# INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO

# SAN ANTONIO

## Escuela de Ciencias de la Salud

# Elaboración de un protocolo para la fabricación de protectores bucales para deportistas con tratamiento de ortodoncia en el laboratorio TESA, Quito, 2026.

**Yomaira Mariela Espinoza Aguirre**

**Gabriel Alexander Morillo Roblez**

**Aparatología Dental**

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

**Tecnólogo Superior en Aparatología Dental**

**Quito, 21 de mayo de 2026**

# INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SAN ANTONIO

## Escuela de Ciencias de la Salud

## HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

**Elaboración de un protocolo para la fabricación de protectores bucales para deportistas con tratamiento de ortodoncia en el laboratorio TESA, Quito, 2026.**

**Yomaira Mariela Espinoza Aguirre**

**Gabriel Alexander Morillo Roblez**

**Denisse Yánez, Tecnóloga Superior en Aparatología Dental**

**Quito, 21 de mayo 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 con lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Nombres y apellidos: Gabriel Alexander Morillo Roblez

Código estudiante: 4912

Cédula de identidad: 0105775092

Lugar y fecha: Quito, mayo de 2026

Nombres y apellidos: Yomaira Mariela Espinoza Aguirre

Código estudiante: 3034

Cédula de identidad: 1002821526

Lugar y fecha: Quito, mayo de 2026

## 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## Unpublished Document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 these publishing available on http://bit.ly/COPETheses.

## Dedicatoria

Este proyecto está dedicado especialmente a Teresa Chavez que ha sido mi maestra de vida y gracias a ella he podido llegar hasta aquí me ha dado la fortaleza inteligencia y sobre todo las ganas de salir adelante para no rendirme en este camino a mi tío que ha sido mi guía en este recorrido de la carrera y es una persona muy especial para mí a mi padre por sus consejos y a mi madre por su apoyo emocional y a mi abuelita que gracias a ella pude terminar mis metas y a mi compañera yomaira Espinosa por a ver sido mi compañera de viaje en cada una de nuestras clases.

**Gabriel Alexander Morillo Roblez**

Este proyecto está dedicado principalmente a mí misma, por la disciplina, la constancia y el esfuerzo que me permitieron llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional. Cada desafío enfrentado durante este proceso fue una oportunidad para crecer, aprender y demostrarme que con dedicación y perseverancia es posible alcanzar las metas propuestas.

A mi familia y amigos, por ser mi apoyo, por brindarme comprensión y motivación en cada etapa de este camino. Gracias por confiar en mí, por sus palabras de aliento y por acompañarme en los momentos más difíciles y también en los más felices.

A mi compañero de proyecto Gabriel Roblez, por el compromiso, la paciencia y el trabajo en equipo compartido durante el desarrollo de esta investigación. Gracias por aportar con responsabilidad y dedicación para alcanzar juntos este logro académico.

Finalmente, dedico este trabajo de todo corazón a todas las personas y profesores del prestigioso instituto TESA que de una u otra manera contribuyeron a mi crecimiento personal y profesional, motivándome a seguir adelante y a cumplir mis sueños y metas.

**Yomaira Mariela Espinoza Aguirre**

**Agradecimiento**

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a todas las personas que formaron parte de este proceso académico y personal durante el desarrollo de este proyecto de aparatología dental.

gracias por su apoyo, su comprensión y sus palabras de motivación en los momentos más difíciles. Su confianza y cariño fueron fundamentales para impulsar y alcanzar esta meta tan importante.

Finalmente, agradecemos a nuestros docentes y a la institución TESA por los conocimientos, enseñanzas y orientación brindados durante nuestra preparación académica, contribuyendo significativamente a nuestra formación dentro del área de la aparatología dental.

## Resumen

Este proyecto tiene como objetivo elaborar un protocolo técnico para la elaboración de protectores bucales personalizados dirigidos a deportistas con ortodoncia que practican deporte en el laboratorio TESA, en la ciudad de Quito. Esta propuesta surge ante la necesidad de brindar una solución adecuada a pacientes con aparatología ortodóntica, quienes presentan mayor riesgo de sufrir lesiones en la cavidad oral durante actividades deportivas extremas. Esta investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, con un diseño aplicado, descriptivo y no experimental, combinando la revisión teórica con la práctica en laboratorio. Para la validación del protocolo se utilizaron encuestas, observación directa y registro fotográfico paso a paso lo que permitió evaluar su claridad y aplicabilidad del protocolo. El protocolo incluye procesos híbridos como el escaneo intraoral, el diseño asistido por computadora cad cam y el termoformado con materiales como el acetato EVA, logrando una adecuada adaptación y protección para el deportista. Los resultados de la encuesta muestran una valoración positiva por parte de los encuestados, destacando su utilidad y fácil comprensión. Se concluye que el protocolo es viable y puede ser aplicado en el entorno profesional.


***Palabras clave:*** Protectores bucales, ortodoncia, laboratorio dental, protocolo técnico, odontología digital, CAD/CAM, escaneo intraoral, prevención

**Abstract**

This project aims to develop a technical protocol for the fabrication of customized mouthguards for orthodontic patients who practice sports at the TESA laboratory in the city of Quito. This proposal arises from the need to provide an appropriate solution for patients with orthodontic appliances, who are at greater risk of suffering oral injuries during sports activities.

The research was carried out using a mixed approach, with an applied, descriptive, and non-experimental design, combining theoretical review with laboratory practice. Surveys, direct observation, and photographic records were used to validate the protocol, allowing the evaluation of its clarity and applicability.

The protocol includes both digital and conventional processes, such as intraoral scanning, computer-aided design (CAD), and thermoforming using materials such as EVA sheets, achieving proper adaptation and protection.

The results show a positive evaluation by the participants, highlighting its usefulness and ease of understanding. It is concluded that the protocol is viable and can be applied in a professional environment.

***Keywords:*** Mouthguards, orthodontics, dental laboratory, technical protocol, digital dentistry, CAD/CAM, intraoral scanning, prevention

**Tabla de Contenidos**

Resumen ..... 7

Abstract ..... 8

Capítulo I Introducción ..... 16

1.1. Planteamiento del Problema ..... 16

1.2. Justificación ..... 17

1.3. Alcance 18

1.4 Objetivos General y Específicos ..... 19

1.4.1 Objetivo General ..... 19

1.4.2 Objetivos Específicos ..... 19

Capítulo II Marco Teórico ..... 20

2. 1 Marco Conceptual ..... 23

2.1.1 ¿Qué es un Protocolo Técnico? ..... 23

2.1.2 Estructura del Protocolo Técnico en Tecnología Dental ..... 24

2.1.3 Importancia de los Protocolos Técnicos en el Laboratorio Dental. ..... 25

2.2 ¿Qué son los Protectores Bucales? ..... 25

2.2.1 Clasificación de los Protectores Bucales ..... 26

2.2.3 Tipos de Materiales de Fabricación en Protectores Bucales ..... 29

2.2.4 Requisitos clínicos y funcionales de un Protector Bucal ..... 30

2.3 Necesidad Clínica de protectores bucales personalizados ..... 31

2.3.1 ¿Qué es la Ortodoncia? ..... 31

2.3.2 Tipos de Ortodoncia ..... 32

2.3.3 Riesgo de Lesiones en Pacientes con Ortodoncia....33

2.3.4 Deportes Con Mayor Riesgo de Traumatismo Dental....34

2.3.5 Clasificación de Deportes Según el Nivel de Riesgo Dental....35

2.3.6 Importancia del uso de Protectores Bucales en Deportes de Riesgo....36

2.3.7 Importancia de Protectores Bucales Personalizados en Ortodoncia....37

2.4 Métodos de Fabricación de Protectores Bucales....38

2.4.1 Método Convencional....39

2.4.2 Método Digital....39

2.4.3 Comparación entre flujo convencional y digital....40

2.5 Escaneo Intraoral en la Fabricación de Protectores Bucales Personalizados....40

2.5.1 Definición de odontología digital....40

2.5.2 Odontología digital y su evolución....41

2.5.3 Transición de Impresiones Convencionales a Digitales....42

2.6 Escaneo Intraoral como Método de Impresión Digital....42

2.6.1 Qué es un Escáner Intraoral?....43

2.6.2 Qué son Archivos Digitales?....44

2.6.3 Ventajas Frente a Impresiones Dentales Tradicionales....45

2.7 Diseño Digital de Modelos Dentales para dispositivos removibles....46

2.7.1 Software CAD dental....46

2.7.2 Modificación digital de modelos dentales....48

2.8 Modelos Dentales Obtenidos Mediante Tecnologías Digitales....49

2.8.1 Impresión 3D de Modelos....49

2.8.2 Tipos de Resinas Utilizadas para Impresión 3D....50

2.8.3 Modelos Digitales vs Modelos de Yeso....51

2.9 Fabricación Convencional de Dispositivos Sobre Modelos Digitales....52

2.8.1 Concepto de Flujo Híbrido Digital-Convencional....53

2.8.3 Ventajas del flujo híbrido en la fabricación de protectores bucales....53

Capítulo III Marco Metodológico....55

3.1 Tipo de investigación....55

3.1.1 Según el Propósito....55

3.1.2 Según la Manipulación de Variables....56

3.1.3 Según el Tiempo de Desarrollo....57

3.2 Enfoque…....57

3.3 Herramientas Metodológicas....58

3.4 Técnicas......59

3.4.1 Encuesta....59

3.4.2 Registro Fotográfico....59

3.4.3 Observación Directa....59

3.4.4 Matriz de Validación....60

3.5 Estudios Iniciales....61

3.5.1 Criterios de Inclusión y de Exclusión....61

3.5.2 Muestreo no Probabilístico por Conveniencia Deliberado....62

3.6. Desarrollo de Protector Bucal Personalizado para Deportistas con Tratamiento de Ortodoncia 62

Capítulo IV Resultados y Discusión ..... 78

4.1 Análisis e interpretación de resultados de la Encuesta Inicial ..... 78

4.2 Análisis e interpretación de resultados de la Encuesta Final ..... 86

4.2.1 Validación de Expertos / Focus Group ..... 86

4.2.2 Matriz de Validación del producto ..... 97

4.3 Discusión de Resultados ..... 97

Conclusiones y Recomendaciones ..... 99

Referencias Bibliográficas ..... 101

ANEXO A: Focus group ..... 104

ANEXO B: Encuesta final ..... 105

ANEXO C: Encuesta inicial ..... 106

# Índice de Tablas

Tabla 1 Características de Protectores ..... 29

Tabla 2 Cuadro de Métodos de Fabricación ..... 40

Tabla 3 tabla de comparación de impresiones ..... 45

Tabla 4 Tabla Modelos ..... 51

Tabla 5 Tabla de ventajas flujo hibrido ..... 54

Tabla 6 Matriz de Validación ..... 60

Tabla 7 Tabla de Criterios ..... 61

## Índice de Figuras

Figura 1 Protectores Bucales ..... 26

Figura 2 Protector Prefabricado ..... 27

Figura 3 Protector Termo moldeable ..... 27

Figura 4 Protectores Bucales Personalizados ..... 28

Figura 5 Acetatos Eva ..... 29

Figura 6. Ortodoncia Fija ..... 32

Figura 7 Ortodoncia Removible ..... 33

Figura 8 Escáner Intraoral ..... 43

Figura 9 Formatos archivos digitales ..... 44

Figura 10 Software Exocad ..... 47

Figura 11 Software Blender for Dental ..... 47

Figura 12 Software bly sky bio ..... 47

Figura 13 Software inlab ..... 48

Figura 14 Imagen Diseño Exocad ..... 49

Figura 15 Modelo 3D ..... 50

Figura 16 Impresora Anycubic ..... 50

Figura 17 Pregunta 1 ..... 79

Figura 18 Pregunta 2 ..... 80

Figura 19 Pregunta 3 ..... 80

Figura 20 Pregunta 4 ..... 81

Figura 21 Pregunta 5 ..... 82

Figura 22 Pregunta 6 ..... 82

Figura 23 Pregunta 7 ..... 83

Figura 24 Pregunta 8 ..... 84

Figura 25 Pregunta 9 ..... 84
Figura 26 Pregunta 10 ..... 85
Figura 27 Pregunta 11 ..... 85
Figura 28 Pregunta 1 encuesta final ..... 88
Figura 29 Pregunta 2 Encuesta Final ..... 89
Figura 30 Pregunta 3 Encuesta Final ..... 90
Figura 31 Pregunta 4 Encuesta Final ..... 90
Figura 32 Pregunta 5 Encuesta Final ..... 91
Figura 33 Pregunta 6 Encuesta Final ..... 92
Figura 34 Pregunta 7 Encuesta Final ..... 92
Figura 35 Pregunta 8 Encuesta Final ..... 93
Figura 36 Pregunta 9 Encuesta Final ..... 94
Figura 37 Pregunta 10 Encuesta Final ..... 94
Figura 38 Pregunta 11 Encuesta Final ..... 95
Figura 39 Pregunta 12 Encuesta Final ..... 96
Figura 40 Pregunta 13 Encuesta Final ..... 96

# Capítulo I

# Introducción

## 1.1. Planteamiento del Problema

En deportes que presentan contacto de alto impacto, como el fútbol, basquetbol, artes marciales y boxeo presenta un elevado efecto sobre los traumatismos orales. Estos pueden provocar fracturas orales sobre todo daños en los tejidos blandos e incluso daños en la articulación temporomandibular, comprometiendo la salud bucodental del deportista, ya que la exposición constante a golpes durante la práctica deportiva convierte a los atletas en una población vulnerable a este tipo de lesiones (Clínica Ferrus Bratos, 2023).

Cuando hablamos de deportistas que se encuentran bajo tratamiento un de ortodoncia, la situación se vuelve más compleja. La presencia de Brackets u otros dispositivos fijos pueden incrementar el riesgo a laceraciones en labios y mejillas durante el impacto porque actúan como elementos rígidos dentro de la boca (AlignerCo, 2022). Además de que se puede alterar el progreso y el avance del tratamiento ortodóntico provocando un desprendimiento de los dispositivos provocando costos adicionales a su colocación.

En el mercado ecuatoriano existen diversos tipos de protectores bucales que son de tipo comercial y sobre todo son genéricos; generalmente estos dispositivos son estandarizados y no están diseñados personalmente para adaptarse a personas con tratamientos de ortodoncia con una diferente anatomía bucal, la falta de esta personalización adaptada a la anatomía bucal del paciente limita y corta el ajuste, adaptación, su estabilidad y la efectividad durante la actividad deportiva así reduciendo su protección.

Como consecuencia, esto puede generar incomodidad y reducir la capacidad de absorción del impacto o golpe, disminuyendo la función protectora (SportBuc, 2021).

En la ciudad de Quito, donde la práctica deportiva forma parte del desarrollo educativo y social, esta problemática adquiere mayor importancia ya que a pesar de la necesidad de protección especializada para paciente con tratamientos de ortodoncia, en el laboratorio de TESA no se cuenta actualmente con un protocolo técnico eficaz que estandarice los procesos para la fabricación de protectores bucales adaptados para estas condiciones. La ausencia de lineamientos técnicos dificulta la elaboración de estos protectores de forma controlada y sistémica, por ello la necesidad de desarrollar un protocolo de fabricación que garantice parámetros de diseño, adaptación y funcionalidad.

