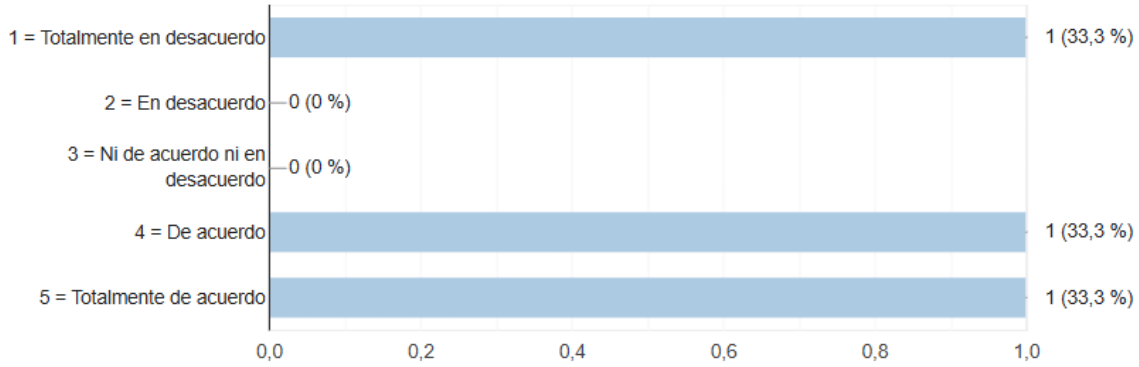
3 respuestas



6. La estructura del manual (orden, títulos, imágenes, tablas) facilita su uso durante la jornada laboral.

Copiar gráfico

3 respuestas



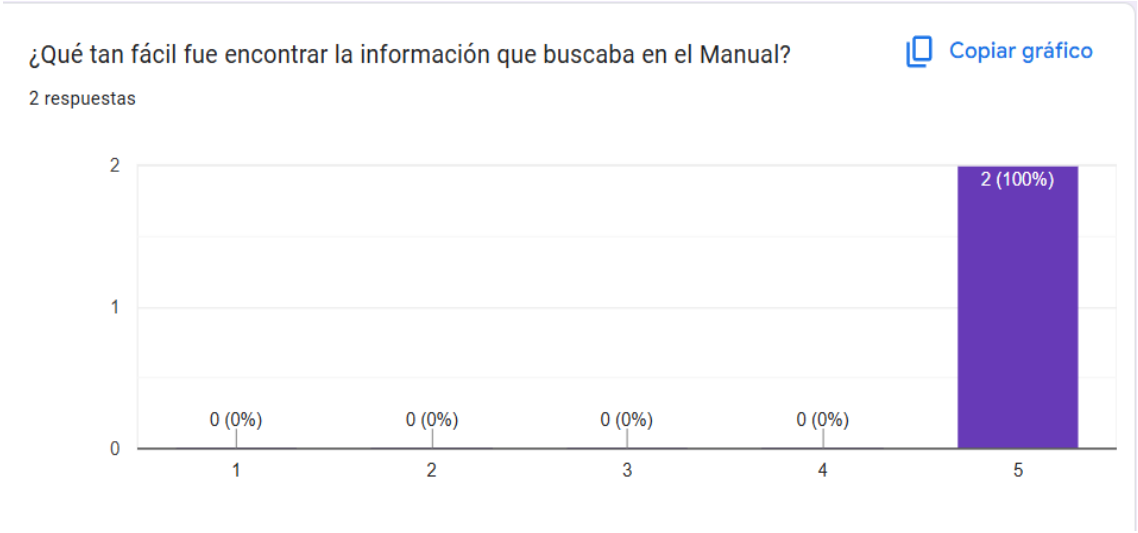
7. Desde su experiencia, ¿qué aspectos del manual considera que deberían mejorarse o ampliarse para optimizar su aplicación en el laboratorio?

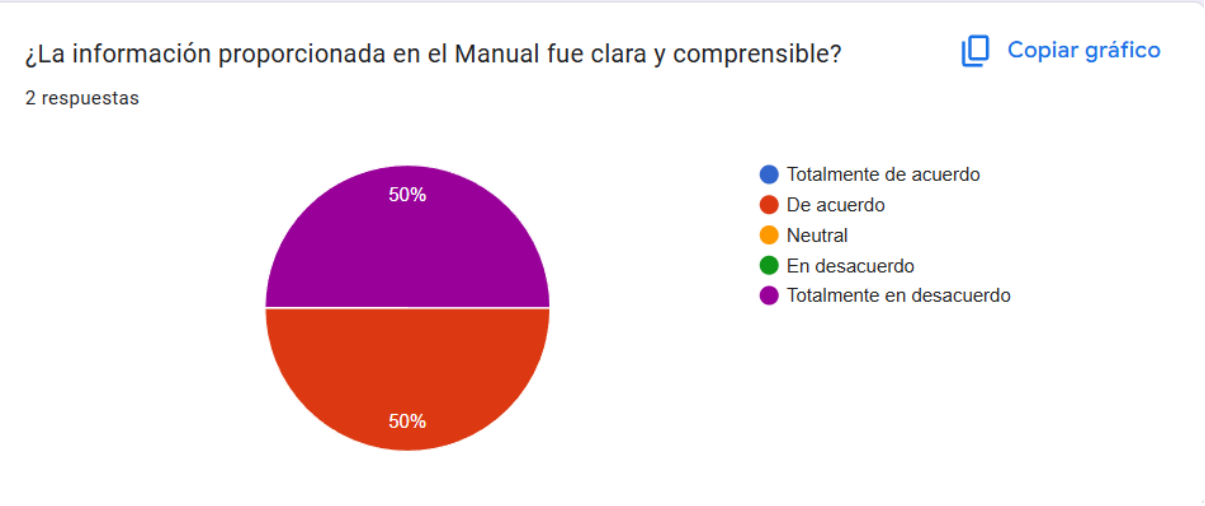
2 respuestas

Recomendaría que los videos anclados al código QR tengan una explicación debido a que es un poco difícil comprender en qué etapa del proceso están.

Formato diseñado profesionalmente con el mismo tamaño de letra por niveles de título.

ANEXO C: Encuesta Satisfacción: Manual de Uso de Provisionales Digitales Impresos.

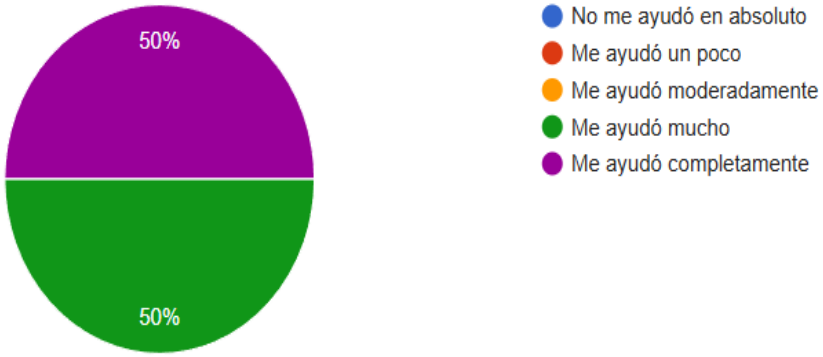




¿En qué medida el Manual le ayudó a completar la tarea o proceso relacionado con los Provisionales Digitales Impresos?

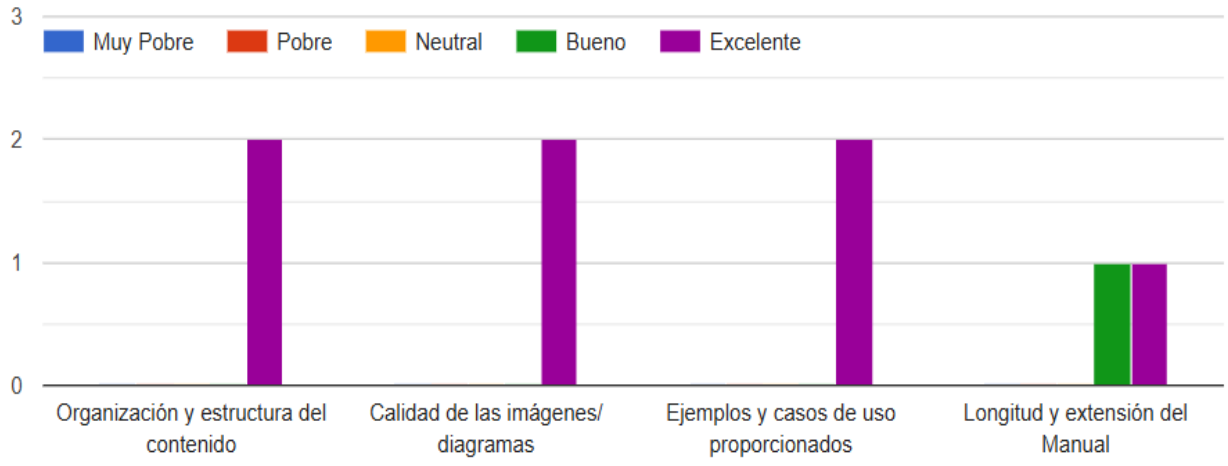
Copiar gráfico

2 respuestas



Por favor, califique los siguientes aspectos del Manual:

Copiar gráfico



¿Hay alguna sección o tema que le parezca que falta o debería ser ampliado en el Manual?