## 1.2. Justificación

El desarrollo del protocolo para la fabricación de protectores bucales personalizados en deportistas con tratamientos de ortodoncia es relevante porque responde a una necesidad especifica que ha sido poco atendida en el ámbito odontológico y deportivo. Los deportistas que usan Brackets enfrentan riesgos de lesiones y traumas durante las actividades de prácticas deportistas extremas. Sin embargo, la mayoría de los protectores bucales están disponibles comercialmente y no están diseñados para adaptarse a estas condiciones, por lo que resulta necesario implementar una propuesta técnica que sobre todo combine protección, adaptación y funcionalidad, fortaleciendo la prevención de traumatismos orales dentro del laboratorio TESA en Quito. Este proyecto es de suma importancia porque aporta a la prevención de lesiones y traumas orales en un grupo que probablemente no sea de demanda a nivel nacional pero que existe, ya que la mayoría de los protectores comerciales están diseñados y comercializados para personas que no tienen ortodoncia, lo que limita su función para pacientes con Brackets. De manera que elaborar protectores personalizados, no solo va a permitir una mejor protección de dientes y encías, sino que también garantiza una continuidad exitosa del tratamiento ortodóntico, evitando retrasos, y sobre todo permitiendo a la persona efectuar sus actividades con normalidad (AlignerCo, 2022).

Desde el ámbito social y económico, el proyecto beneficia directamente a los deportistas que tienen tratamientos de ortodoncia, al ofrecerles dispositivos que mejoren la, comodidad y eficacia durante la práctica deportiva, también reduciendo el riesgo de desprendimiento de Brackets y lesiones, lo que representa un ahorro económico para ellos, asimismo les brinda seguridad, favoreciendo al rendimiento deportivo y a la continuidad de su tratamiento sin interrupciones.

En un ámbito académico, el proyecto fortalece las competencias técnicas a los estudiantes de aparatología dental al estandarizar procesos como la toma de impresiones, diseño y fabricación de dispositivos funcionales. El desarrollo del proyecto porta organización y sistematización al laboratorio TESA, promoviendo innovación y mejora continua, Además constituye un precedente para futuras investigaciones y proyectos relacionados con dispositivos personalizados en el área odontológica.

### 1.3. Alcance

El presente proyecto tiene como alcance el desarrollo de un protocolo técnico para la elaboración de protectores bucales dirigido a deportistas con tratamientos de ortodoncia en el Laboratorio TESA, en la ciudad de Quito, durante el año 2026.

El proyecto incluye la recopilación, organización, explicación de los fundamentos digitales y manuales, la descripción de materiales e insumos necesarios, las normas básicas de bioseguridad, los criterios básicos de calidad y el procedimiento para la fabricación de los protectores bucales personalizados.

El proyecto no incluye la evaluación clínica, seguimiento del paciente, control de tratamientos de ortodoncia ni la valoración de los resultados a largo plazo del deportista.

## 1.4 Objetivos General y Específicos

### *1.4.1 Objetivo General*

Desarrollar un protocolo de la elaboración de protectores bucales para deportistas con tratamiento de ortodoncia en el laboratorio TESA en Quito, 2026.

### *1.4.2 Objetivos Específicos*

- Explicar fundamentos teóricos y los procesos con los insumos empleados la confección de protectores bucales para deportistas que utilizan ortodoncia con el fin de construir el marco conceptual que respaldará la elaboración del manual.
- Elaborar y organizar un protocolo que transcriba detalladamente cada etapa del proceso en la fabricación de protectores bucales en el laboratorio TESA donde se incorporan normas de bioseguridad, instrumentos necesarios y criterios de calidad para un buen producto final.
- Verificar la utilidad y eficacia que tiene el protocolo mediante la producción de protectores bucales para garantizar la eficiencia del procedimiento.

# Capítulo II

## Marco Teórico

La práctica deportiva constituye una actividad fundamental para el desarrollo físico y el mantenimiento de la salud; sin embargo, determinadas disciplinas deportivas implican un riesgo considerable de sufrir traumatismos orofaciales. Las lesiones dentales y maxilofaciales representan una de las emergencias más frecuentes dentro del ámbito deportivo, especialmente en deportes de contacto, choque, velocidad o aquellos que involucran implementos de alto impacto. Entre las lesiones más comunes se encuentran las fracturas coronarias, luxaciones, avulsiones dentales, lesiones de tejidos blandos y alteraciones de la articulación temporomandibular, las cuales pueden generar consecuencias funcionales, estéticas y económicas importantes para los deportistas.

La situación adquiere mayor relevancia cuando los deportistas se encuentran bajo tratamiento ortodóntico. La presencia de brackets, bandas, tubos y arcos metálicos incrementa significativamente el riesgo de lesiones en caso de impacto, ya que estos elementos pueden actuar como superficies traumáticas capaces de producir laceraciones en labios, mejillas y lengua, además de agravar los daños dentales ocasionados por golpes directos. Diversos estudios han demostrado que los pacientes con aparatología ortodóntica presentan una mayor vulnerabilidad frente a traumatismos deportivos, pudiendo incluso comprometer el éxito del tratamiento mediante el desprendimiento de brackets, deformación de arcos o movimientos dentarios no planificados.

Ante esta problemática, los protectores bucales se han consolidado como uno de los dispositivos preventivos más importantes dentro de la odontología deportiva. Su origen se remonta a finales del siglo XIX en el boxeo profesional, donde inicialmente se empleaban materiales rígidos y poco adaptables. Con el avance de los materiales odontológicos y las técnicas de fabricación, estos dispositivos evolucionaron hacia diseños más ergonómicos

elaborados con polímeros termoplásticos capaces de absorber y distribuir las fuerzas de impacto. Actualmente, organizaciones internacionales y asociaciones odontológicas recomiendan su uso sistemático para reducir la incidencia y gravedad de los traumatismos dentales durante la práctica deportiva.

Los protectores bucales pueden clasificarse en prefabricados, termo moldeables y personalizados. Los protectores prefabricados presentan limitaciones importantes relacionadas con la adaptación anatómica, estabilidad y comodidad. Los termo moldeables ofrecen una adaptación intermedia; sin embargo, suelen perder precisión con el uso y presentan dificultades para ajustarse adecuadamente a pacientes con ortodoncia. Por otro lado, los protectores personalizados son considerados el estándar de referencia debido a que se fabrican a partir de modelos exactos de la cavidad oral del paciente, permitiendo una adaptación precisa, mejor retención, mayor comodidad y una distribución óptima de las fuerzas de impacto.

La necesidad de dispositivos personalizados se vuelve especialmente importante en pacientes que utilizan ortodoncia fija. Durante el tratamiento ortodóntico se producen cambios constantes en la posición dental, por lo que el protector debe contemplar espacios de alivio para brackets y arcos, garantizando simultáneamente protección y continuidad terapéutica. Diversas investigaciones han demostrado que los protectores personalizados disminuyen significativamente el riesgo de fracturas dentales, lesiones en tejidos blandos y daños en la articulación temporomandibular, además de favorecer el cumplimiento del tratamiento ortodóntico al proporcionar mayor comodidad durante las actividades deportivas.

Paralelamente, los avances tecnológicos han transformado los métodos de fabricación de dispositivos odontológicos. La incorporación de la odontología digital ha permitido sustituir progresivamente los procedimientos convencionales basados en impresiones físicas y modelos de yeso por flujos de trabajo digitales que integran escaneo intraoral, diseño

asistido por computadora (CAD) e impresión tridimensional. Estas tecnologías ofrecen ventajas significativas en términos de precisión, reproducibilidad, almacenamiento digital de la información y optimización de tiempos de trabajo.

En la fabricación de protectores bucales personalizados, el uso de escáneres intraorales permite obtener modelos tridimensionales de alta precisión sin las limitaciones asociadas a los materiales de impresión convencionales. Posteriormente, mediante software especializados de diseño dental, es posible realizar modificaciones específicas para pacientes con ortodoncia, incorporando alivios sobre brackets, controlando espesores y optimizando la adaptación del dispositivo. Finalmente, los modelos pueden fabricarse mediante impresión 3D y utilizarse para el termoformado de materiales como el etileno vinil acetato (EVA), considerado actualmente el material de elección por su biocompatibilidad, flexibilidad y capacidad de absorción de impactos.

A pesar de los avances existentes a nivel internacional, en Ecuador la disponibilidad de protectores bucales personalizados para deportistas con ortodoncia continúa siendo limitada. La mayoría de los dispositivos comercializados corresponden a modelos genéricos diseñados para pacientes sin aparatología ortodóntica, lo que reduce su efectividad protectora y limita su uso en esta población específica. Además, la ausencia de protocolos técnicos estandarizados dificulta la fabricación sistemática de este tipo de dispositivos dentro de los laboratorios dentales.

En este contexto, surge la necesidad de desarrollar un protocolo técnico que estandarice los procedimientos de diseño y fabricación de protectores bucales personalizados para deportistas con tratamiento de ortodoncia. El Laboratorio TESA plantea la elaboración de dicho protocolo incorporando procedimientos convencionales y digitales, normas de bioseguridad, criterios de calidad, materiales adecuados y tecnologías de diseño asistido por computadora. Esta propuesta busca contribuir a la prevención de traumatismos orofaciales,

fortalecer la aplicación de la odontología digital en la tecnología dental y generar una alternativa accesible para deportistas que requieren protección especializada durante la práctica deportiva.

## 2. 1 Marco Conceptual

### *2.1.1 ¿Qué es un Protocolo Técnico?*

En la tecnología dental los protocolos constituyen un conjunto estandarizado de reglas y procedimientos que nos guían en cada etapa del trabajo como técnicos desde el registro de impresiones hasta la entrega final del dispositivo; estos protocolos garantizan calidad, seguridad y eficacia de los dispositivos fabricados asegurando una comunicación adecuada entre el odontólogo y el laboratorio dental (Anusavice et al., 2013).

En un protocolo en la tecnología dental se define como una secuencia organizada de pasos técnicos que deben seguirse con precisión para garantizar resultados reproducibles y clínicamente aceptables esto incluye procedimientos como desinfección, manejo de materiales, tiempos de trabajo y control de temperatura, uso correcto de los equipos y control de calidad para un producto final la estandarización de sus procesos reduce el error humano y minimiza los daños tanto para el deportista como para el personal de laboratorio

Así mismo los protocolos desempeñan un papel fundamental para el control de infecciones, este manejo de impresiones y modelos provenientes de la cavidad bucal implica un alto riesgo biológico razón por la cual es muy indispensable aplicar estrictas normas de bioseguridad según la Organización mundial de la Salud (OMS, 2020), los protocolos sanitarios son esenciales para prevenir la transmisión de microorganismos en estos entornos clínicos y de laboratorio especialmente en el área de la salud bucal

Desde un punto de vista tecnológico los protocolos también se adaptan a los nuevos avances digitales como el uso de escáner intraorales software y a los sistemas de impresión

3D estas innovaciones siempre requieren procedimientos específicos para la obtención de datos el diseño y la elaboración de prótesis precisas y que sean compatibles con las exigencias (Miyazaki et al., 2019).

En este sentido el protocolo no se limita a hacer un manual técnico, también este funciona como un instrumento de actualización profesional adaptado a el avance en el desarrollo y tecnología, para el desarrollo del protocolo.

Finalmente, los protocolos promueven, seguir procedimientos establecidos garantía de que el trabajo sea transparente reproducible y confiable cumpliendo con los estándares de calidad internacional, esto fortalece el vínculo entre el laboratorio y el odontólogo y a la vez que salvaguarda la salud y el bienestar del paciente

En síntesis, el protocolo en tecnología dental constituye una de las herramientas claves para garantizar que los procesos sean organizados, seguros y muy eficaces consolidándose como una de las bases prácticas profesionales contemporáneas.

### *2.1.2 Estructura del Protocolo Técnico en Tecnología Dental*

Este diseño del protocolo para la tecnología dental establece esquemas organizados que orientan los procedimientos del laboratorio de forma muy metódica y sistemática. Su objetivo principal es la de garantizar que todas las etapas de la fabricación del protector bucal cumplan con los estándares estrictos de seguridad y precisión, lo que nos asegura resultados clínicos reproducibles y confiables (Anusavice et al., 2013).

Generalmente los protocolos se dividen en bloques esenciales el primero aborda la definición del procedimiento en estas etapas se registran los datos del paciente también el tiempo, el tipo de prótesis solicitada y las indicaciones del odontólogo este paso es fundamental para evitar malentendidos en la consulta y el laboratorio facilitando una planificación precisa. (Craig & Powers, 2012).

El segundo bloque se centra en los materiales e instrumentos necesarios detallamos los insumos requeridos como yeso las resinas protectores o tecnología CAD-CAM junto con las incrustaciones para su manejo y almacenamiento muy adecuado esta sección contribuye a estandarizar el uso de materiales y a la reducción de variabilidad en los resultados (Miyazaki et al., 2019).

A continuación, se describe paso a paso el procedimiento operativo desde los montajes del modelo hasta el pulido y el acabado de la prótesis, cada etapa incluye tiempos de trabajo de condiciones ambientales requeridas y de puntos de verificación de calidad esto facilita el seguimiento del proceso y nos permite identificar errores antes de la entrega final.

Para concluir, el protocolo incorpora normas de bioseguridad y controles finales de calidad, estos orientados a prevenir contaminaciones y verificar que el dispositivo cumpla con los requerimientos funcionales y estéticos establecidos, esta estructura clara resulta fundamental para que la tecnología dental opere con mucha eficiencia precisión y responsabilidad ética

### *2.1.3 Importancia de los Protocolos Técnicos en el Laboratorio Dental.*

La estructura de estos protocolos en tecnología dental constituye un elemento muy fundamental para la organización y estandarización de los procesos en el laboratorio. Cuando estos se aplican correctamente, cada procedimiento se ejecuta de manera ordenada, precisa y siempre basada en evidencia científica, lo que eleva directamente la calidad de las prótesis o trabajos fabricados (Anusavice et al., 2013).

## 2.2 ¿Qué son los Protectores Bucales?

Los protectores bucales son dispositivos diseñados para prevenir traumatismos en dientes, encías y estructuras óseas faciales, principalmente en las prácticas deportivas o en deportistas de elite. La principal función es absorber y distribuir las fuerzas de impacto,

reduciendo así el riesgo de fracturas dentales, problemas mandibulares y lesiones en tejidos blandos (American Dental Association [ADA], 2021).

Adicionalmente, estos contribuyen a la estabilidad de la mandíbula y a proteger la articulación temporomandibular.

En el ámbito de la tecnología dental, estos dispositivos se fabrican siguiendo protocolos estrictos que garantizan una adaptación precisa para garantizar una comodidad durante su uso y resistencia adecuada ante las fuerzas a las que serán sometidos, como se puede observar en la siguiente figura 1. (Anusavice et al., 2013).

**Figura 1**

*Protectores Bucales*




*Nota:* La imagen hace referencia a Protectores Bucales para deportistas tomado de 123 Inventatuweb. (s.f.). Protectores bucales https://files.123inventatuweb.com/acens48588/image/img-20150428-wa0000.jpg

### *2.2.1 Clasificación de los Protectores Bucales*

Los protectores se clasifican en tres categorías que son: prefabricados, termo moldeables y personalizados.

***Protectores bucales prefabricados.*** *L*os prefabricados se comercializan listos para su uso, sin posibilidad de ajuste individualizad como se observa en la siguiente figura 2 sin

embargo, presentan deficiencias en la adaptación, lo que reduce su eficacia protectora (Craig & Powers, 2012).

**Figura 2**

*Protector Prefabricado*



*Nota:* La imagen hace referencia *Protectores* prefabricados tomado de Protectores prefabricados por gonzalezycasado.com https://gonzalezycasado.com/wp-content/uploads/2023/06/PROTECTORES-BUCALES-3.jpg

***Protectores Bucales Termo moldeables:***. Los termo moldeables, conocidos también como "boil and bite", se ablandan en agua caliente para que el usuario pueda adaptarlos a su arcada mediante la mordida como se observa en la siguiente figura 3 protectores termo moldeable. Ofrecen una protección intermedia, superior a los prefabricados, aunque con el tiempo tienden a perder su forma y disminuir su efectividad (Craig & Powers, 2012).

**Figura 3**

*Protector Termo moldeable*



*Nota:* La imagen hace referencia a los Protectores Termo moldeable tomado de mlstatic protectores termo moldeables https://http2.mlstatic.com/D_NQ_NP_871623-MLA91198216150_092025-O.webp

***Protectores Bucales Personalizados.*** Los protectores personalizados representan la opción de mayor calidad clínica: se elaboran en el laboratorio dental a partir de modelos exactos de la boca del paciente. Su ajuste es preciso, no interfieren con la respiración ni el habla, y distribuyen las fuerzas de impacto de manera óptima como se observa en la figura 4. Pueden adaptarse según el deporte practicado o el cuadro clínico del paciente, como el bruxismo severo (Miyazaki et al., 2019).

Conocer esta clasificación y características de estos protectores como se observa en la tabla 1 permite seleccionar el dispositivo más adecuado según las necesidades individuales de cada paciente, siempre con el objetivo de prevenir traumatismos orofaciales de manera efectiva.

**Figura 4**

*Protectores Bucales Personalizados*



*Nota*: La imagen hace referencia a los Protectores Personalizados tomado de ordanolaboratoriodental.comhttps://th.bing.com/th/id/R.1886c9c08147ca4ee4658ef177fbe19b?rik=LpWqOUX8Y31HgA&riu=http%3a%2f%2fjordanolaboratoriodental.com%2fwp-

content%2fuploads%2f2019%2f02%2fprotector_deportivo5.jpg&ehk=ToHFJhH%2bWstJb WULLp%2bCvM%2blJjkRO%2ftpPUR7QFIl0Ew%3d&risl=&pid=ImgRaw&r=0

**Tabla 1**

*Características de Protectores*

| Característica | Personalizado | Termo formable | Genérico |
|---|---|---|---|
| Ajuste | Excelente | Medio | Bajo |
| Protección | Alta | Media | Baja |
| Comodidad | Alta | Media | Baja |
| Respiración y Habla | Buena | Regular | Mala |
| Durabilidad | Alta | Media | Baja |

### *2.2.3 Tipos de Materiales de Fabricación en Protectores Bucales*

Los materiales empleados en la fabricación de protectores bucales deben combinar resistencia, flexibilidad y biocompatibilidad. El etileno-vinil-acetato (EVA) es el material más utilizado, ya que es un termoplástico con alta capacidad de absorción de impactos y adecuada adaptabilidad a las estructuras dentales. Ofrece el equilibrio necesario entre suavidad para garantizar la comodidad y resistencia para soportar las fuerzas de impacto como se observa en la figura 5 (Anusavice et al., 2013).

Por estas características, se ha consolidado como el estándar en la fabricación de protectores personalizados.

**Figura 5**

*Acetatos Eva*



*Nota:  La figura hace referencia a* Acetatos usados para fabricar el Protector personalizado tomado de plus.odontologybg.com Acetatos eva https://plus.odontologybg.com/wp-content/uploads/2020/11/VAMAC150-ACETATO-COLORES-1.png

Entre los materiales alternativos se encuentran las siliconas médicas y las resinas acrílicas blandas, reservadas para casos específicos como el bruxismo severo o las disfunciones de la articulación temporomandibular.

La selección del material depende del deporte practicado y de la protección requerida. Los avances tecnológicos han introducido materiales multicapa que mejoran la absorción de impactos y aumentan la estabilidad del dispositivo en boca (Craig & Powers, 2012).

### *2.2.4 Requisitos clínicos y funcionales de un Protector Bucal*

El protector bucal debe satisfacer criterios de adaptación, retención y comodidad. debe ajustarse con precisión a la anatomía oclusal del deportista sin generar molestias durante la respiración, el habla ni la higiene oral. Asimismo, debe resistir el desgaste, las variaciones de temperatura y la humedad bucal sin deformarse (American Dental Association [ADA], 2021). Estos criterios y características determinan la diferencia entre un dispositivo clínicamente útil y uno que el paciente terminará por abandonar.

Desde el punto de vista clínico, el protector debe distribuir las fuerzas de manera uniforme y equilibrada, así evitamos puntos de presión que puedan lesionar dientes o tejidos musculares. debe fabricarse con materiales no tóxicos y de fácil limpieza, para eliminar el riesgo de infecciones generadas. Cumplir con estos estándares garantiza que él dispositivo no solo prevenga traumatismos o lesiones, sino que éste contribuya de forma real a la salud y seguridad del deportista a largo de la actividad física.

La correcta selección de estos materiales, la aplicación de técnicas precisas y así la verificación de los requisitos técnicos convierten al protector bucal en el elemento fundamental de la odontología preventiva.

## 2.3 Necesidad Clínica de protectores bucales personalizados

### *2.3.1 ¿Qué es la Ortodoncia?*

En la parte odontológica la ortodoncia es una especialidad odontológica dedicada al tratamiento de la maloclusión dental y las desalineaciones maxilares de los pacientes. El objetivo principal de la ortodoncia es alinear correctamente los dientes, mejorar la función masticatoria y así lograr armonía en las estructuras faciales y las ubicaciones dentarias, con impacto directo en la salud bucal integral del paciente (Proffit, Fields & Larson, 2019).

En pacientes con malposiciones dentales no solo afectan la estética de la sonrisa, sino que esta genera consecuencias fundamentales concretas como la autoestima de la persona: dificultades en la masticación, alteraciones, mayor predisposición para caries y el riesgo periodontal elevados.

En pacientes con bajo tratamiento ortodóntico se aplican fuerzas biomecánicas controladas sobre los dientes y los maxilares, orientando así movimientos progresivos y seguros. Esta planificación requiere considerar la edad del paciente también el tipo de maloclusión, el estado periodontal y las condiciones generales de salud (Graber, et al.,2017) El éxito del tratamiento en gran medida depende de la adherencia del paciente: el uso correcto de aparatos el mantenimiento de una buena higiene oral adecuada y la asistencia puntual a los controles clínicos con factores determinantes para alcanzar los resultados esperados.

Desde el enfoque preventivo la ortodoncia no se limita solamente a corregir alteraciones ya establecidas; también interviene de forma temprana durante las etapas de crecimiento. En niños y adolescentes los tratamientos de ortodoncia guían el desarrollo óseo y previenen complicaciones de mayor complejidad en etapas posteriores. Por esta razón, la ortodoncia se ha consolidado como la rama esencial en la odontología actual, orientada no solo hacia la función y la estética, si no hacia la calidad de vida del paciente.

### *2.3.2 Tipos de Ortodoncia*

Los tipos de ortodoncia se clasifica según las técnicas y los aparatos utilizados. La ortodoncia fija es una de las modalidades más utilizada actualmente como se observa en la imagen 6 emplea Brackets adheridos a los dientes, conectados por arcos metálicos que ejercen fuerzas constantes para producir el movimiento dental. Estos Brackets pueden ser de metal, cerámica o zafiro, diferenciándose principalmente en sus características estéticas, siendo las opciones cerámicas más discretas para pacientes adultos (Proffit et al., 2019). Esta modalidad permite un control preciso sobre movimientos dentales complejos, siendo la indicada para el tratamiento de maloclusiones severas.

**Figura 6**.

*Ortodoncia Fija*



*Nota*: La figura hace referencia a la ortodoncia fija tomada de Torresclinicadental.com Tratamientos de ortodoncia https://torresclinicadental.com/ortodoncia-fija-zaragoza/

La ortodoncia removible permite al paciente retirar el aparato para así comer o realizar la higiene oral, como se observa en la figura 7. Es apropiada para casos leves o de tipo interoceptivo, especialmente en pacientes que ya pasaron por la ortodoncia fija. Su principal ventaja es facilitar el mantenimiento de la higiene bucal; pero su eficacia depende directamente de la disciplina del paciente para así cumplir con las horas de uso diario indicadas por el especialista (Graber et al., 2017).

**Figura 7**

*Ortodoncia Removible*



*Nota:* La figura corresponde a la Ortodoncia removible tomado de glidewelldental.com ortodoncia removible https://fbi.cults3d.com/uploaders/34729679/illustration-file/d1797281-0ea3-4740-9fea-962310b9a4c1/oclumodel-gratis-1.jpg

En estos últimos años, la ortodoncia con alineadores transparentes ha ganado una adopción significativa. Este sistema mueve los dientes de forma gradual sin el uso de brackets visibles, siendo la opción preferida por pacientes adultos que valoran la estética y la comodidad. Los alineadores se diseñan mediante software especializado y se reemplazan periódicamente para así avanzar en el plan de movilidad dental (Rossini et al., 2015).

### *2.3.3 Riesgo de Lesiones en Pacientes con Ortodoncia*

Los pacientes con tratamiento ortodóntico son los que presentan mayor vulnerabilidad frente a los traumatismos o lesiones bucales, especialmente en la práctica deportiva. Los Brackets, los arcos y los accesorios fijos pueden lacerar labios, carrillos y mucosa lingual ante cualquier impacto generado, además de provocar fracturas dentales o el desplazamiento de los aparatos (Proffit, Fields & Larson, 2019). Al estar adherido directamente a los dientes, actúa como elemento rígido que incrementa la magnitud de lesiones en caso de un golpe directo.

Algo fundamental es que los tejidos de soporte dental se encuentran sometidos a una remodelación o presión continua durante el tratamiento, lo que genera cierto grado de

sensibilidad e inflamación controlada. Un traumatismo en la persona durante esta etapa puede derivar en luxaciones, fisuras radiculares o alteraciones en la articulación temporomandibular (Graber, Vanarsdall & Vig, 2017). Por esta razón, estos pacientes requieren un enfoque preventivo ante actividades físicas específicas.

La ausencia de estos dispositivos durante la práctica deportiva como el protector bucal puede implicar en la necesidad de citas adicionales que no están planificadas, reparación o reposición de aparatos, incrementos de más costos para el paciente y prolongación del tiempo para el tratamiento. Estos riegos fundamentan la inclusión de medidas preventivas personalizadas para deportistas con actividades físicas en el protocolo bucal.

### *2.3.4 Deportes Con Mayor Riesgo de Traumatismo Dental*

Dentro de los deportes de riesgo comprenden aquellas actividades físicas que implican una alta probabilidad de lesiones orales en los deportistas, puede ser por contacto físico entre jugadores, velocidad, caídas, impactos con grandes objetos o el uso de implementos potencialmente peligrosos. En el ámbito odontológico, estos deportes representan una fuente frecuente de muchos traumatismos dentó faciales como: fracturas coronales, luxaciones, avulsiones y laceraciones en las encías o labios o perdida dentaria (Andreasen, eat el .2018).

En estos traumatismos dentales una de las urgencias más frecuentes en la práctica deportiva, con mayor prevalencia en niños, jóvenes y adultos activos son los impactos directos que afectan principalmente a los incisivos superiores, debido a su posición anatómica y su mayor exposición (Proffit, et al, 2019). En pacientes con ortodoncia, el riesgo se incrementa, ya que los Brackets y arcos pueden agravar las lesiones en tejidos blandos ante cualquier impacto ocasionado.

Desde una perspectiva preventiva esta práctica de los deportes extremos exige medidas de protección específica, siendo los protectores bucales el elemento de mayor

relevancia. La American Dental Association (ADA, 2021) ha demostrado que su uso reduce significativamente la gravedad de los traumatismos dentales y contribuye a la preservación de la salud bucal a largo plazo. Sin embargo, muchos deportistas subestiman estos riesgos o desconocen la importancia de la protección oral, lo que incrementa la incidencia de lesiones que se pueden prevenir.

La evidencia clínica está disponible y confirma que un protector bucal correctamente fabricado y adaptado a la anatomía bucal del deportista puede evitar muchas lesiones de alta complejidad, reduciendo los costos económicos en los deportistas.

### *2.3.5 Clasificación de Deportes Según el Nivel de Riesgo Dental*

El análisis de los traumatismos dentales en deportes extremos requiere considerar factores importantes como la frecuencia del contacto físico, la velocidad de desplazamiento y también el uso de implementos rígidos, a partir de estos criterios, la literatura es más especializada al clasificar los deportes en distintos niveles de riesgos para la salud oral (Andreasen et al., 2018).

El primer grupo corresponde a los deportes de choque directo, como el boxeo, las artes marciales, el rugby y el hockey. En estas disciplinas, los impactos directos forman parte inherente del juego, lo que eleva considerablemente la probabilidad de fracturas dentales y lesiones faciales. Los estudios disponibles indican que, en ausencia de protección bucal, la incidencia de avulsiones y fracturas coronales aumenta de manera significativa en esta categoría (Andreasen et al., 2018).

El segundo grupo incluye deportes de contacto, como son el fútbol el baloncesto y el balonmano. Aunque no promueven el contacto directo de forma reglamentaria los codazos, choques entre jugadores y caídas frecuentes durante la competencia generan traumatismos orales con una incidencia relevante, especialmente en población adolescente (Proffit et al., 2019).

Al tercer grupo se agrupa deportes con implementos como el béisbol, el tenis, el golf y el hockey sobre hielo. En estas disciplinas tanto como pelotas discos o bastones que se desplazan a alta velocidad representan un riesgo significativo para los dientes y las estructuras óseas faciales en caso de no contar con protección adecuada (Craig & Powers, 2012).

Finalmente, los deportes extremos y recreativos como el ciclismo el skateboarding y el motocross también representan un perfil de riesgo elevado debido a las caídas desde alturas y las velocidades. Esta clasificación permite orientar las prescripciones de protectores bucales de forma diferenciada, priorizando los dispositivos personalizados en las categorías de mayor exposición al Impacto.

### *2.3.6 Importancia del uso de Protectores Bucales en Deportes de Riesgo*

El uso de protectores bucales para deportes de alto riesgo dental constituye una medida preventiva de calidad para preservar la integridad del cuidado bucal y del tratamiento de ortodoncia. Las actividades físicas de contacto, velocidad o impacto generan fuerzas que pueden producir fracturas dentales o perdidas dentarias, lesiones en los maxilares y daños en tejidos blandos. La implementación sistemática de protectores bucales ha demostrado reducir de forma significativa la incidencia y la gravedad de estas lesiones (Andreasen, et al.,2018).