2 respuestas

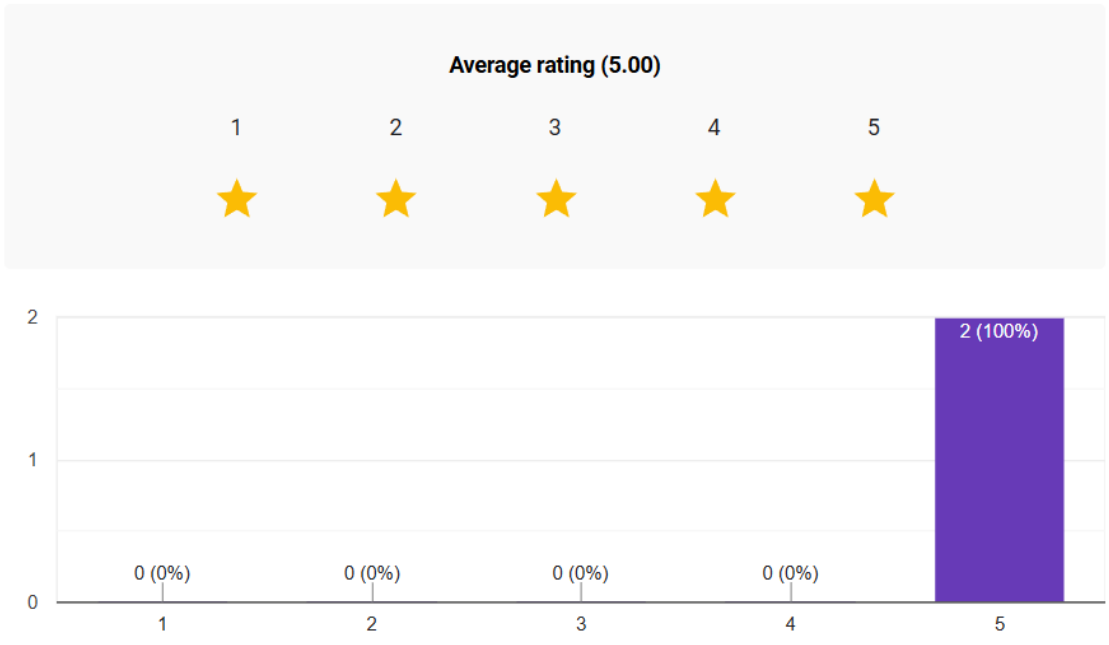
Ninguna

Ninguno

¿Cuál es su nivel general de satisfacción con el Manual de Uso de Provisionales Digitales Impresos?

Copiar gráfico

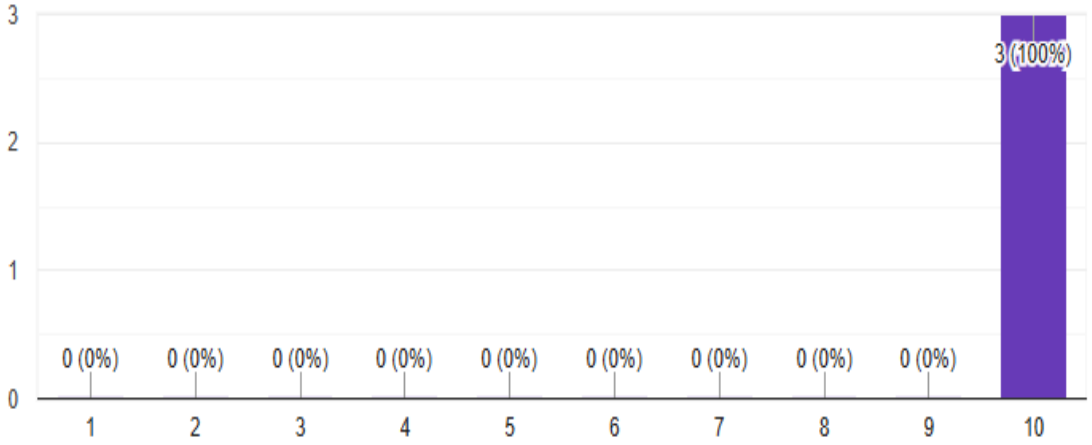
2 respuestas



En una escala del 1 al 10, ¿qué tan útil considera un manual detallado para la elaboración de provisionales digitales impresos en resina?

Copiar gráfico

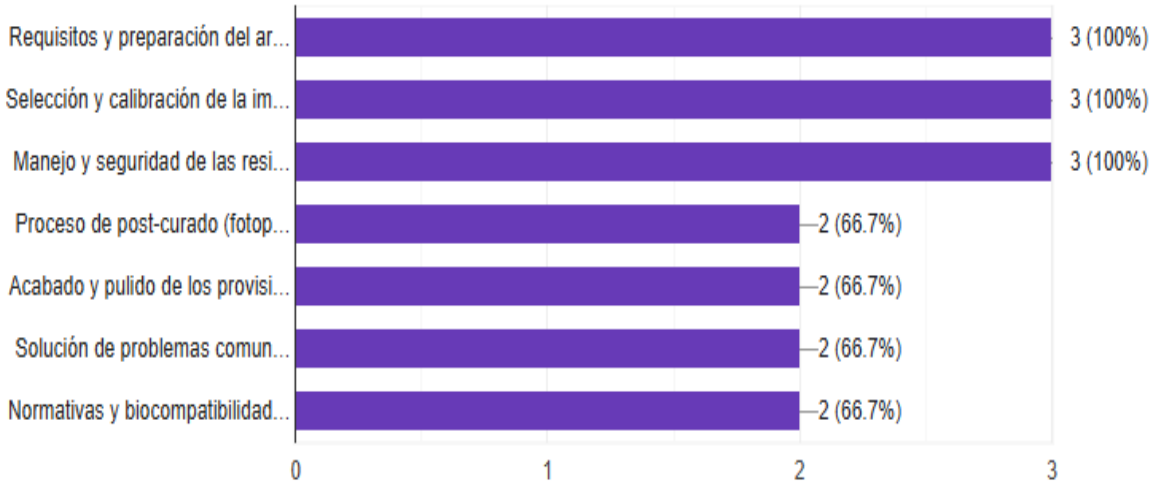
3 respuestas



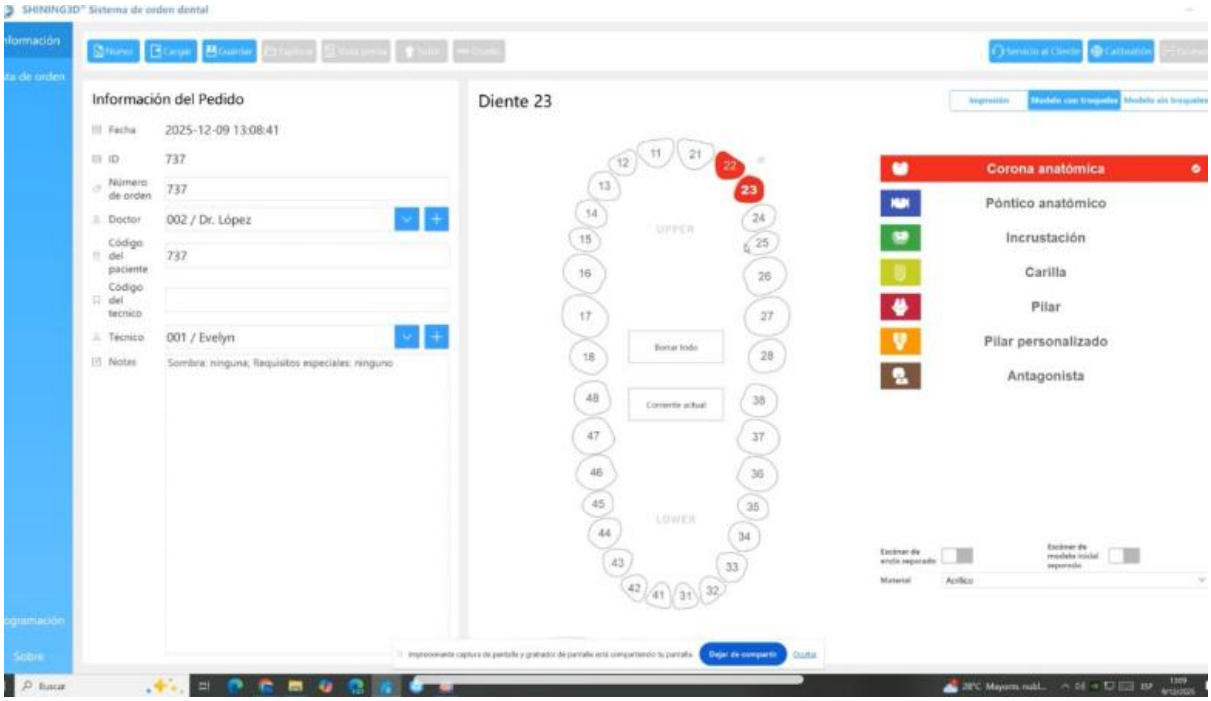
Marque los temas que considera esenciales incluir en el manual de uso:

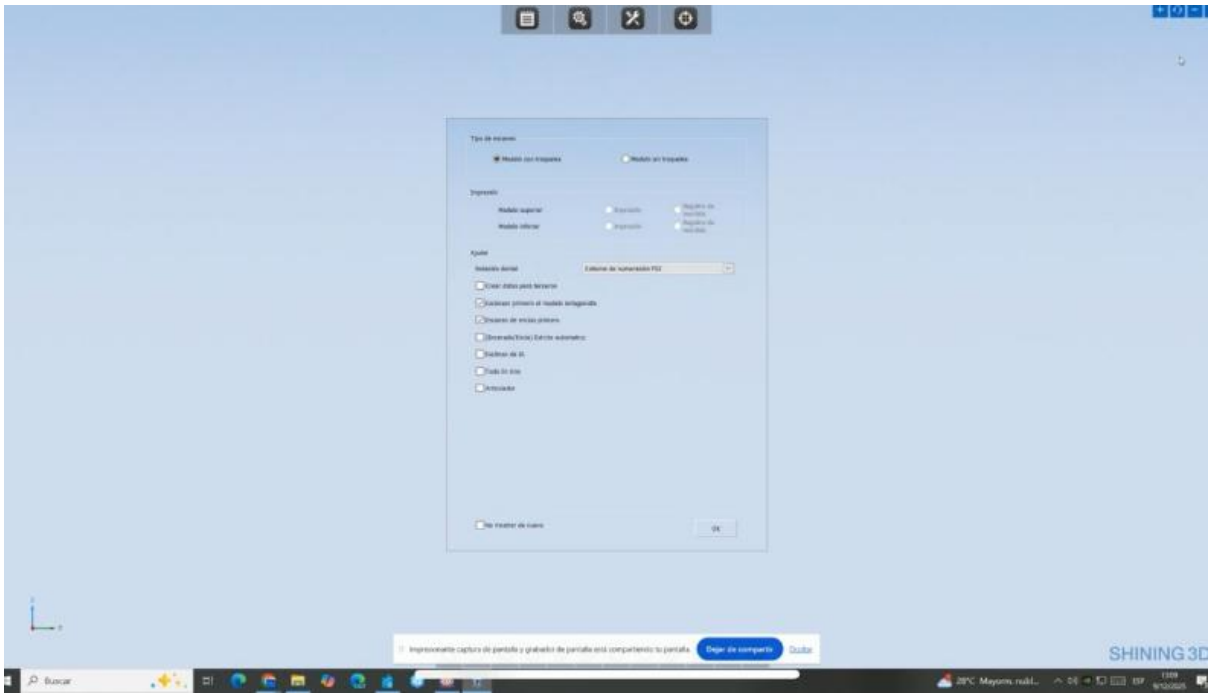
Copiar gráfico

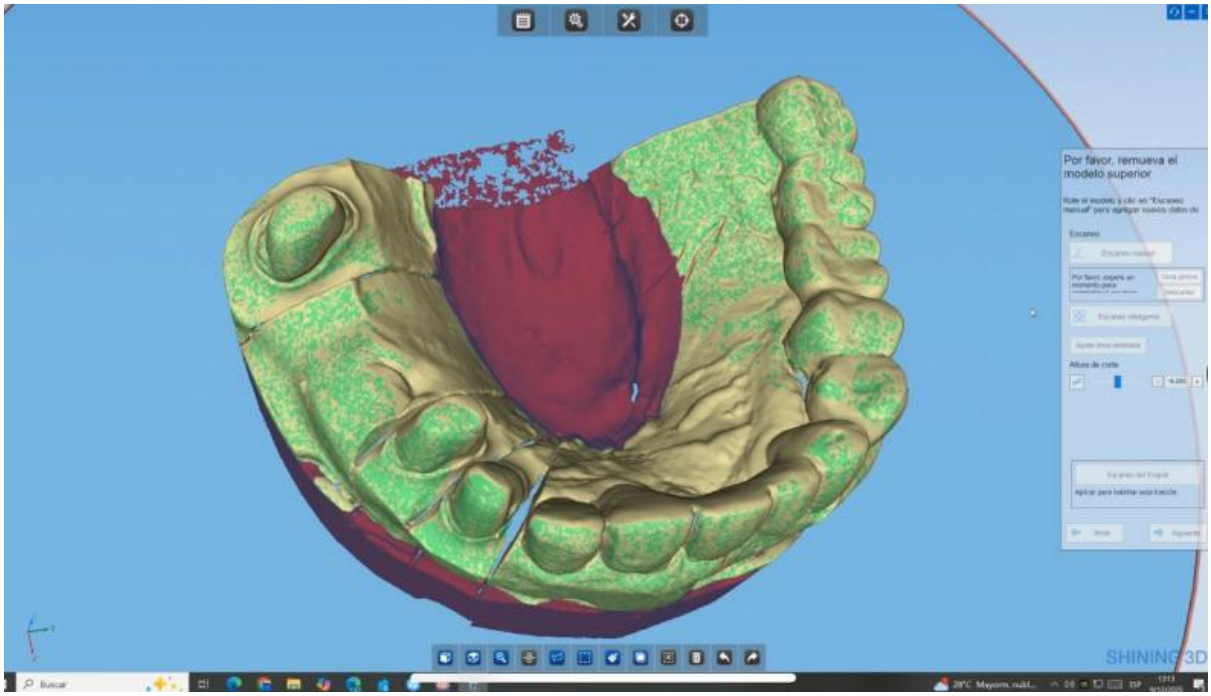
3 respuestas

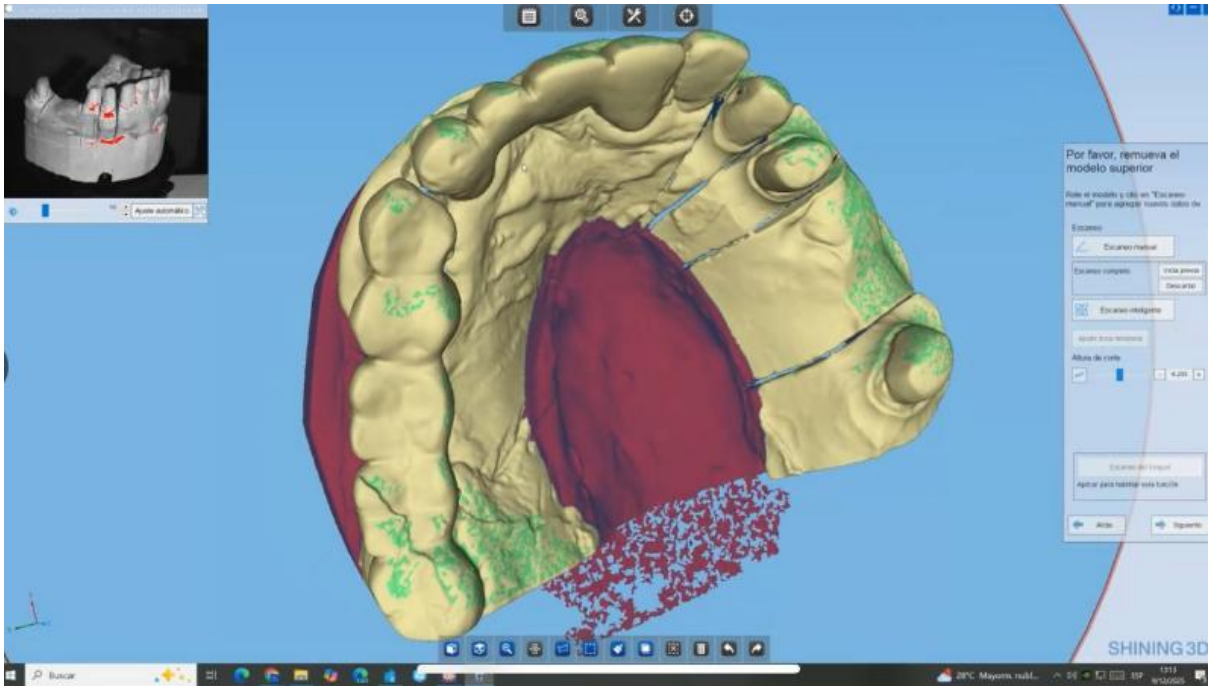


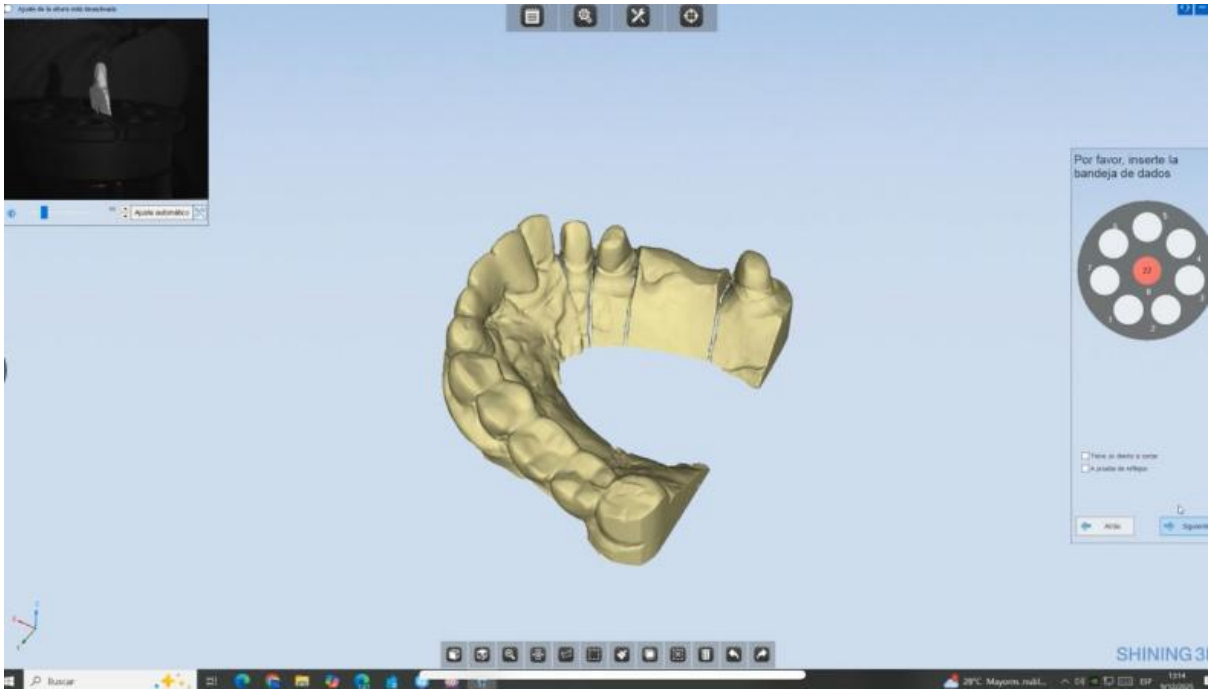
ANEXO D: Captura de Pantalla del Video Instructivo realizado por la autora Respecto al Escaneo de Modelos