La evidencia científica acumulada indica que estos traumatismos dentales representan una de las urgencias odontológicas con más frecuencia en el contexto deportivo, con mayor prevalencia en niños adolescentes y adultos jóvenes mayormente causados por siniestros o accidentes. En ausencia de protección adecuada, las fracturas coronales, luxaciones y avulsiones requieren tratamientos prolongados, costosos y de alta complejidad (Proffit, eat el., 2019). El protector bucal actúa como una barrera física que absorbe y redistribuye las fuerzas de los impactos impidiendo su transmisión directa a los dientes y tejidos de soporte.

La American dental Association (2021) estima que un uso correcto de protectores bucales adaptados correctamente a la anatomía del paciente reduce hasta en un 60% el riesgo de traumas dentales en deportes de contacto o golpes que tienen gran riesgo de accidente. Su beneficio no solamente se limita a la protección dental: también previene laceraciones en labios lengua y la mucosa, además de contribuir y mejorar a la estabilización mandibular y protección del maxilar y la mandíbula evitando daños de riesgo de lesiones en la articulación temporomandibular.

Más allá del impacto físico, el traumatismo o daño bucal dental generado durante la práctica extrema de un deporte puede afectar mucho el rendimiento del atleta, generar ausencias competitivas y repercutir negativamente en su autoestima y bienestar general. La prevención mediante los protectores bucales permite mantener la continuidad en el deporte y evita intervenciones de urgencias que interrumpen la rutina del entrenamiento incluso por meses de acuerdo con el diagnóstico (Craig & Powers, 2012).

Como conclusión, un uso sistemático de protectores bucales en los deportes de riesgo representa una intervención preventiva esencial: reduce el incidente de traumatismos dentales, y protege la integridad del sistema oral y contribuye al desempeño seguro del deportista promoviendo una cultura de prevención en salud bucal sobre todo en deportistas.

### *2.3.7 Importancia de Protectores Bucales Personalizados en Ortodoncia*

Los protectores bucales personalizados para los pacientes con ortodoncia responden a la gran necesidad de ofrecer una protección efectiva a impactos externos. A diferencia de los prefabricados o termo moldeables, que presentan difícilmente en la adaptación y ajuste, estos protectores personalizados se fabrican en laboratorio a partir de modelos exactos del paciente, lo que garantiza una cobertura precisa sobre los dientes y los Brackets (Anusavice, eat.,el 2013).

Su diseño distribuye los impactos de manera uniforme, reduciendo así la incidencia de fracturas dentales y laceraciones en tejidos blandos. Además, se considera el volumen adicional de los aparatos fijos, evitando zonas de presión excesiva que pueda interferir con los movimientos planificados en el tratamiento (Craig & Powers, 2012). De este modo, el dispositivo no solo cumplirá la función protectora, sino que será compatible con el proceso ortodóntico en curso.

Desde el punto de vista clínico, los protectores personalizados favorecen la adherencia al tratamiento porque son cómodos y seguros, a diferencia de los dispositivos genéricos que generan molestias. Este aspecto cobra especial relevancia en niños y adolescentes, quienes representan la mayoría de los pacientes ortodónticos y suelen realizar actividades deportivas de manera regular. Adicionalmente, los protectores pueden ajustarse a medida que avanza el tratamiento, manteniendo su efectividad a lo largo del tiempo (Miyazaki et al., 2019).

Como resumen, los pacientes con ortodoncia enfrentan el riesgo elevado de lesiones derivado de la presencia de aparatos fijos y de su estado de sensibilidad de los tejidos durante su tratamiento. Los protectores bucales personalizados constituyen una medida preventiva indispensable: ofrecen protección efectiva, comodidad real y compatibilidad con los tratamientos ortodónticos, asegurando su continuidad sin interrupciones.

## 2.4 Métodos de Fabricación de Protectores Bucales

Las técnicas de fabricación varían según el tipo de protector. Los prefabricados se producen mediante procesos industriales en serie, mientras que los termo moldeables requieren únicamente el calentamiento del material para un ajuste básico. La técnica que ofrece mayores ventajas clínicas es la de los protectores personalizados, elaborados en laboratorio dental con los procedimientos propios de la disciplina (Miyazaki et al., 2019).

### *2.4.1 Método Convencional*

El método convencional de fabricación de protectores bucales se fundamenta en la toma de impresiones físicas de la arcada del paciente con materiales como el alginato o silicona, seguida del vaciado en yeso para obtener un modelo de trabajo. Sobre este modelo se realiza el termoformado del material termoplástico, generalmente EVA, mediante calor y presión o vacío, adaptando la lámina a la morfología de la arcada. El proceso concluye con el recorte, el pulido y el ajuste manual del dispositivo (Craig & Powers, 2012).

Este método ha sido el estándar en los laboratorios dentales durante décadas y continúa siendo utilizado por su accesibilidad económica y la simplicidad de los equipos requeridos. Sin embargo, presenta limitaciones inherentes relacionadas con las distorsiones propias de los materiales de impresión, la variabilidad en la calidad de los modelos de yeso y la dependencia de la habilidad manual del operador, factores que pueden afectar la precisión del ajuste final del dispositivo, especialmente en pacientes con aparatología ortodóntica fija (Miyazaki et al., 2019).

### *2.4.2 Método Digital*

El método digital de fabricación de protectores bucales integra el escaneo intraoral para la captura tridimensional de la arcada, el diseño integrado por computadora (CAD) para la planificación del dispositivo y la fabricación mediante impresión 3D o termoformado sobre modelos impresos digitalmente. Este flujo de trabajo elimina las distorsiones asociadas a los materiales de impresión convencionales y permite diseñar el protector con parámetros precisos de espesor, contorno y zonas de alivio, especialmente relevantes en pacientes con brackets y arcos ortodónticos (Miyazaki et al., 2019).

La digitalización del proceso permite además almacenar los archivos del caso y reproducir el modelo en cualquier momento sin necesidad de tomar nuevas impresiones, lo que representa una ventaja significativa durante tratamientos de larga duración como la ortodoncia.

El método digital ha demostrado reducir los tiempos de producción, disminuir la tasa de ajustes post fabricación y mejorar la experiencia del paciente al eliminar la incomodidad de las impresiones convencionales (Anusavice, Shen & Rawls, 2013).

### *2.4.3 Comparación entre flujo convencional y digital*

La comparación entre el flujo convencional y el flujo digital en la fabricación de protectores bucales permite identificar diferencias clave en términos de procesos, precisión y eficiencia operativa como se observa en la tabla 2. Mientras el método convencional se basa en impresiones físicas, vaciado en yeso y técnicas manuales de laboratorio, el flujo digital integra tecnologías de escaneo intraoral o de modelos, diseño asistido por computadora (CAD) y fabricación mediante sistemas automatizados.

**Tabla 2**

*Cuadro de Métodos de Fabricación*

| Etapa del proceso | Método convencional | Método digital |
|---|---|---|
| **Registro inicial** | Toma de impresión con alginato o silicona de ambas arcadas. | Escaneo intraoral directo del paciente o escaneo del modelo físico. |
| **Obtención del modelo** | Vaciado en yeso tipo III para obtener el modelo maestro. | Impresión 3D en resina |
| **Diseño del protector** | Diseño manual sobre el modelo de yeso considerando extensión, grosor y zonas de alivio para Brackets | Diseño digital en software como Exocad, controlando espesor, retención y alivios para ortodoncia. |
| **Fabricación** | Termoformado al vacío o presión con lámina EVA sobre el modelo físico. | termoformado sobre modelo impreso 3D. |
| **Recorte y acabado** | Recorte manual con fresas, tijeras y pulido mecánico. | Ajuste digital previo más acabado final mínimo y pulido clínico. |

## 2.5 Escaneo Intraoral en la Fabricación de Protectores Bucales Personalizados

### *2.5.1 Definición de odontología digital*

La odontología digital se define como una integración y adaptación de tecnologías computacionales y sistemas de información en procesos de diagnóstico, Tratamiento, planificación clínica y fabricación en dispositivos y aparatos dentales. Comprende el uso de

escáneres intraorales y de laboratorio también conocidos como escáneres de mesa, software de diseño, sistemas de manufactura asistida por computadora (CAM), impresión tridimensional y plataformas de comunicación digital entre la clínica y el laboratorio para un mejor resultado en los procesos (Anusavice, et al., 2013).

A diferencia de los flujos de trabajo convencionales, que dependen de materiales de impresión físicos, modelos de yeso y procedimientos manuales que sobre todo toman tiempo, la odontología digital traslada los procesos e información al entorno virtual, donde pueden ser revisados, corregidos y optimizados antes de proceder a la fabricación. Ayudando a reducir significativamente la probabilidad de errores técnicos, disminuye tiempos de fabricación y mejora la calidad del resultado final (Craig & Powers, 2012).

### *2.5.2 Odontología digital y su evolución*

En la odontología digital tuvo sus primeras aplicaciones prácticas en la década de 1980, cuando el sistema Cerec, desarrollado por Werner Mörmann y Marco Brandestini, permitió por primera vez diseñar y fresar restauraciones cerámicas en una sola cita clínica. Este hito marcó el inicio de una transformación progresiva y revolucionaria en la historia de los flujos de trabajo odontológicos, que se fue intensificando con la aparición de los primeros escáneres de laboratorio a finales de los años noventa y los primeros escáneres intraorales comercialmente viables a inicios de la década de 2000 usados especialmente para odontólogos (Miyazaki et al., 2019).

En la década de 2010, la reducción de los costos de hardware, el perfeccionamiento de los algoritmos de captura tridimensional y la consolidación de plataformas de software CAD fueron accesibles para laboratorios de distintos tamaños que permitieron y aceleraron la adopción masiva de la tecnología digital en odontología. La impresión 3D odontológica se consolidó en este período como una alternativa viable al fresado para determinadas

aplicaciones, ampliando el abanico de posibilidades del laboratorio digital (Anusavice, et al., 2013).

En la actualidad, los flujos de trabajo completamente digitales, que abarcan desde el escaneo intraoral hasta la entrega del dispositivo terminado sin intervención de modelos físicos ni impresiones convencionales, representan el estándar de referencia en laboratorios de alta tecnología. La inteligencia artificial ha comenzado a integrarse en los softwares CAD para automatizar tareas de diseño repetitivas y mejorar la predictibilidad de los resultados clínicos (Craig & Powers, 2012).

### *2.5.3 Transición de Impresiones Convencionales a Digitales*

El escaneo intraoral se ha consolidado como un método de impresión digital clave en la odontología moderna, al permitir la captura directa y en tiempo real de la geometría de la arcada dental mediante dispositivos ópticos de alta precisión. A diferencia de las técnicas convencionales, este procedimiento elimina etapas intermedias como el vaciado en yeso y reduce el riesgo de distorsiones asociadas al fraguado de materiales como el alginato o la silicona de adición. La información obtenida es procesada de manera inmediata, generando archivos digitales en formatos como STL u OBJ, los cuales pueden ser integrados en software CAD/CAM para el diseño, análisis y creación de restauraciones dentales.

Este enfoque optimiza los tiempos clínicos y de laboratorio y mejora la precisión de reproducibilidad de los resultados, consolidando al escaneo intraoral como una alternativa más eficiente frente a los métodos tradicionales (Craig & Powers, 2012).

## 2.6 Escaneo Intraoral como Método de Impresión Digital

El escaneo intraoral se define como un método de impresión digital que se realiza directamente en la cavidad bucal del paciente, mediante dispositivos ópticos compactos manejados por el odontólogo. A diferencia del escáner de mesa, que requiere una impresión

física previa o un modelo en yeso, el escáner intraoral captura de forma directa la geometría dental en tiempo real, eliminando etapas intermedias y reduciendo posibles distorsiones. La información obtenida se transforma inmediatamente en archivos digitales, como STL u OBJ, que pueden ser utilizados en sistemas CAD/CAM para el diseño y creación de restauraciones dentales con mayor precisión y eficiencia (Craig & Powers, 2012).

### *2.6.1 Qué es un Escáner Intraoral?*

Un escáner intraoral es un dispositivo de mano que el odontólogo introduce directamente en la cavidad bucal del paciente para capturar, mediante tecnología de luz estructurada, fotogrametría o interferometría óptica de coherencia, un modelo tridimensional de los dientes y tejidos blandos adyacentes como se observa en la figura 8. La captura se realiza en tiempo real y sin necesidad de materiales de impresión físicos, generando un archivo digital que puede transmitirse de forma inmediata al laboratorio dental para su procesamiento en software CAD (Craig & Powers, 2012).

**Figura 8**

*Escáner Intraoral*



*Nota*: La figura hace referencia a Escáner intraoral usado mayormente por odontólogo tomado de th.bing.com escáner intraoral https://th.bing.com/th/id/R.00a02675118e3f14a47c36fd114a9b64?rik=89vz2%2f3zlzYGfg&riu=http%3a%2f%2fwww.dentalnews.or.kr%2fdata%2fphotos%2f20220833%2fart_1660784

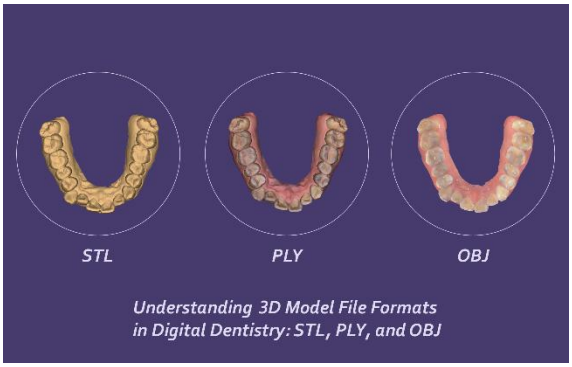
2995894_e07667.png&ehk=xE3n%2fg1Mtg76JjGG9I2GWaueLCEbI4c7JYYpoirGZ7c%3d&risl=&pid=ImgRaw&r=0

### *2.6.2 Qué son Archivos Digitales?*

Los archivos digitales en odontología son representaciones computacionales tridimensionales de las estructuras orales del paciente, obtenidas a partir del escaneo intraoral o del escáner de laboratorio como se observa en la figura 9. Estos archivos codifican la geometría de la superficie dental mediante mallas de puntos y triángulos, y se almacenan en formatos estandarizados que permiten su procesamiento en software de diseño CAD y su envío a sistemas de fabricación CAM o impresoras 3D. El formato más utilizado en odontología digital es el STL (Standard Tessellation Language), aunque también se emplean los formatos PLY y OBJ según los requerimientos del flujo de trabajo (Miyazaki et al., 2019).

***Figura 9***

*Formatos archivos digitales*




*Nota*: La figura hace referencia a Formatos usados en la odontología digital tomado de www.launcadental.com formatos de archivos digitales https://www.launcadental.com/blog/understanding-3d-model-file-formats-in-digital-dentistry-stl-vs-ply-vs-obj/

### *2.6.3 Ventajas Frente a Impresiones Dentales Tradicionales*

El escaneo intraoral presenta ventajas concretas y documentadas frente a las impresiones dentales convencionales en múltiples dimensiones. Los estudios comparativos disponibles muestran que los escáneres intraorales modernos alcanzan precisiones de captura inferiores a 50 micrones, eliminando las distorsiones por contracción o expansión propias de los materiales de impresión convencionales como el alginato. Adicionalmente, el escaneo elimina los errores asociados al vaciado en yeso y al transporte físico de las impresiones, que representan fuentes frecuentes de imprecisión en el flujo convencional (Anusavice, Shen & Rawls, 2013).

Desde la perspectiva del paciente, el escaneo intraoral elimina la incomodidad asociada a las impresiones convencionales, que con frecuencia generan náuseas, ansiedad y sensación de asfixia, especialmente en pacientes con reflejos de arcada pronunciados o en niños. Desde el punto de vista operativo, el escaneo es considerablemente más rápido como se observa en la tabla 3 de comparaciones de impresiones que el proceso convencional de toma de impresión, vaciado y fraguado del yeso, y el archivo digital generado queda disponible de forma inmediata para su uso en el laboratorio sin tiempos de espera adicionales (Miyazaki et al., 2019).

**Tabla 3**

*Tabla de comparación de impresiones*

| Criterio | Escaneo Intraoral | Impresiones Tradicionales |
|---|---|---|
| **Precisión** | < 50 micrones; alta exactitud digital sin deformaciones | Susceptible a distorsiones por contracción/expansión de materiales |
| **Materiales** | No requiere materiales físicos de impresión | Uso de alginato, siliconas u otros materiales deformables |
| **Errores técnicos** | Reduce errores humanos en toma y manipulación | Alto riesgo de errores en toma, manipulación y vaciado |
| **Proceso de vaciado** | No requiere vaciado en yeso | Necesario vaciado en yeso, generando posibles errores adicionales |
| **Transporte** | Envío digital inmediato | Transporte físico que puede alterar la impresión |
| **Tiempo** | Más rápido y eficiente | Proceso más lento (toma, fraguado, vaciado) |
| **Repetibilidad** | Escaneo puede repetirse fácilmente sin incomodidad significativa | Repetición implica nuevo material y mayor incomodidad para el paciente |

| Criterio | Escaneo Intraoral | Impresiones Tradicionales |
|---|---|---|
| **Experiencia del paciente** | Más cómoda, sin sensación de náusea o incomodidad | Puede generar incomodidad, reflejo nauseoso |

## 2.7 Diseño Digital de Modelos Dentales para dispositivos removibles

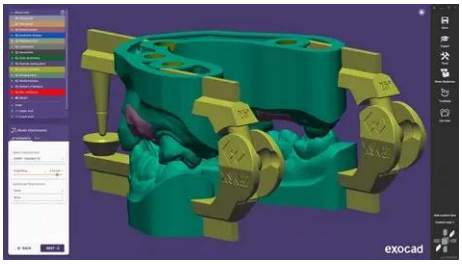
El diseño digital de modelos dentales para la fabricación de dispositivos removibles, como protectores bucales y férulas, constituye una etapa central del flujo CAD/CAM en el laboratorio dental. A partir del archivo tridimensional obtenido mediante escaneo, el técnico dental trabaja en un entorno de software especializado para diseñar el modelo de trabajo con las modificaciones necesarias para optimizar la fabricación del dispositivo, garantizando la precisión del ajuste final y la compatibilidad con los equipos de producción disponibles (Craig & Powers, 2012).

### *2.7.1 Software CAD dental*

El software CAD dental es el programa mediante el cual el técnico dental diseña el modelo y el dispositivo en el entorno digital como se observa en la figura 10,11,12 y 13. Estos programas permiten importar archivos STL del escaneo, visualizar el modelo tridimensional, aplicar modificaciones geométricas y diseñar el dispositivo con control preciso sobre sus parámetros funcionales y estéticos. Entre los más utilizados en la actualidad se encuentran Exocad, DentalCAD, 3Shape Dental System, Cerec InLab y Blender for Dental, cada uno con módulos específicos para distintas aplicaciones clínicas y de laboratorio (Miyazaki et al., 2019).

**Figura 10**

*Software Exocad*




*Nota:* La figura hace referencia a Software Exocad tomado de fity.club https://fity.club/lists/suggestions/exocad-library/

**Figura 11**

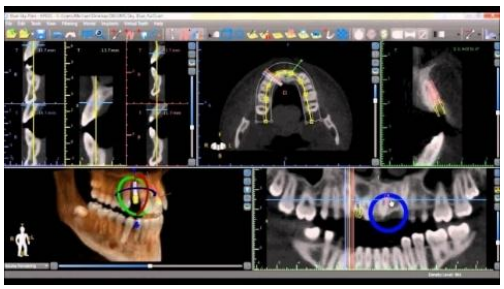
*Software Blender for Dental*




*Nota*: La figura hace referencia software blender for dental, tomado de nexac-campus software blender for dental https://nexac-campus.de/blender-for-dental/ueber-blender-for-dental/

**Figura 12**

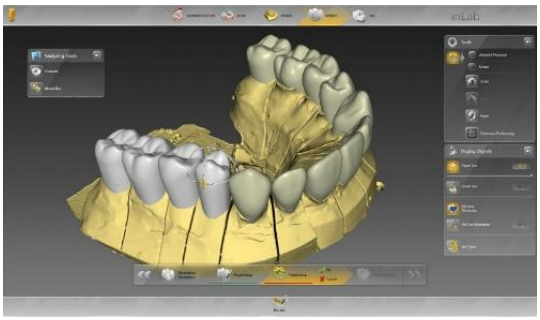
*Software bly sky bio*



*Nota*: La imagen hace referencia al software blue sky bio tomado de digitaldentistacademy.com implantes dentales Blue sky https://digitaldentistacademy.com/en/dental-implants-with-blue-sky-bio/

**Figura 13**

*Software inlab*



*Nota:* La imagen hace referencia a Software Dental In Lab tomado digitaldentistacademy.com software inlab https://www.dentsplysirona.com/es-cr/descubrir/descubrir-por-marca/inlab-cad-software.html

### *2.7.2 Modificación digital de modelos dentales*

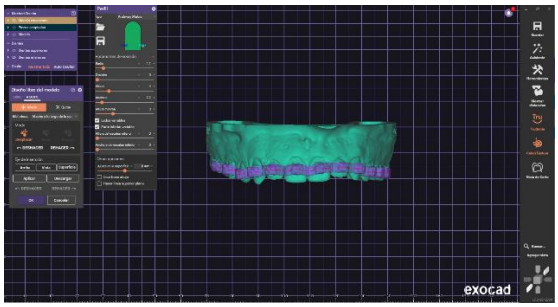
La modificación digital de modelos dentales es el proceso mediante el cual el técnico dental edita el modelo tridimensional obtenido del escaneo para adaptarlo a los requerimientos específicos de la fabricación del dispositivo como se observa en la figura 14 diseño del modelo en Exocad. En el caso de los protectores bucales para pacientes con ortodoncia, las modificaciones más frecuentes incluyen la creación de zonas de alivio sobre los brackets y arcos, el suavizado de zonas de socavado que dificulten el insertar y retirar el dispositivo, y el ajuste del contorno gingival del modelo para garantizar una cobertura óptima del protector (Craig & Powers, 2012).

Estas modificaciones se realizan de forma no destructiva en el entorno digital, lo que significa que el modelo original permanece inalterado y puede recuperarse en cualquier momento. La capacidad de modificar el modelo sin afectar la geometría original es una ventaja

exclusiva del flujo digital que no tiene equivalente en el método convencional, donde cualquier modificación del modelo de yeso es irreversible. Esto permite realizar múltiples iteraciones de diseño y comparar opciones antes de comprometerse con la fabricación final del dispositivo (Miyazaki et al., 2019).

**Figura 14**

*Imagen Diseño Exocad*




*Nota:* La figura hace referencia Diseño de alivios sobre Brackets tomado de Exocad software.

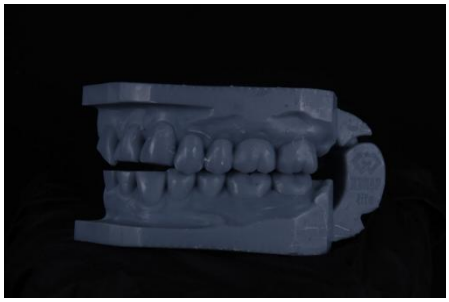
## 2.8 Modelos Dentales Obtenidos Mediante Tecnologías Digitales

### *2.8.1 Impresión 3D de Modelos*

La impresión tridimensional de modelos dentales consiste en la fabricación de una réplica física de la arcada del paciente mediante tecnologías de fabricación aditiva, principalmente DLP, MSLA o SLA, utilizando resinas fotopolimerizables de grado odontológico como se observa en la figura 15 modelo 3d. El proceso parte del archivo STL del modelo diseñado en software CAD, que es procesado por el software de laminado de la impresora para generar las instrucciones de fabricación capa por capa como se puede observar en la figura 16 impresora de resina. El resultado es un modelo con alta fidelidad dimensional respecto al diseño digital, sobre el cual se realiza el termoformado del material del protector bucal (Miyazaki et al., 2019).

**Figura 15**

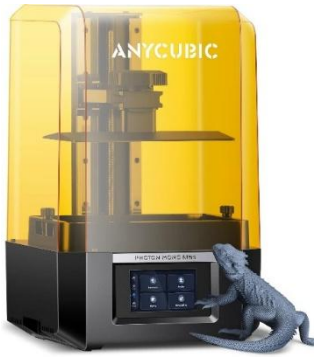
*Modelo 3D*



Nota: La figura hace referencia a Modelo 3d fabricado e impreso en resina gris tomado de fbi.cults3d.com Modelo 3d https://fbi.cults3d.com/uploaders/34729679/illustration-file/d1797281-0ea3-4740-9fea-962310b9a4c1/oclumodel-gratis-1.jpg

**Figura 16**

*Impresora Anycubic*




Nota: La figura hace referencia a Impresora 3d Anycubic tomado de www.amazon.fr/ANYCUBIC https://www.amazon.fr/ANYCUBIC-Nivellement-Intelligente-dImpression-200x218x123mm/dp/B0C5WSR2NK

### *2.8.2 Tipos de Resinas Utilizadas para Impresión 3D*

En la impresión 3D de modelos dentales, las resinas utilizadas son polímeros fotopolimerizables formulados que cumplen con los requisitos de precisión dimensional, resistencia mecánica y compatibilidad con los procesos de termoformado propios del

laboratorio dental. Para la fabricación de modelos de trabajo destinados a la confección de protectores bucales, se utilizan principalmente resinas de alta rigidez y baja contracción durante la fotopolimerización, que garantizan una reproducción fiel de la geometría de la arcada. Entre las más utilizadas se encuentran la Liqcreate Dental Model Pro, la Anycubic Dental Model Resin, la Shining 3D Model Resin y la SprintRay Model (Anusavice, Shen & Rawls, 2013).

### *2.8.3 Modelos Digitales vs Modelos de Yeso*

La comparación entre modelos digitales impresos en 3D y modelos de yeso convencionales evidencia diferencias relevantes en múltiples parámetros técnicos como se pude observar en la tabla 4 diferencias entre modelo digítales y modelos convencionales. En cuanto a la precisión dimensional, los modelos digitales presentan una reproducibilidad superior, con variaciones menores a 100 micrones en los sistemas de impresión odontológica actuales, frente a las distorsiones inherentes al proceso de vaciado y fraguado del yeso. Adicionalmente, los modelos impresos son significativamente más resistentes a la fractura durante el termoformado, lo que reduce las pérdidas de material por rotura del modelo de trabajo (Craig & Powers, 2012).

**Tabla 4**

*Tabla Modelos*

| Criterio | Modelos Digitales (Impresión 3D) | Modelos de Yeso Convencionales |
|---|---|---|
| Precisión dimensional | Variaciones < 100 micrones; alta reproducibilidad | Susceptibles a distorsión por vaciado y fraguado |
| **Reproducibilidad** | Alta; permite replicar múltiples copias idénticas | Limitada; cada modelo puede presentar variaciones |
| **Resistencia mecánica** | Alta resistencia a fractura, especialmente en termoformado | Frágiles; alta probabilidad de fractura durante manipulación |
| **Durabilidad** | Mayor vida útil; no se degrada fácilmente | Puede desgastarse, fracturarse o deteriorarse con el tiempo |
| **Almacenamiento** | Digital; sin necesidad de espacio físico | Requiere espacio físico y condiciones de almacenamiento |
| **Transporte** | Envío digital inmediato | Transporte físico con riesgo de daño |
| **Costos a largo plazo** | Inversión inicial alta, pero menor costo operativo progresivo | Costos constantes en materiales (yeso, insumos) y reposición |

| Criterio | Modelos Digitales (Impresión 3D) | Modelos de Yeso Convencionales |
|---|---|---|
| **Eficiencia operativa** | Flujo digital optimizado (CAD/CAM) | Proceso manual más lento y dependiente de técnica |
| **Pérdida de material** | Baja; menor tasa de fallos | Alta; frecuente pérdida por fractura o errores en el proceso |
| **Integración tecnológica** | Compatible con sistemas digitales (escáner, diseño, fresado/impresión) | No integrable directamente con flujos digitales |

Los modelos digitales ofrecen la ventaja de la reproducibilidad ilimitada a partir del archivo almacenado, sin necesidad de tomar nuevas impresiones al paciente como sucede en una impresión analógica, y pueden modificarse en software CAD antes de la impresión para incorporar las adaptaciones requeridas por el caso clínico en este caso un alivio en los Brackets. Los modelos de yeso, en cambio, tienen la ventaja de un costo de producción inferior y no requieren equipos especializados para su obtención, lo que los mantiene como una opción viable en laboratorios con recursos limitados o que no cuentan con estos equipos en este ámbito el flujo digital no está disponible (Anusavice, Shen & Rawls, 2013).

## 2.9 Fabricación Convencional de Dispositivos Sobre Modelos Digitales

La fabricación convencional de dispositivos sobre modelos digitales define el concepto sobre todo de un concepto de flujo de trabajo híbrido que en algunos laboratorios es más común de verse, en el cual la impresión y el diseño del caso se realizan mediante tecnología digital, pero la producción o fabricación del dispositivo se lleva a cabo mediante técnicas manuales y convencionales, como el termoformado y adaptación del protector bucal sobre el modelo físico obtenido por impresión 3D ya realizado los alivios en los brakets. Este enfoque permite a los laboratorios que no disponen de sistemas de fabricación completamente digitales beneficiarse de las ventajas de precisión del escaneo y el diseño CAD usando solamente el escáner intraoral, integrándolas con los procesos de producción manual ya establecidos conocidos por los técnicos (Miyazaki et al., 2019).

### *2.8.1 Concepto de Flujo Híbrido Digital-Convencional*

El concepto de flujo híbrido digital-convencional es un modelo de producción en el laboratorio dental que sobre todo combina las etapas iniciales del flujo digital como el escaneo intraoral y diseño CAD, con estas etapas finales del método convencional, principalmente el termoformado manual sobre un modelo físico impreso en 3D ya realizado los alivios en los brakets. Este enfoque representa una vía de transición hacia la digitalización completa del laboratorio, permitiendo así a los técnicos dentales incorporar progresivamente las tecnologías digitales sin necesidad de reemplazar de forma inmediata todos los equipos y procesos convencionales establecidos actualmente (Craig & Powers, 2012).