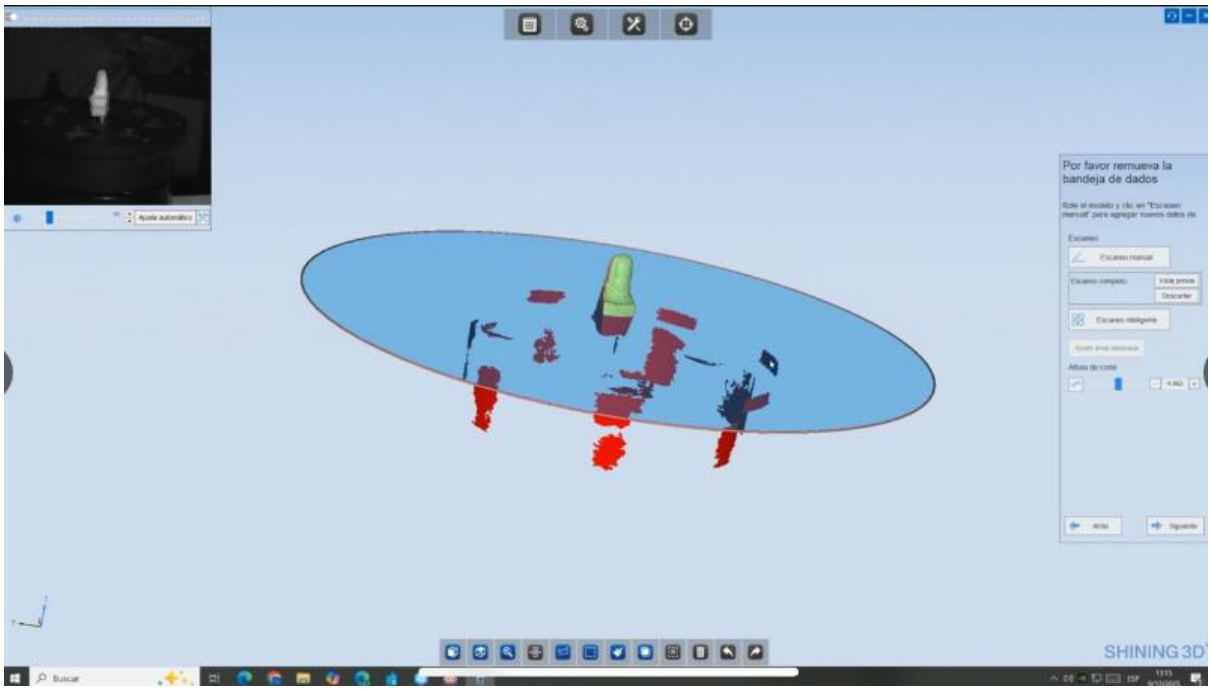


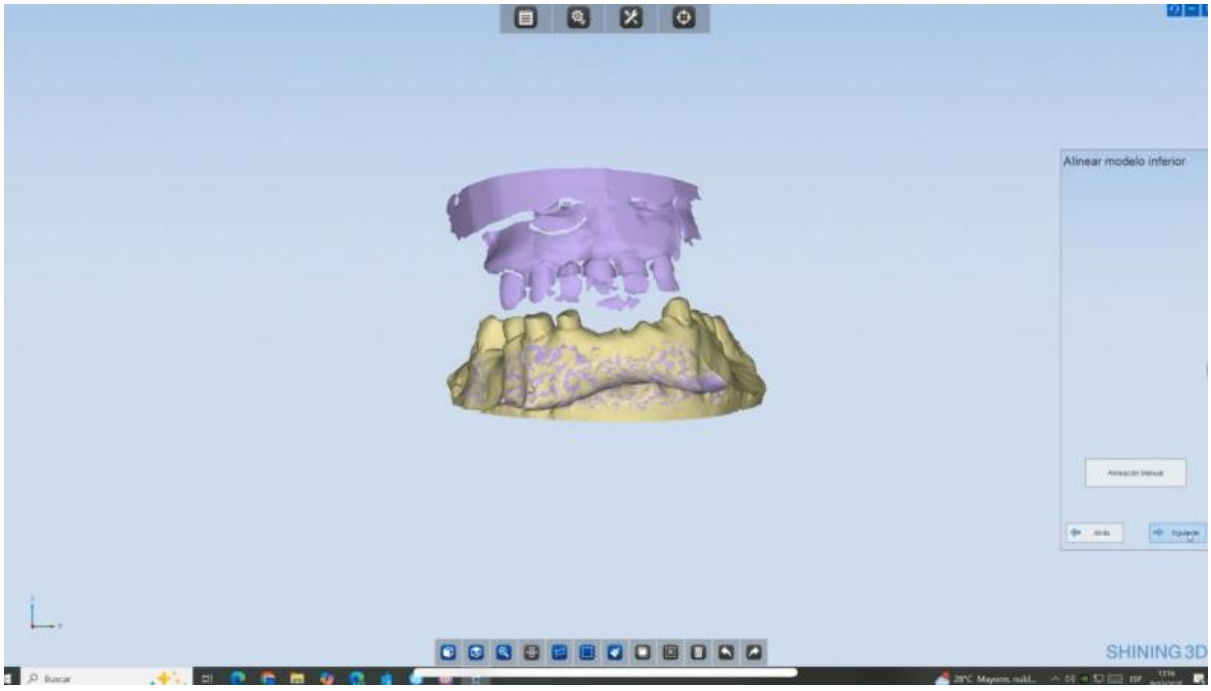



Por favor, remueva el modelo superior
SHINING 3D

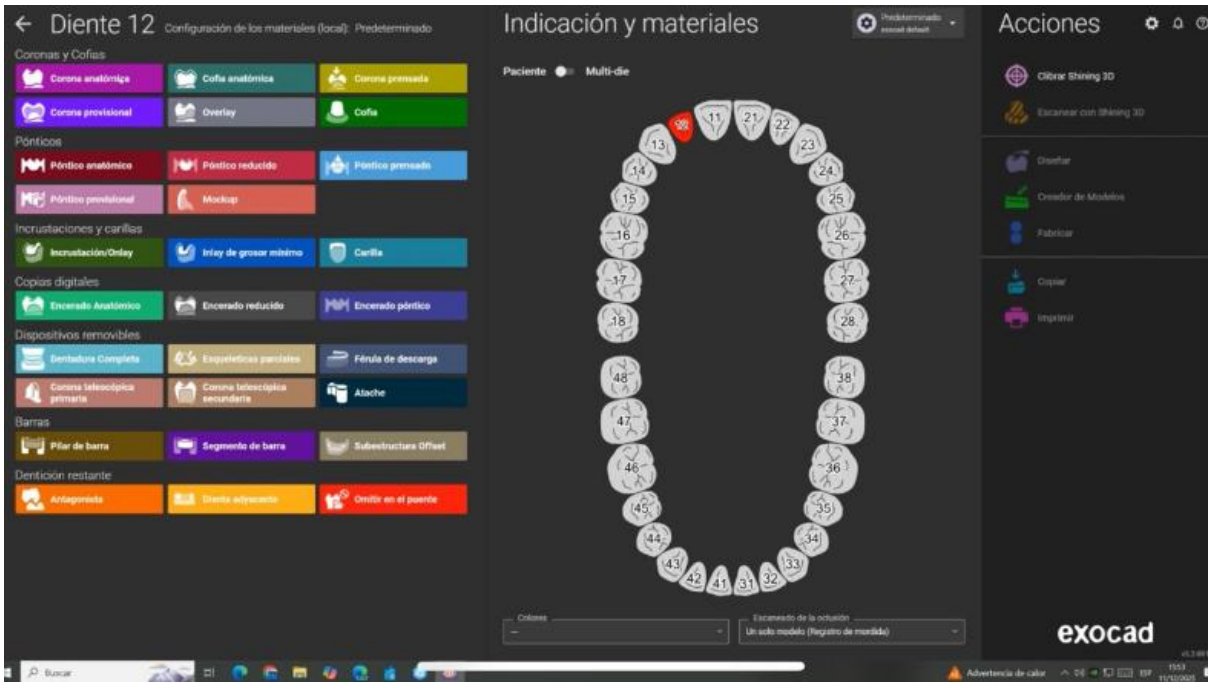

Por favor, remueva el modelo superior
SHINING 3D

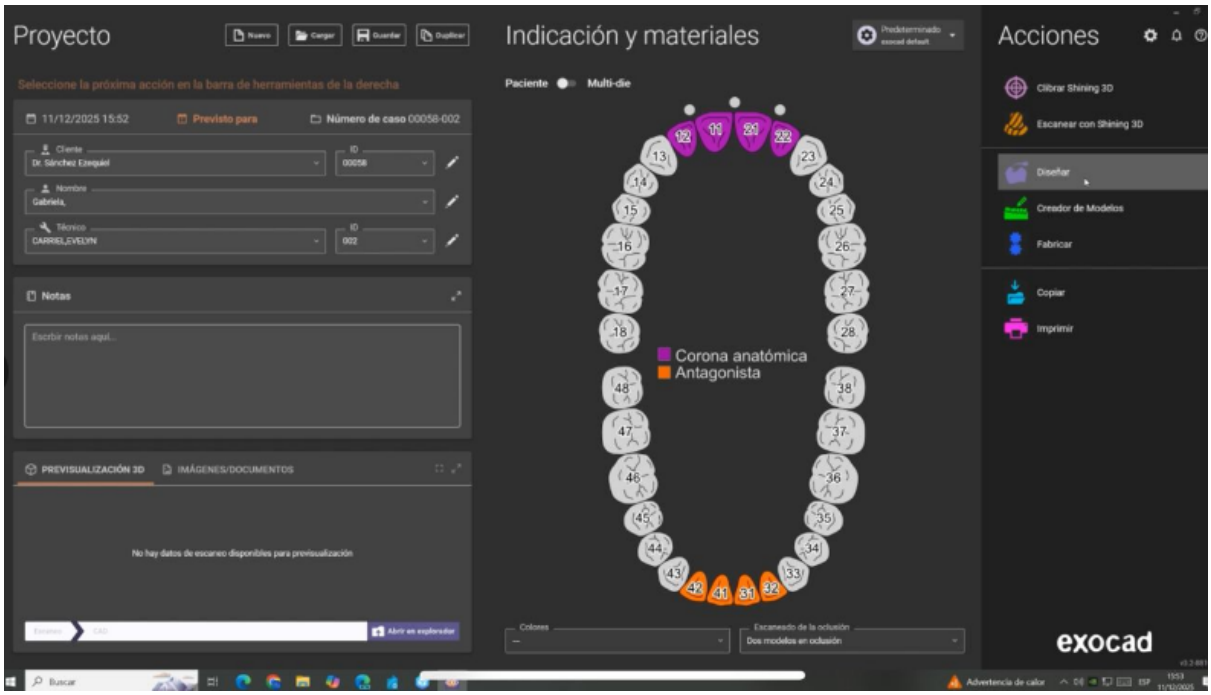

Por favor, inserte la bandeja de dados
SHINING3D

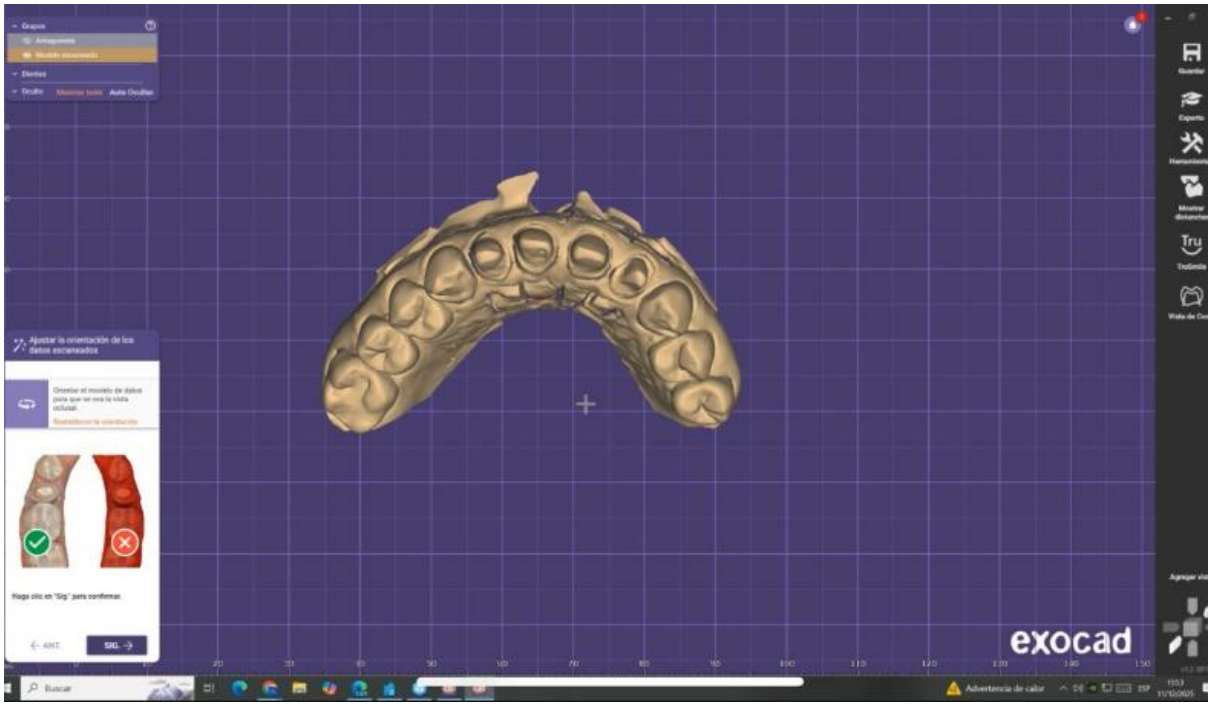

Por favor remueva la bandeja de dados
SHINING3D


Alinear modelo inferior
SHINING3D

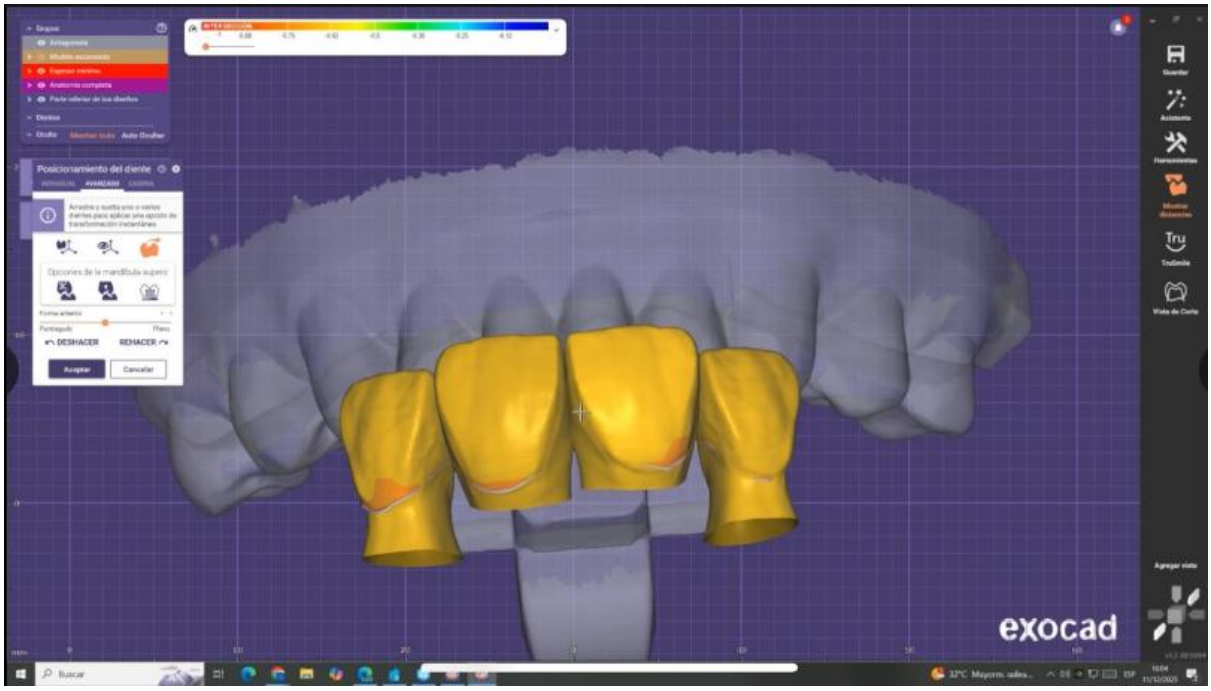
ANEXO E: Captura de Pantalla del Video Instructivo realizado por la autora Respecto al Diseño de Provisionales.