La viabilidad que existe del flujo híbrido descansa en la compatibilidad entre los modelos impresos digitalmente y los procesos convencionales de termoformado: el modelo impreso en resina odontológica puede ser utilizado directamente en la máquina de termoformado del mismo modo que un de yeso ya que sus componentes no afectan en nada a los materiales usados

El modelo de yeso convencional tiene la ventaja de ofrecer mayor resistencia mecánica, y menores costos para el laboratorio (Anusavice, Shen & Rawls, 2013).

### *2.8.3 Ventajas del flujo híbrido en la fabricación de protectores bucales*

En el flujo híbrido digital-convencional en la fabricación de protectores bucales integra herramientas digitales en las etapas iniciales del proceso como se observa en la tabla 5. El escaneo intraoral y el diseño asistido por computadora (CAD), con procedimientos convencionales en la fase final, principalmente el termoformado manual sobre modelos físicos ya impresos en resina.

## Tabla 5

*Tabla de ventajas flujo hibrido*

| Etapa del proceso | Flujo digital (CAD/CAM con Exocad DentalCAD) | Flujo analógico (termoformado EVA) | Ventaja estratégica del flujo híbrido |
|---|---|---|---|
| **Captura inicial** | Escaneo intraoral o de modelo → archivo STL | Impresión en yeso tradicional | Mayor precisión en detalles de brackets y anatomía |
| **Diseño de alivios** | Alivios digitales exactos sobre Brackets (control en software) | Alivios manuales (cera o ajuste físico) | Reducción de errores humanos y ajustes repetitivos |
| **Simulación y ajuste** | Visualización previa del ajuste y oclusión | No existe simulación previa | Menor tasa de reprocesos (ahorro de tiempo y material) |
| **Producción del modelo** | Impresión 3D del modelo optimizado | Modelo en yeso convencional | Estandarización del modelo base |
| **Fabricación del protector** | No aplica directamente | Termoformado con láminas EVA (Termoflex) | Aprovecha resistencia mecánica real del material EVA |
| **Precisión de adaptación** | Alta en diseño, control micrométrico | Dependiente de técnica del operador | Ajuste más cómodo y menor presión sobre brackets |
| **Tiempo de producción** | Rápido en diseño (10–20 min) | 15–30 min termoformado | Flujo continuo y reducción de tiempos totales |
| **Costos operativos** | Inversión inicial alta (escáner + software) | Bajo costo por unidad | Optimización del margen a mediano plazo |
| **Repetibilidad** | Archivos STL reutilizables | Rehacer desde cero cada vez | Escalabilidad del negocio |

# Capítulo III

# Marco Metodológico

El presente capítulo describe el diseño metodológico adoptado para el desarrollo del proyecto final, detallando el tipo de investigación y enfoque, las herramientas y técnicas utilizadas en el proceso, de muestreo y el protocolo de fabricación del protector bucal personalizado para deportistas con ortodoncia. La estructura metodológica responde a los objetivos planteados y garantiza la coherencia entre el marco teórico y el proceso práctico de elaboración del producto realizado (Hernández et al.,2014).

## 3.1 Tipo de investigación

Define las características fundamentales del estudio en función de su propósito, el nivel de control sobre las variables y el horizonte temporal en el que se desarrolla. La correcta clasificación permite orientar el diseño metodológico y determinar las herramientas más adecuadas para alcanzar los objetivos propuestos dentro de este (Hernández et al., 2014).

### *3.1.1 Según el Propósito*

Según su propósito es de tipo aplicada, ya que su objetivo central es la resolución de un problema práctico concreto: el desarrollo de un protocolo técnico para la fabricación de protectores bucales personalizados destinados a pacientes con tratamiento ortodóntico activo. Este tipo de investigación orienta el conocimiento científico y técnico existente hacia la generación de soluciones directamente implementables en la práctica clínica y de laboratorio dental (Tamayo & Tamayo, 2003).

La investigación aplicada parte de fundamentos ya establecidos en la literatura especializada para desarrollar, validar o mejorar un procedimiento, técnica o dispositivo con aplicación directa en un contexto real.

En este caso, el protocolo desarrollado integra conocimientos especialmente de tecnología dental usando materiales de laboratorio para responder a una necesidad específica identificada en la práctica deportista (Hernández et al., 2014).

La siguiente investigación también se clasifica como de tipo descriptiva, debido a que se enfoca en detallar de manera sistemática y organizada cada una de las etapas involucradas y elaboradas en la elaboración del protector bucal personalizado para deportistas. Este enfoque permite caracterizar el proceso técnico desde la obtención de modelos digitales con el escáner intraoral realizado los alivios en los Brackets hasta el termoformado y acabado final del protector identificando variables operativas, materiales empleados y usados así también como los equipos.

La investigación descriptiva no busca establecer relaciones causales, sino especificar características y perfiles de los fenómenos analizados, lo que resulta fundamental para la estandarización de procedimientos en el ámbito clínico y de laboratorio (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). En este contexto, la descripción detallada del protocolo contribuye a su comprensión, replicabilidad y control de calidad.

### *3.1.2 Según la Manipulación de Variables*

Según el nivel de manipulación de variables, en la presente investigación es de tipo no experimental, debido a que no se realiza manipulación deliberada de variables independientes ni se establecen grupos de control o condiciones experimentales. En su lugar, el estudio se centra en el registro y análisis del proceso de elaboración del protector bucal personalizado en su contexto real, documentando de manera organizada los materiales equipos usados con los parámetros técnicos y procedimientos aplicados, así como las características del producto final (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

Las investigaciones no experimentales se caracterizan por observar los fenómenos tal como ocurren en su entorno natural, sin intervención directa del investigador sobre las variables de estudio.

Este enfoque resulta adecuado en contextos técnicos y de laboratorio dental, donde el objetivo es describir y estandarizar todos los procesos operativos existentes, garantizando su replicabilidad y control de calidad en cada uno de los procesos. En este caso, la metodología adoptada permite estructurar un protocolo basado en la práctica real, asegurando su aplicabilidad en escenarios clínicos y productivos dentro de un laboratorio (Tamayo & Tamayo, 2003).

### *3.1.3 Según el Tiempo de Desarrollo*

La investigación es de tipo transversal, dado que la recolección de datos y la elaboración del protocolo en el proceso de fabricación del dispositivo se realizan en un período de tiempo delimitado y definido, sin seguimiento longitudinal del caso clínico. Este protocolo se desarrolla en el marco del período académico correspondiente al proyecto de titulación, con una secuencia de actividades planificadas dentro de ese horizonte temporal (Hernández et al., 2014).

Estos estudios transversales permiten obtener una descripción precisa del fenómeno en un momento determinado, lo que resulta adecuado para la documentación de protocolos técnicos de laboratorio, donde el interés se centra en describir el proceso de paso a paso de fabricación (Tamayo & Tamayo, 2003).

## 3.2 Enfoque

El enfoque de la presente investigación es de tipo mixto, combinando elementos cuantitativos y cualitativos para responder de manera integral a los objetivos del estudio.

El componente cuantitativo se expresa en la aplicación de una encuesta estructurada a profesionales del área de la Aparatología dental, cuyos resultados son analizados mediante estadística descriptiva para identificar el nivel de conocimiento, la frecuencia de uso y la percepción sobre la fabricación de protectores bucales para pacientes con ortodoncia (Hernández et al., 2014).

Este componente cualitativo se manifiesta en la documentación detallada del protocolo de fabricación del protector bucal personalizado, que incluye la descripción sistemática de cada etapa del proceso realizado a lo largo del proyecto, los materiales y equipos utilizados y los parámetros técnicos aplicados con un registro fotográfico de cada paso. Este componente permite capturar la dimensión procedimental y técnica del estudio con el nivel de detalle necesario para su replicabilidad en el laboratorio dental (Tamayo & Tamayo, 2003).

### 3.3 Herramientas Metodológicas

Las herramientas metodológicas usadas en el desarrollo del proyecto comprenden instrumentos de recolección de información como equipos y materiales de laboratorio empleados en la fabricación del protector bucal.

Para la recolección de información se utilizó una encuesta estructurada de doce preguntas, diseñada y distribuida a través de Google Forms, dirigida a técnicos dentales con el objetivo de caracterizar el nivel de conocimiento y entendimiento del protocolo en la fabricación de protectores bucales para deportistas con ortodoncia.

Adicionalmente, se utilizó la técnica de Focus Group como herramienta cualitativa de validación, la cual permitió recopilar percepciones, opiniones y sugerencias de un grupo de participantes con experiencia en el área de fabricación y diseño de diferentes aparatos dentales sobre todo respecto a la funcionalidad, diseño y aplicabilidad del protocolo

propuesto. Esta técnica facilita la interacción entre los participantes, generando información más profunda y contextualizada que contribuye a la mejora del protocolo desarrollado. El uso combinado de encuesta y grupo focal fortalece la validez del estudio al integrar enfoques cuantitativos y cualitativos en la recolección de datos (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

## 3.4 Técnicas

Las técnicas utilizadas establecen dos ámbitos diferentes: la recolección de datos mediante encuestas realizadas a profesionales y la fabricación del dispositivo o producto final también se usó una matriz de validación del producto final.

### *3.4.1 Encuesta*

En el ámbito de la recolección de datos se utilizó la técnica de encuesta, mediante la cual se obtuvo información estructurada de un grupo de profesionales del área de tecnología dental. Esta técnica permite recopilar datos de forma sistemática y estandarizada, facilitando el análisis comparativo de las respuestas obtenidas ayudando a mejorar el protocolo realizado. (Hernández et al., 2014).

### *3.4.2 Registro Fotográfico*

También se empleó la técnica del registro fotográfico de cada paso realizado como medio de documentación visual de cada etapa del proceso, con lo que se facilita la comprensión y replicabilidad del protocolo por parte de otros profesionales del área dental.

### *3.4.3 Observación Directa*

Se empleó la observación directa como método principal para verificar la correcta aplicación del protocolo de elaboración del protector bucal personalizado para deportistas con ortodoncia. Este procedimiento consistió en el seguimiento sistemático y estructurado de cada fase del proceso, desde la obtención del modelo hasta el termoformado y acabado final,

permitiendo identificar desviaciones operativas, errores técnicos y tiempos de ejecución. La observación se realizó bajo un enfoque no participativo, utilizando una guía previamente diseñada que incluyó indicadores de cumplimiento, calidad del ajuste y manipulación adecuada de materiales. Este método garantiza la recolección de datos objetivos en el contexto real de trabajo, incrementando la validez de los resultados obtenidos (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

### *3.4.4 Matriz de Validación*

Con el propósito de validar el protocolo propuesto, se elaboró una matriz de validación, como se observa en la tabla 6 basada en criterios técnicos y metodológicos que permiten evaluar su pertinencia, claridad, aplicabilidad y reproducibilidad. Dicha matriz fue aplicada por evaluadores con conocimiento en el área de aparatología dental, quienes calificaron cada criterio mediante una escala ordinal, facilitando la medición del nivel de cumplimiento del protocolo.

**Tabla 6**

*Matriz de Validación*

| Matriz de validación del protector bucal | | |
|---|---|---|
| **Criterio de validación** | **Indicador técnico** | **Escala** |
| **Adaptación del modelo 3D** | El modelo impreso reproduce con precisión la arcada del paciente incluyendo brackets y alivios para el termoformado | 1 – 5 |
| **Correctamete adaptación** | Las láminas de EVA se adaptaron correctamente al modelo sin burbujas, pliegues ni zonas de separación | 1 – 5 |
| **Cohesion entre capas** | Las capas de EVA 1 mm, EVA 3 mm y acetato presentan unión continua sin delaminación ni desadaptaciones. | 1 – 5 |

| Criterio de validación | Indicador técnico | Escala |
|---|---|---|
| **Precisión del recorte y márgenes** | Los bordes del protector siguen el contorno gingival sin aristas, excesos ni zonas sin cobertura | 1 – 5 |
| **Acabado superficial y pulido** | Las superficies internas y externas del dispositivo presentan lisura y brillo adecuados para uso en laboratorio | 1 – 5 |

## 3.5 Estudios Iniciales

Los estudios iniciales se basaron principalmente en profesionales relacionados con el área del diseño digital, docentes y técnicos con amplia experiencia en elaboración de dispositivos de ortopedia y con amplio conocimiento en ortodoncia, como se observa en la tabla 7 de criterios.

### *3.5.1 Criterios de Inclusión y de Exclusión*

**Tabla 7**

*Tabla de Criterios*

| **Criterios de inclusión y exclusión** | |
|---|---|
| **Criterios de inclusión** | **Criterios de exclusión** |
| Docentes de aparatología dental Tesa | Docentes Tesa relacionados a otras ramas |
| Técnicos o mecánicos dentales con experiencia en elaboración de protectores bucales. | Técnicos sin experiencia en la fabricación de dispositivos intraorales. |
| Profesionales técnicos con conocimiento en ortodoncia. | Profesionales sin conocimientos básicos en ortodoncia. |
| Técnicos o especialistas con al menos 2 años de experiencia en laboratorio dental. | Profesionales con menos de 2 años de experiencia en el área. |

### *3.5.2 Muestreo no Probabilístico por Conveniencia Deliberado*

El tipo de muestreo utilizado en la presente investigación corresponde a un muestreo no probabilístico por conveniencia deliberada. En este tipo de muestreo, los participantes no son escogidos al azar, sino de forma intencional, considerando criterios de accesibilidad, disponibilidad y pertinencia con respecto al objeto de estudio y área (Hernández et al., 2014).

La muestra estuvo integrada por profesionales vinculados al área de tecnología dental que cumplían con los criterios de inclusión previamente establecidos, entre ellos: ejercer activamente la profesión, contar con experiencia en el manejo de pacientes con tratamiento de ortodoncia y poseer conocimientos en el campo del laboratorio dental. La elección de esta muestra intencional se fundamenta en el enfoque descriptivo de la investigación, cuyo propósito principal no es obtener resultados generalizables estadísticamente, sino describir el nivel de conocimientos y prácticas presentes en un grupo de profesionales con características pertinentes para el desarrollo del estudio (Tamayo & Tamayo, 2003).

## 3.6. Desarrollo de Protector Bucal Personalizado para Deportistas con Tratamiento de Ortodoncia

### Bienvenida al Protocolo

El presente protocolo está dirigido a técnicos dentales y estudiantes de aparatología dental que deseen aprender o perfeccionar el proceso de fabricación de protectores bucales personalizados para pacientes que practican deportes de contacto como fútbol, boxeo y artes marciales, y que se encuentran bajo tratamiento de ortodoncia fija activa como los brackets.

La práctica deportiva de contacto representa un riesgo significativo de trauma orofacial en cualquier paciente. Sin embargo, este riesgo se incrementa considerablemente cuando el paciente porta aparatología ortodóntica fija, dado que los brackets, arcos y ligaduras metálicas constituyen elementos rígidos que, ante un impacto de mediana o alta

energía, pueden generar laceraciones en mucosa labial y gingival, fracturas dentales, desplazamiento de componentes ortodónticos y fuerzas no controladas sobre los dientes en movimiento activo. Un protector bucal convencional prefabricado o termoplástico de adaptación directa no contempla estas condiciones clínicas específicas, lo que lo convierte en un dispositivo insuficiente e incluso contraproducente para este tipo de paciente.

Este protocolo documenta el proceso técnico completo de fabricación de un protector bucal personalizado de laboratorio, desarrollado en dos modalidades: la técnica manual tradicional, que constituye el núcleo del procedimiento laboratorial, y la técnica digital, que incorpora el escaneo tridimensional del modelo de trabajo y la impresión 3D del modelo en resina dental biocompatible como alternativa moderna para la obtención de la base de trabajo sobre la cual se realiza el termoformado.

Ambas modalidades tienen como punto de partida el mismo caso clínico real: un paciente deportista con ortodoncia fija activa, cuyas condiciones anatómicas e intraorales particulares determinan cada decisión técnica adoptada a lo largo del proceso de fabricación.

El desarrollo del protocolo técnico para la fabricación del protector bucal personalizado para pacientes con ortodoncia se llevó a cabo en las instalaciones del laboratorio dental, siguiendo una secuencia ordenada de etapas que abarca desde la captura digital de la arcada hasta el acabado final del dispositivo. Cada etapa fue documentada mediante registro fotográfico para facilitar la comprensión y replicabilidad del procedimiento (Miyazaki et al., 2019).

El caso corresponde a un paciente en tratamiento ortodóntico activo con aparatología fija, para quien se diseñó y fabricó un protector bucal personalizado de múltiples capas, empleando un flujo de trabajo digital completo que integra escaneo intraoral, diseño CAD y fabricación mediante impresión 3D y termoformado.

**Materiales e Insumos:**

- Lámina de acetato EVA 3 mm color amarillo (2 unidades)
- Lámina de acetato EVA 3 mm color rosado (2 unidades)
- Lámina de acetato EVA 1 mm transparente (2 unidades)
- bisturí
- mechero
- resina para modelos color gris

**Equipos:**

- Computadora con tarjeta gráfica NVIDIA RTX 3060
- escáner intraoral Shining 3D (con su software correspondiente)
- impresora 3D Anycubic
- Exocad DentalCAD
- Equipo de termoformado al vacío

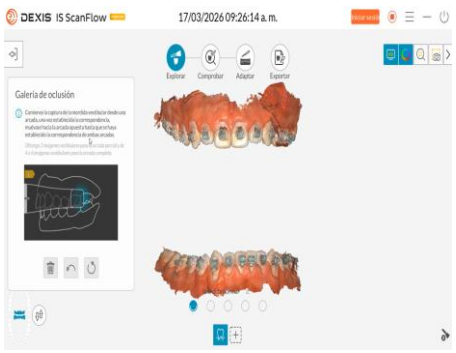
**Pasos para seguir:**

1. **Escaneo Intraoral y Toma de Impresiones**

**Tabla 8**

*Escaneo y toma de impresiones*

| Paso | Procedimiento | Imagen |
|---|---|---|
| **Escaneo intraoral** | Realizar la toma de impresiones utilizando el escáner intraoral conectado a una computadora con el software correspondiente. |  |

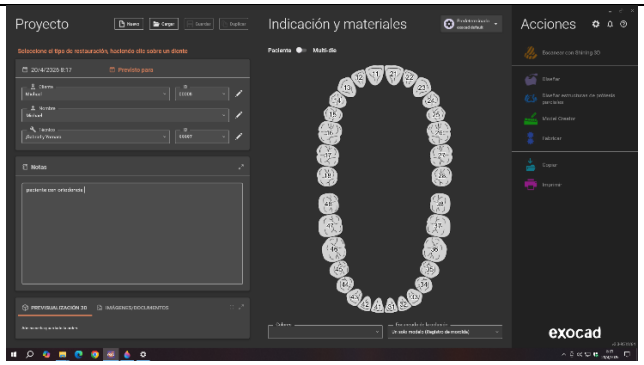
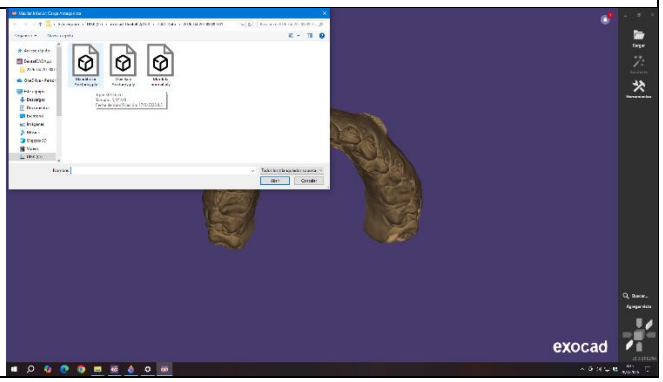
| | | |
|---|---|---|
| **Toma de impresiones** | El escáner intraoral fue introducido en la cavidad bucal del paciente, realizando primero el escaneo de la arcada superior, seguido de la arcada inferior, asegurando una cobertura completa de las superficies dentales.<br>Posteriormente, se registró la relación oclusal mediante el escaneo de la mordida, identificándose en este caso una maloclusión Clase III. |  |
| **Edición de registros digitales** | El escaneo intraoral de las arcadas superior e inferior permitió obtener registros digitales de la anatomía dental y gingival del paciente. Posteriormente, se realizó la captura de la oclusión para analizar la relación intermaxilar, determinándose una mordida clase tres con discrepancia anteroposterior. Con base en estos datos, se procedió a la adaptación digital de los modelos y al recorte controlado de sus bases, |  |
| **Exportación Archivo STL** | Una vez finalizada la captura, los datos obtenidos fueron procesados en el software del escáner, donde se realizaron ajustes como la eliminación y recorte de áreas innecesarias y corrección de zonas incompletas o con errores de registro.<br>Tras la validación del modelo digital, el archivo fue exportado en formato STL. |  |

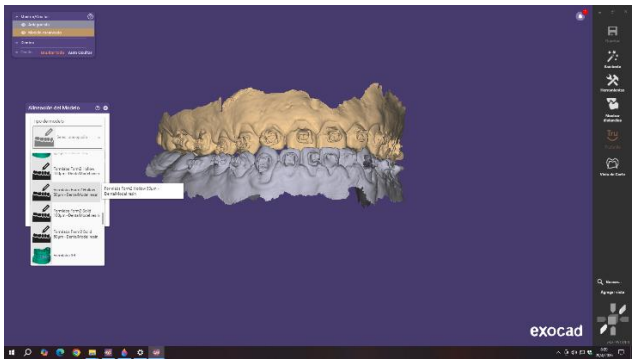
## 2. Diseño del Modelo en 3D en Exocad

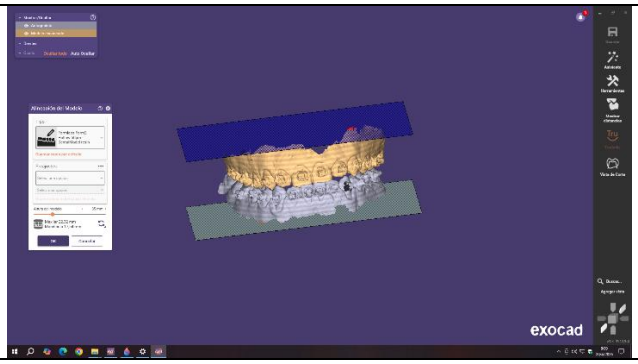
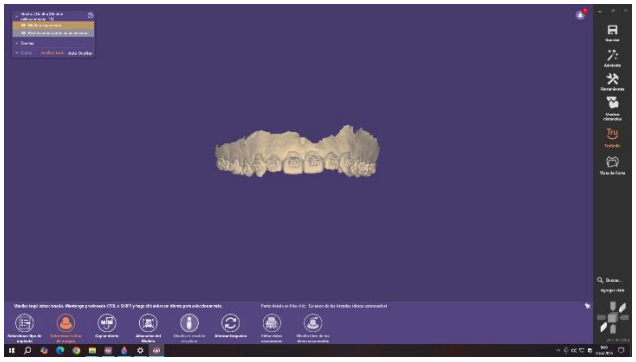
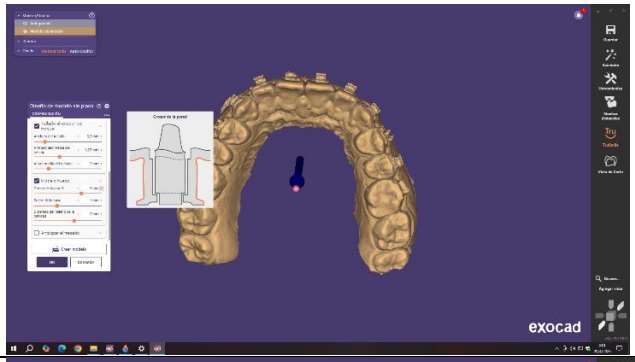
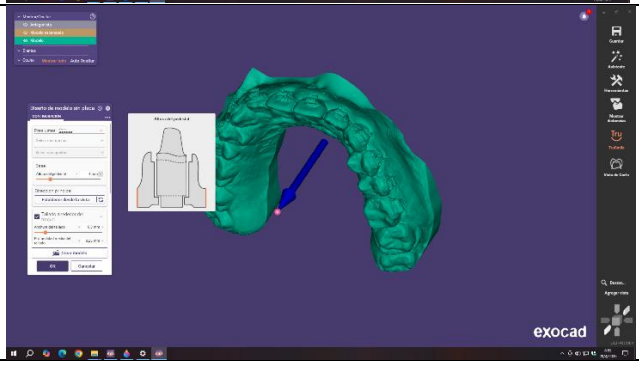
El diseño digital del modelo tridimensional constituye una fase crítica dentro del flujo de trabajo para la fabricación de protectores bucales personalizados para deportistas con ortodoncia, ya que define la precisión, funcionalidad y adaptación del protector final. A

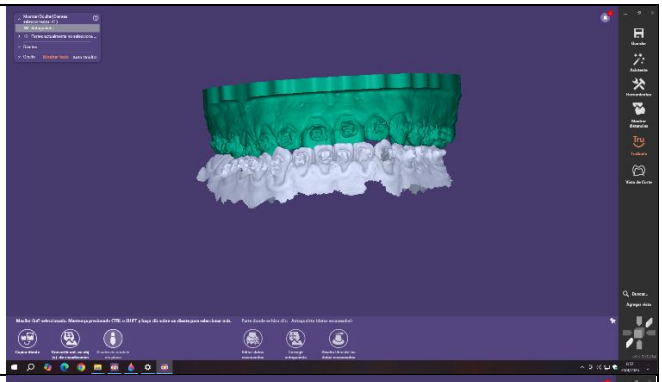
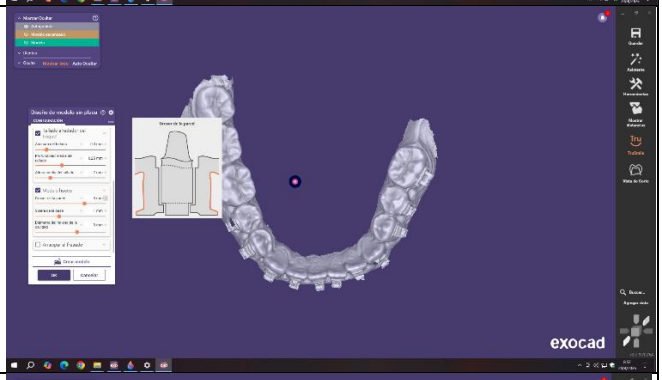
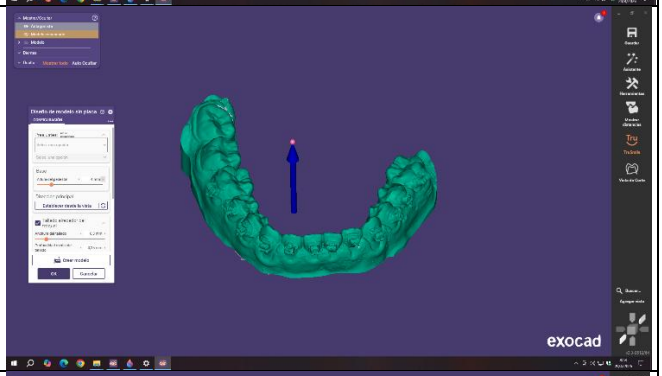
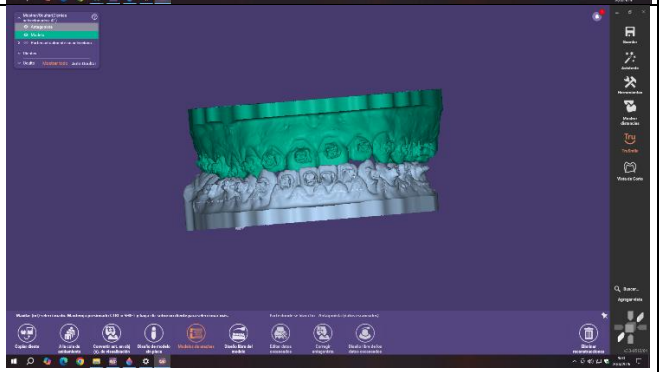
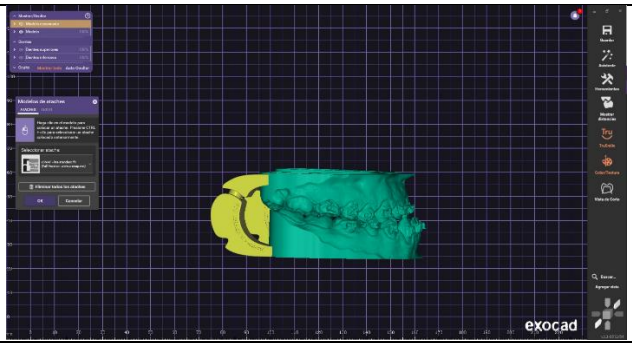
través del uso de software especializado como Exo cad, se integran los registros obtenidos mediante escaneo intraoral en este caso los archivos STL, permitiendo mostrar un modelo virtual que reproduce con exactitud características oclusales del paciente.