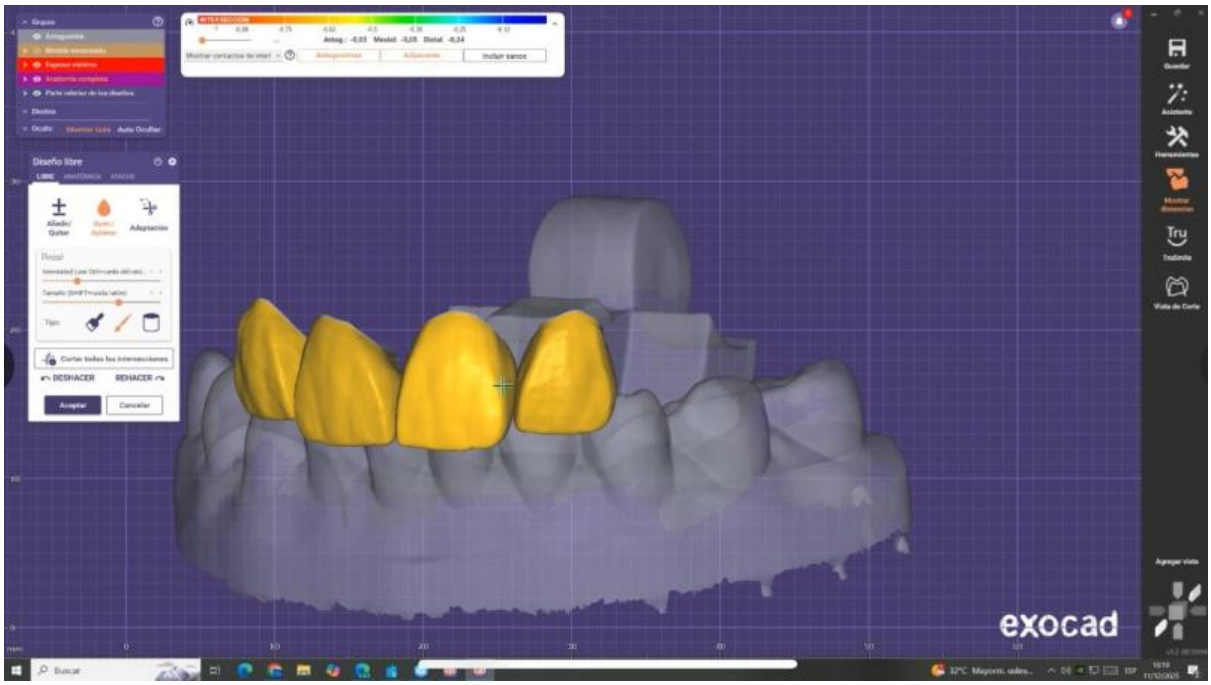




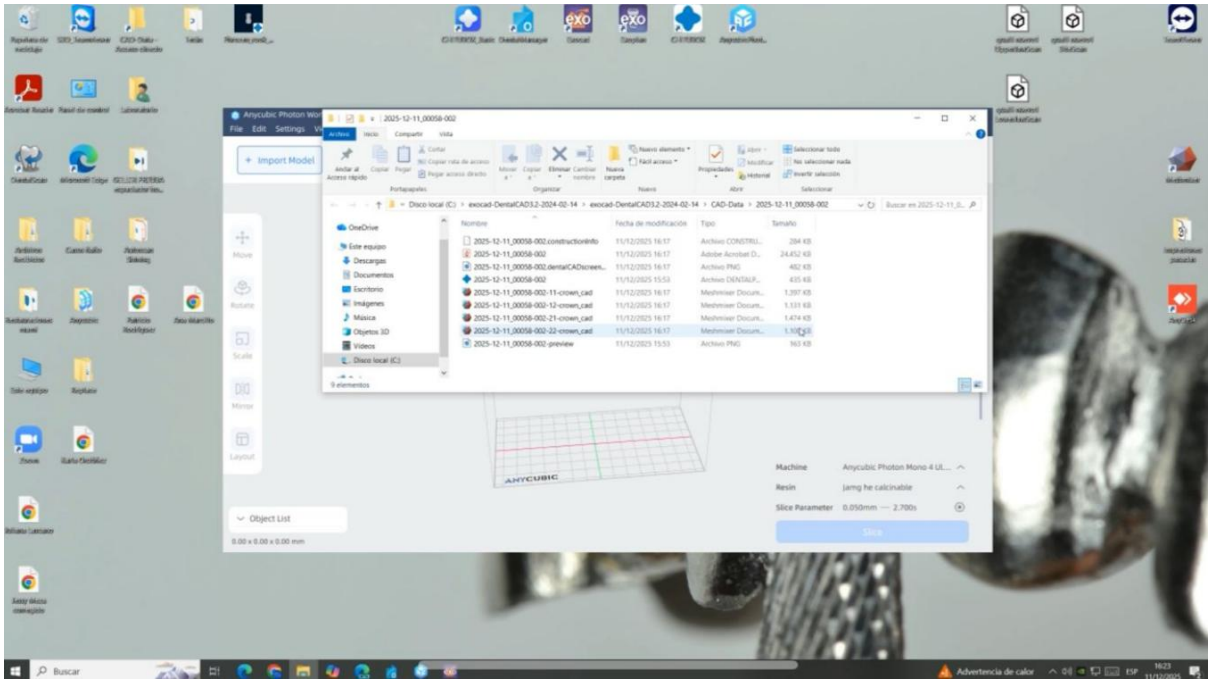

Ajustar la orientación de los datos escaneados
exocad

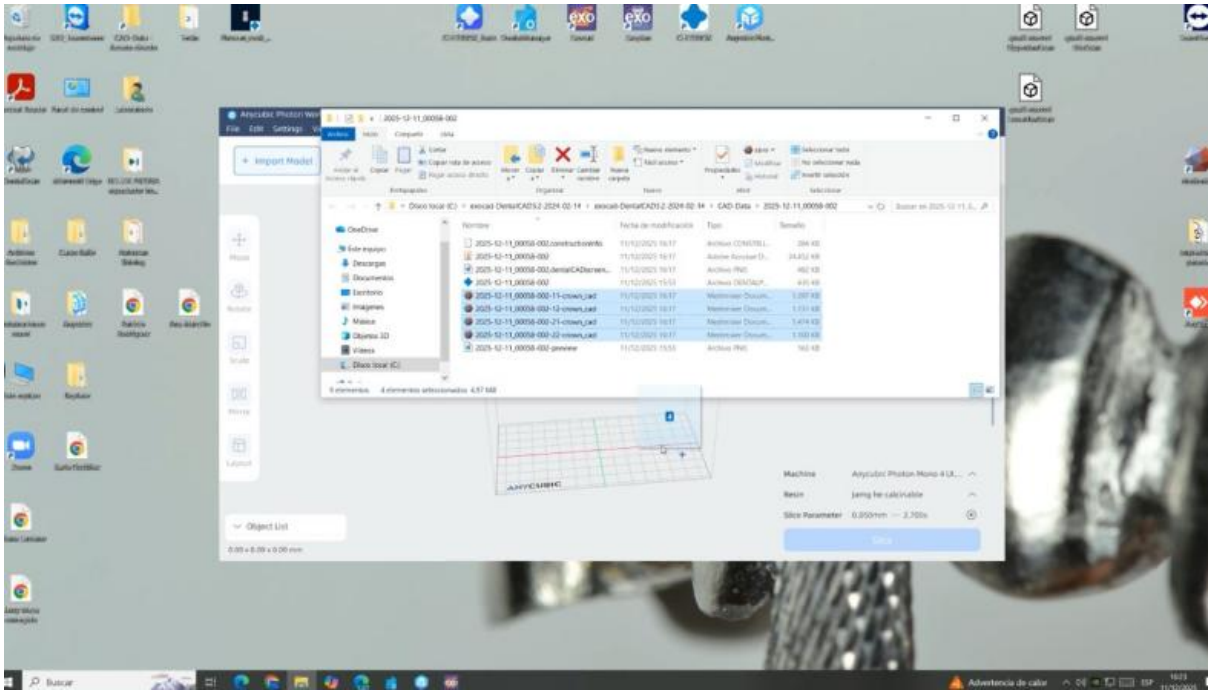

Escalar el diente
Tecla de acceso rápido: SHIFT
Rotar el diente
Tecla de acceso rápido: CTRL
Posicionamiento del diente
DESHACER
REHACER
exocad

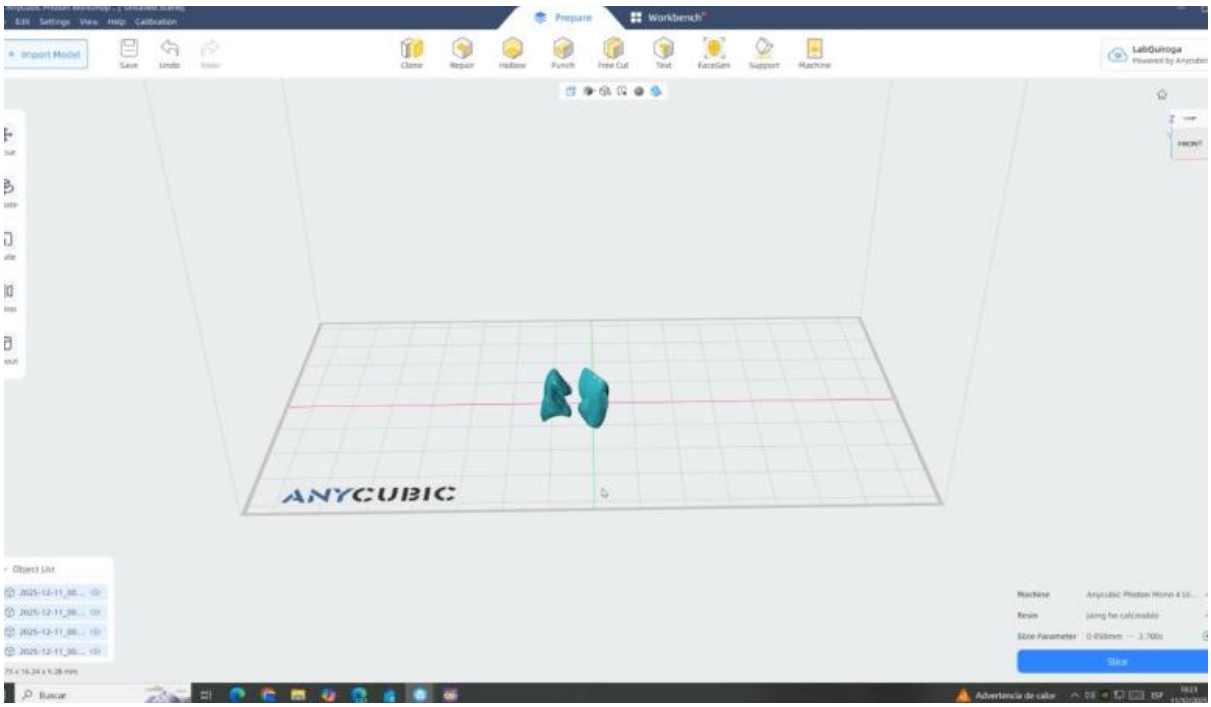

Posicionamiento del diente
DESHACER
REHACER
Aceptar
Cancelar
exocad

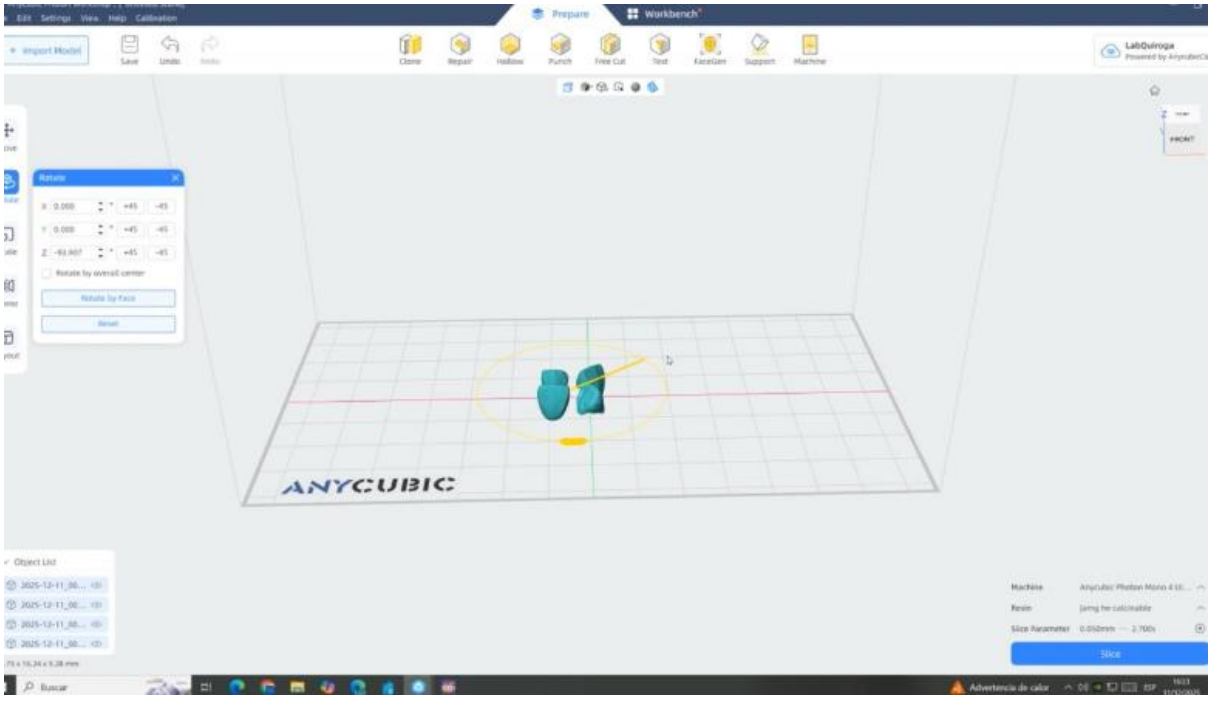

Diseño libre
DESHACER
REHACER
Aceptar
Cancelar
exocad

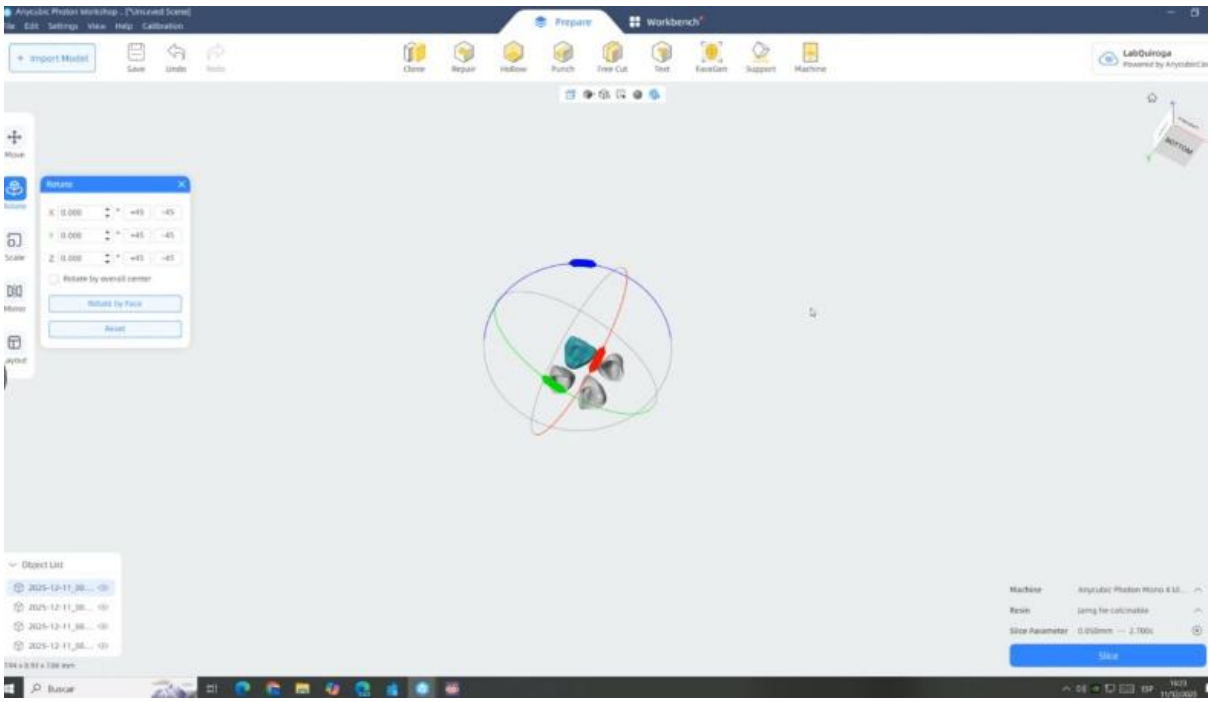
ANEXO F: Captura de Pantalla del Video Instructivo realizado por la autora Respecto a la Colocación de Soportes.

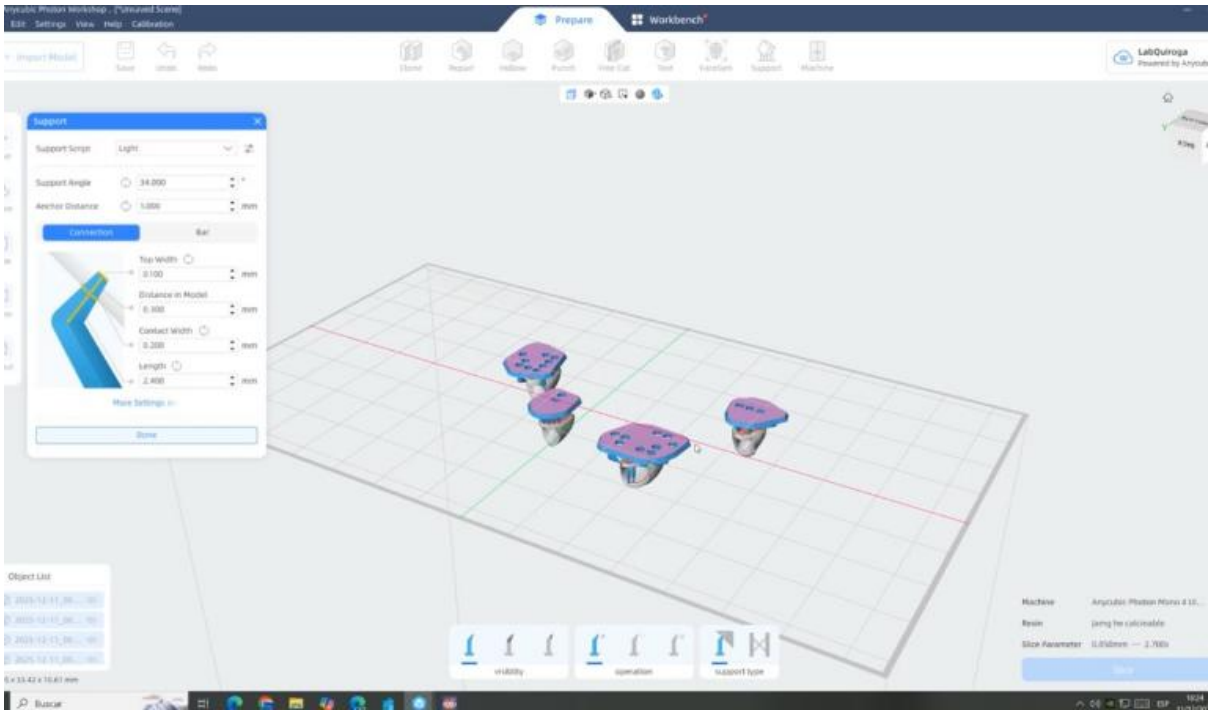


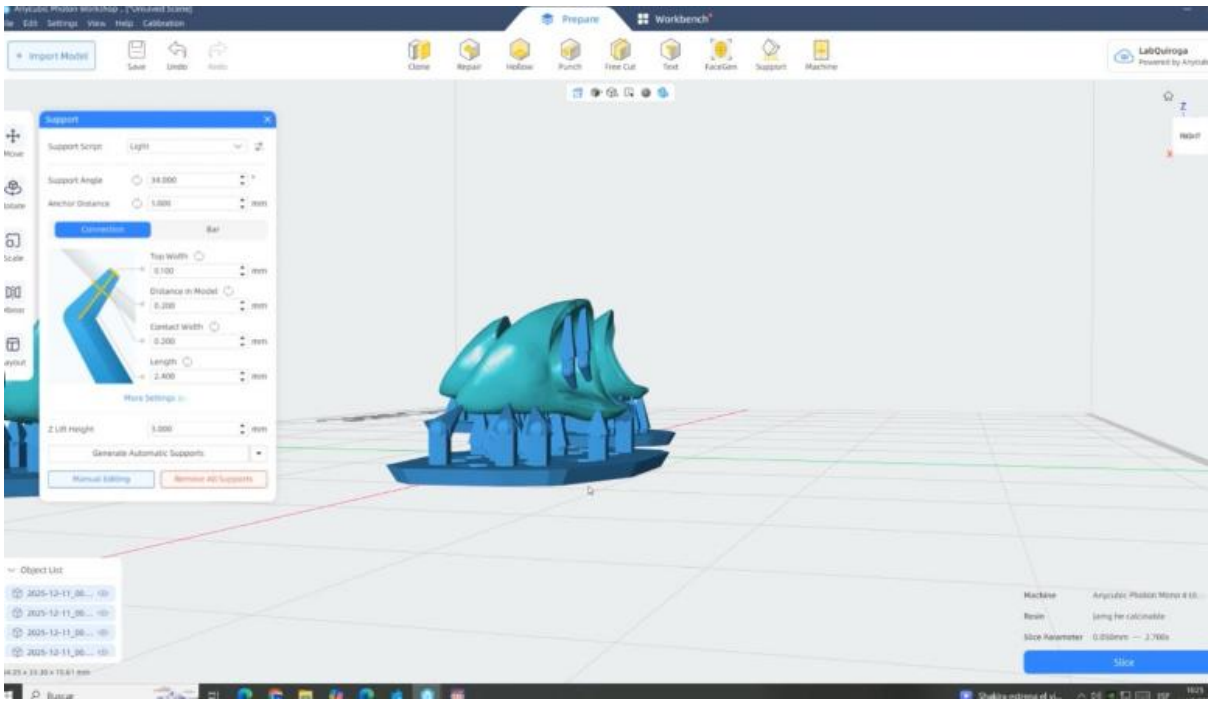


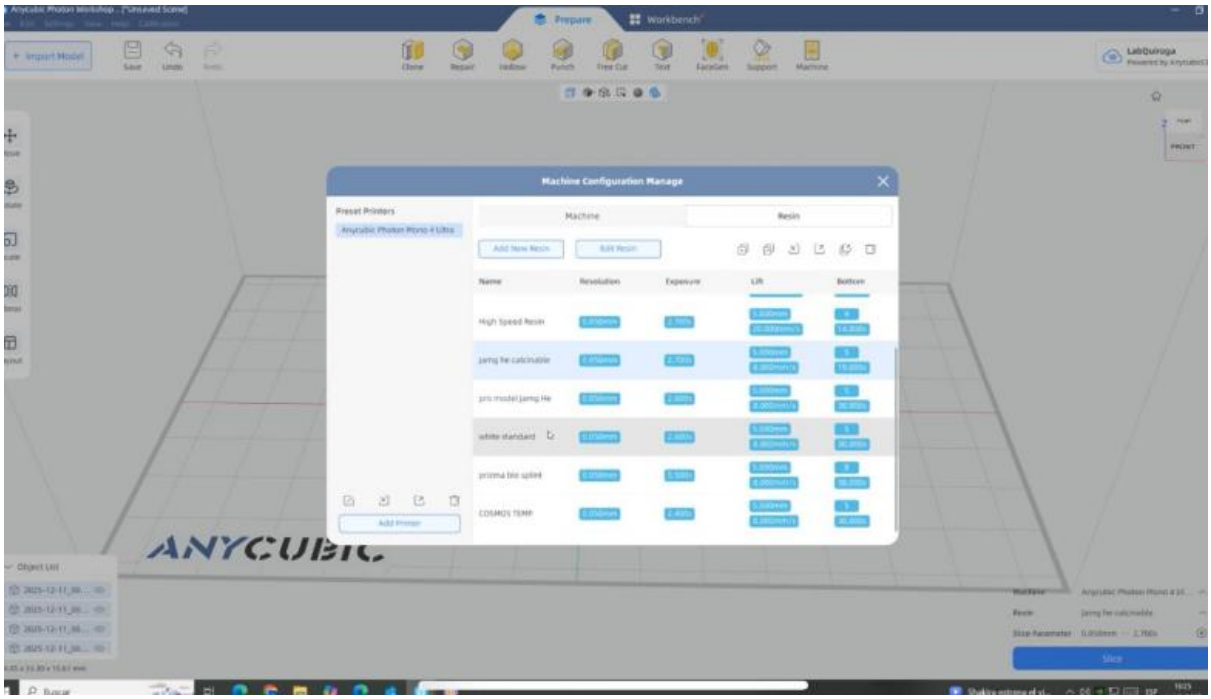

Prepare
Workbench
ANYCUBIC

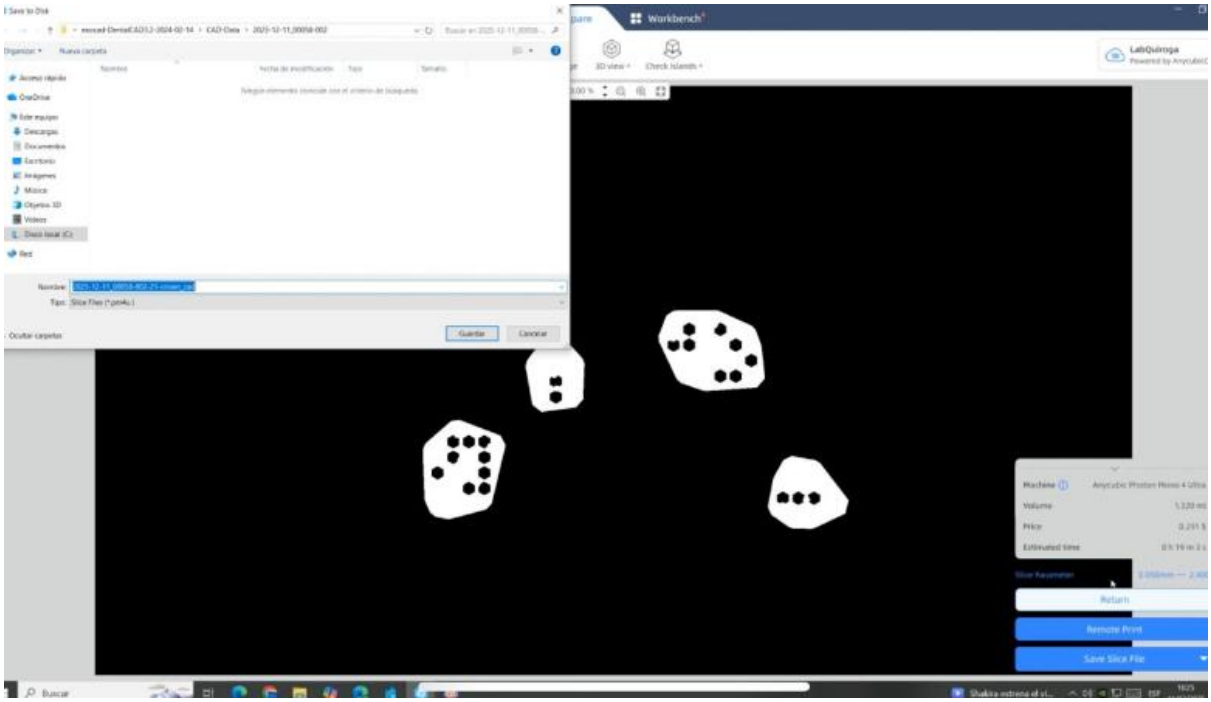

Prepare
Workbench
ANYCUBIC


Prepare
Workbench
Import Model
Rotate
Object List
Slice

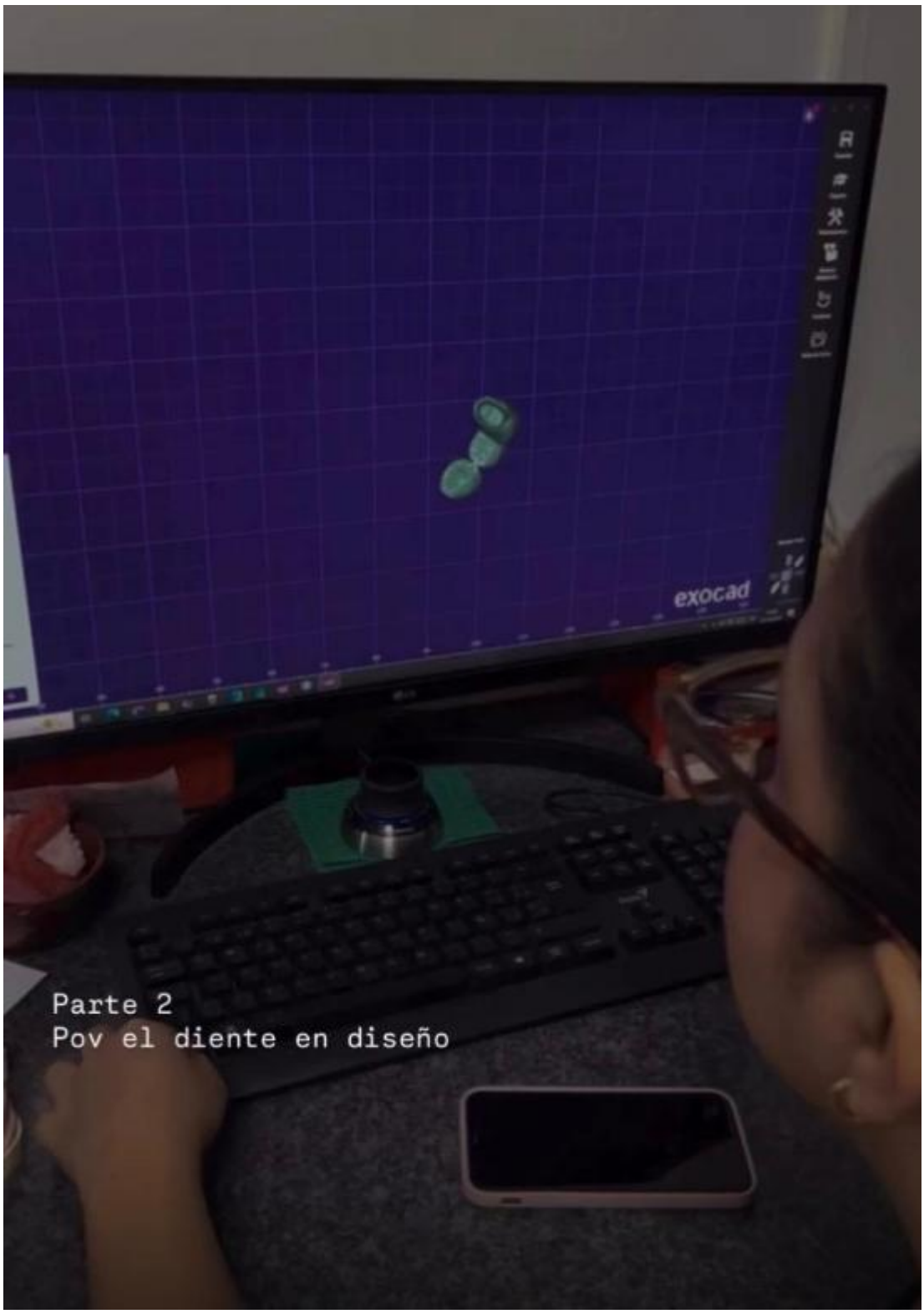

Prepare
Workbench
Support
Object List


Prepare
Workbench
Import Model
Support
Machine Configuration Manage
Slice


Prepare
Workbench
Import Model
Machine Configuration Manage
Slice


Workbench
LabQuiroga
Machine
Volume
Price
Estimated time
Return
Remote Print
Save Slice File

ANEXO G: Realización de la Autora del diente en el *Software* de Exocard.



ANEXO H: Realización de la Autora del proceso de Pulido del diente.



ANEXO INSTITUCIONAL

Acta de revisión y validación por juicio de expertos

Datos del evaluador

Nombres y apellidos: José Luis Miranda Valarezo

Profesión: Técnico en aparatología dental

Especialidad / Área de experiencia: acrílicos y docencia

Años de experiencia: 3 años de experiencia

Institución / Lugar de trabajo: Tecnológico San Antonio

Correo electrónico: jmiranda@tesa.edu.ec

Yo, José Luis Miranda Valarezo, en calidad de profesional con experiencia en el área indicada anteriormente, declaro haber realizado la revisión técnica y metodológica del manual titulado:

"Creación de manual de uso para la elaboración de provisionales digitales impresos en resina dental en Laboratorio TESA, año 2025."

Así como haber participado en la encuesta de validación correspondiente, aplicada mediante un formulario digital, aportando mi criterio profesional de manera objetiva, ética y responsable.

Los aspectos considerados en la revisión fueron, claridad del contenido, organización y estructura del manual, pertinencia técnica del contenido, aplicabilidad en el flujo digital, precisión de los protocolos descritos y material gráfico (imágenes y diagramas)

Declaro que la revisión realizada se llevó a cabo de manera individual, sin influencia externa, y que la información proporcionada refleja fielmente mi criterio profesional.

Firma: 

Fecha: 06 / Enero / 2026

Acta de revisión y validación por juicio de expertos

Datos del evaluador

Nombres y apellidos: Angélica Torres Cobos

Profesión: Odontóloga

Especialidad / Área de experiencia: General

Años de experiencia: 6 años de experiencia

Institución / Lugar de trabajo: Tecnológico San Antonio

Correo electrónico: atorres@tesa.edu.ec

Yo, Angélica Torres Cobos, en calidad de profesional con experiencia en el área indicada anteriormente, declaro haber realizado la revisión técnica y metodológica del manual titulado:

"Manual de uso para la Elaboración de Provisionales Impresos en Resina 3D"

Así como haber participado en la encuesta de validación correspondiente, aplicada mediante un formulario digital, aportando mi criterio profesional de manera objetiva, ética y responsable.

Los aspectos considerados en la revisión fueron, claridad del contenido, organización y estructura del manual, pertinencia técnica del contenido, aplicabilidad en el flujo digital, precisión de los protocolos descritos y material gráfico (imágenes y diagramas)

Declaro que la revisión realizada se llevó a cabo de manera individual, sin influencia externa, y que la información proporcionada refleja fielmente mi criterio profesional.

Firma:

ANGELICA PAOLA TORRES COBOS

Fecha: 06/01/2025

Acta de revisión y validación por juicio de expertos

Datos del evaluador

Nombres y apellidos: Luis Augusto Muñoz Ortega

Profesión: Técnico Dental

Especialidad / Área de experiencia acrílicos, ortopedia, metales, porcelana, diseño digital

Años de experiencia:13 años de experiencia

Institución / Lugar de trabajo: Tecnológico San Antonio

Correo electrónico: lamunoz@tesa.edu.ec

Yo, Luis Augusto Muñoz Ortega, en calidad de profesional con experiencia en el área indicada anteriormente, declaro haber realizado la revisión técnica y metodológica del manual titulado:

"Manual de uso para la elaboración de provisionales Impresos en resina 3D"

Así como haber participado en la encuesta de validación correspondiente, aplicada mediante un formulario digital, aportando mi criterio profesional de manera objetiva, ética y responsable.

Los aspectos considerados en la revisión fueron, claridad del contenido, organización y estructura del manual, pertinencia técnica del contenido, aplicabilidad en el flujo digital, precisión de los protocolos descritos y material gráfico (imágenes y diagramas)

Declaro que la revisión realizada se llevó a cabo de manera individual, sin influencia externa, y que la información proporcionada refleja fielmente mi criterio profesional.

Firma: Luis Augusto Munoz Ortega

Fecha: 06/ 01 / 2025

TECNOLÓGICO SAN ANTONIO Tesa

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

TESA

La Dirección de Titulación, certifica que el trabajo final presentado por **CARRIEL SORIANO EVELYN ANDREA**, ha sido sometido a un análisis de similitud mediante la herramienta Turnitin.

El resultado obtenido refleja un **11%** 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, 09 de enero del 2026

TECNOLÓGICO SAN ANTONIO Tesa

COORDINACIÓN TITULACIÓN

Ana Paucar