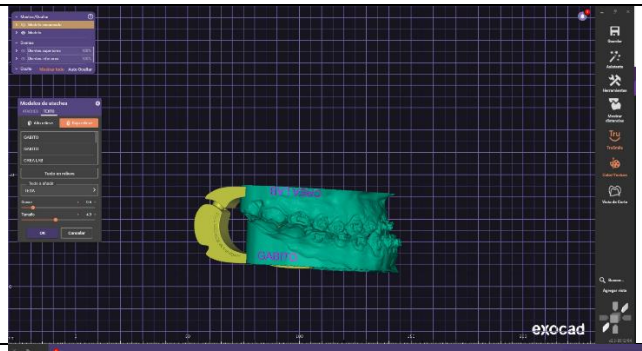
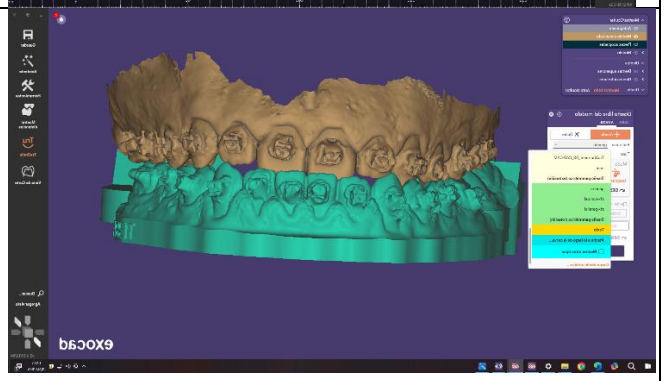
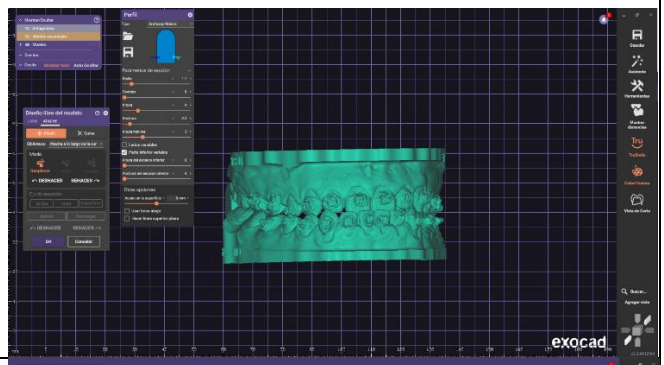
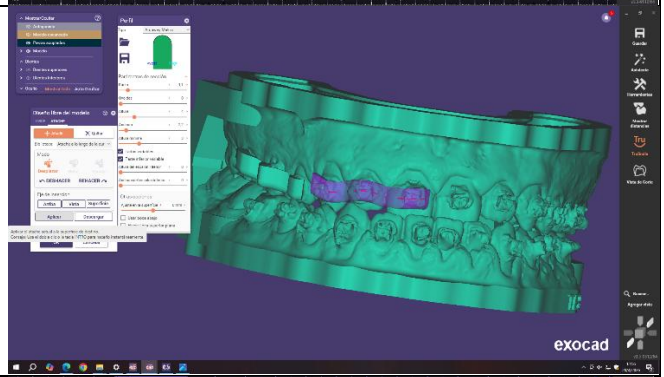
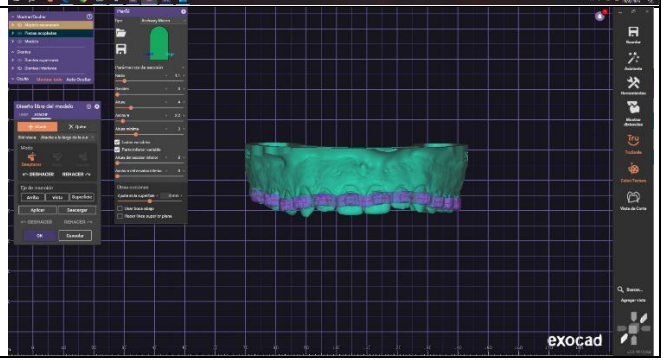
**Tabla 9**
*Diseño modelo 3D*

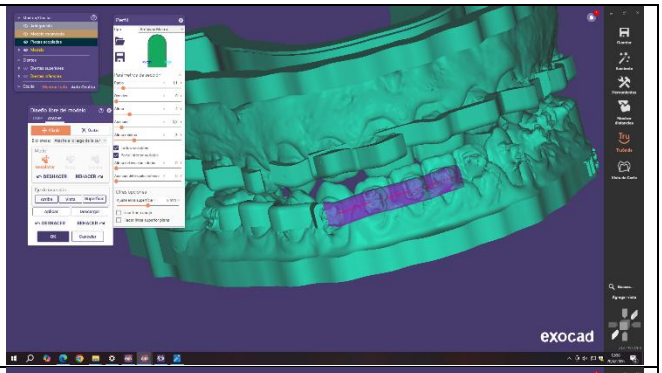
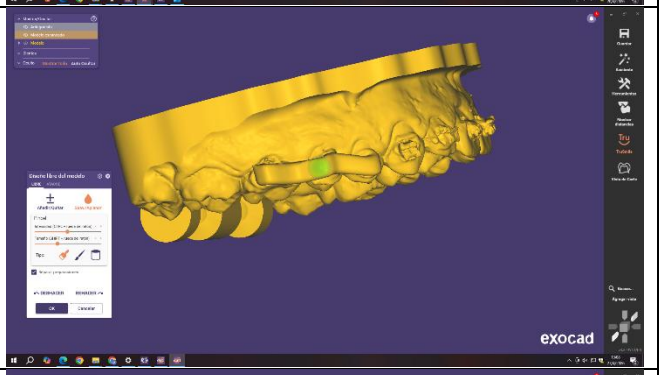
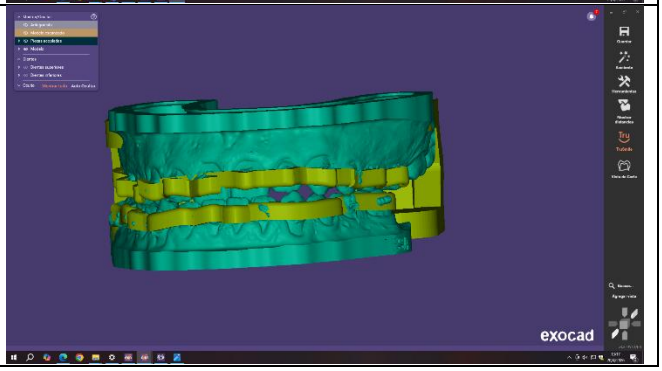
| | | |
|---|---|---|
| **Paso 1. Realizar orden de trabajo** | Realizar la orden de trabajó escribir el nombre del paciente anotar el nombre del técnico y aspectos importantes del paciente Seleccionar como corona anatómica el diente numero 11 esto nos va a permitir diseñar el modelo sin necesidad de usar el asistente del software. | <br> |
| **Paso 2. Cargar archivos stl al exocad** | Importar los archivos en formato STL, según los solicitado por el programa. Primero se debe cargar la malla de trabajo, correspondiente a la arcada superior y luego el antagonista, que corresponde a la arcada inferior. Esto permitirá establecer correctamente la relación oclusal. |  |

| | | |
|---|---|---|
| **Paso 3. Posicionamiento del modelo de trabajo** | Posicionar el modelo en vista oclusal. |   |
| **Paso 3. Activación del modo experto** | Acceder al modo experto del software para habilitar herramientas avanzadas de diseño que nos permitirá mayor control sobre los parámetros técnicos del modelo, incluyendo la personalización de ataches y ajustes finos. |   |
| **Paso 4. Determinación de la línea de margen.** | En modo experto seleccionar (Determinar línea del margen) para poder seleccionar más adelante una selección del modelo. |  |
| **Paso 5. Selección del tipo de alineación del modelo** | Seleccionar el tipo de alineación del modelo en este caso, elegir Formlabs Form 2 con resina Dental a 50 micrones. Esta configuración determina la resolución y calidad del modelo impreso. |   |

| | | |
|---|---|---|
| **Paso 6. Ajustar alineación y altura del modelo** | Ajustar la altura del modelo a 35 mm, asegurando estabilidad estructural para la impresión en 3D |   |
| **Paso 7. Diseño del modelo sin placa** | Elegir diseño del modelo sin placa que nos ayudara más adelante a determinar el grosor de modelo. |  |
| **Paso 8. Configuración del grosor de pared** | Establecer el grosor de pared del modelo sin placa en 3 mm. Este parámetro es fundamental para garantizar resistencia una vez impreso. |   |
| **Paso 9. Configuración de altura de pedestal** | Añadir una base al modelo, configurando la altura del pedestal en 4 mm.<br>Esta proporciona estabilidad durante la impresión y manipulación del modelo. |   |

| | | |
|---|---|---|
| **Paso 10. Replicación en modelo inferior** | Repetir el mismo flujo de trabajo en el modelo inferior, y seleccionar diseño del modelo sin placa |  |
| **Paso 11. Grosor de pared en modelo inferior** | Establecer un grosor de pared de 3 mm para el modelo inferior. |  |
| **Paso 12. Base del modelo inferior** | Se configura la altura del pedestal en 4 mm para el modelo inferior. |  |
| **Paso13. Seleccionar módulos de ataches** | Acceder al módulo de diseño de ataches, donde se selecciona el tipo de atache a utilizar. |  |
| **Paso 14. Seleccionar ataches xSNAP** | Seleccionar el modelo de ataches xSNAP lite standard fit. Este modelo de ataches nos permitió ocluir el modelo considerando que tenía una oclusión clase tres. |  |

| | | |
|---|---|---|
| **Paso 15. Personalización de texto del modelo** | Añadir texto personalizado al modelo, como el nombre del paciente o del laboratorio. |  |
| **Paso 16. Seleccionar modo de diseño libre**<br><br>**Paso 17. Seleccionar Atache a lo largo de la curva** | Seleccionar diseño libre para generar alivios en los Brackets. Seleccionar la herramienta de ataches a lo largo de la curva, permitiendo seleccionar zonas específicas para hacer los alivios correspondientes.<br>Seleccionar la herramienta de ataches a lo largo de la curva, permitiendo seleccionar zonas específicas para hacer los alivios correspondientes. | <br> |
| **Paso 18. Seleccionar lados variables de ataches** | Seleccionar lados variables en el perfil de ataches. Esto permite que los ataches se adapten correctamente al modelo y cumplan su función de alivio sin generar interferencias en el modelo. |  |
| **Paso 19. Seleccionar los Brackets para ir colocando los ataches** | Seleccionar los Brackets en el modelo para definir la ubicación de los ataches. Ajustar correctamente en los Brackets para posteriormente generar los alivios adheridos al modelo. |  |

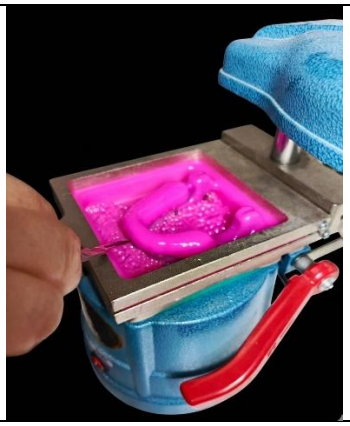
| | | |
|---|---|---|
| **Paso 20. Realizar alivios en el modelo inferior** | Realizar lo mismo en el modelo inferior seleccionar los Brackets en el modelo para generar los alivios de los ataches. |  |
| **Paso 21. Realizar suavizado de los ataches en el modelo** | Aplicar un suavizado al área de alivio para mejorar la transición entre superficies. |  |
| **Paso 22. Resultado final** | Resultado del modelo final con ataches, alivios y oclusión correctamente articulada. Finalmente, el modelo queda listo para su envío a impresión 3D. |  |

### 3. Diseño y elaboración del protector bucal

La fabricación manual del protector bucal para deportistas con ortodoncia sobre un modelo impreso en resina constituye la fase final del proceso. Este procedimiento combina técnicas de termoformado con ajustes manuales, garantizando adaptación, retención y acabado del protector bucal para deportistas con ortodoncia.

**Tabla 10**
*Diseño y elaboración del protector bucal*

| | | |
|---|---|---|
| **Paso 1. Recepción del modelo impreso** | Resultado final del modelo impreso en resina, el cual incluye los ataches y alivios diseñados en el software. |  |
| **Paso 2. Sumergimos el modelo para realizar el termo conformado** | Sumergir el modelo en agua durante un tiempo breve. Este procedimiento facilita la posterior separación del acetato termo conformado. |  |
| **Paso 3. Colocar primera lámina de acetato de 3 mm** | Colocar la primera lámina de acetato flexible de 3 mm en la máquina de vacío. Una vez alcanzada la temperatura adecuada, se realiza el termo conformado sobre el modelo. Esta primera capa constituye la base estructural del protector, por lo que debe adaptarse con precisión a toda la superficie del modelo. |  |

| | | |
|---|---|---|
| **Paso 4. Realizar Termoformado y Perforaciones para adaptación en Brackets** | Una vez alcanzada la temperatura se observa una burbuja y procedemos a bajar la palanca se realizan pequeñas perforaciones en el acetato utilizando un bisturí. |  |
| **Paso 5. Recortar excesos y sobrantes** | Realizar un recorte inicial con tijeras, eliminando los excesos de material. |  |
| **Paso 6. Eliminar sobrantes.** | Utilizar un bisturí para eliminar los sobrantes generadas durante el termo conformado. Para mejorar el corte, se aplica calor controlado mediante un mechero, lo que permite trabajar el material con mayor precisión. Este paso busca obtener bordes más definidos y seguros para el paciente. |  |
| **Paso 7. Aplicar calor térmico para generar brillo** | Emplear un flameador para aplicar calor superficial al acetato, logrando un acabado más uniforme y brillante. | |

| | | |
|---|---|---|
| | |  |
| **Paso 8. Colocar una segunda lámina de acetato** | Repetir el proceso de termo conformado utilizando una segunda lámina de acetato flexible de 3 mm igualmente realizamos pequeñas perforaciones para mejorar la adaptación sobre los Brackets. |  |
| **Paso 9. Ajustar el final de capas** | Adaptar y recortar nuevamente los excesos y eliminar excesos. Posteriormente, se realiza un flameado térmico para mejorar el acabado superficial. |  |

| | | |
|---|---|---|
| **Paso 10. Realizar el mismo procedimiento en el modelo superior** | Replicar el mismo procedimiento en el modelo superior, iniciando con la colocación de la primera lámina de acetato flexible de 3 mm, en este caso de color amarillo. Se realiza el termo conformado una vez observemos la burbuja como se observa en la imagen. |  |
| **Paso 11. Recorte y ajuste del modelo superior** | Eliminar los excesos del acetato con bisturí y se corrigen los excesos utilizando bisturí. Se aplica calor con mechero y flameador para mejorar el acabado del final de los bordes. |  |
| **Paso 12. Aplicar segunda capa en modelo superior** | Aplicarla segunda lámina de acetato flexible de 3 mm, también de color amarillo. Se repite el proceso de perforación y termo conformado para lograr una correcta adaptación. |  |

| | | |
|---|---|---|
| **Paso 13. Verificar adaptación final** | Inspeccionar ambos modelos, superior e inferior, verificando que las dos capas estén correctamente adaptadas, recortadas y pulidas. |  |
| **Paso 14. Recortar y aplicar stickers** | Imprimir los stickers en papel adhesivo especializado. Y recortar manualmente según el diseño elegido. En este caso, se utilizaron motivos del personaje Bob Esponja. Esta etapa permite personalizar el protector según preferencia del deportista. |  |
| **Paso 15. Pegar los stickers** | Se adhieren los stickers sobre la superficie del protector. |  |
| **Paso 16. Aplicar ultima capa final** | Aplicar una última lámina de acetato flexible transparente de 1 mm mediante termo conformado. Una vez observemos la burbuja procedemos a realizar el termo conformado está capa protege los stickers y mejora la estética del protector. |  |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **Paso 17. Recorte excesos del acetato transparente** | Recortar los excesos de la capa transparente y eliminar excesos. Posteriormente, se realiza un pulido térmico con flameador para obtener un acabado brillante y uniforme. | |  | |

**RESULTADO FINAL**



# Capítulo IV

# Resultados y Discusión

## 4.1 Análisis e interpretación de resultados de la Encuesta Inicial

Con la finalidad de identificar el nivel de conocimiento y las prácticas actuales de los profesionales del área respecto a la fabricación de protectores bucales para pacientes con ortodoncia, se desarrolló una encuesta compuesta de doce preguntas en la plataforma Google Forms y aplicada al grupo de participantes seleccionados. El cuestionario abordó aspectos relacionados con el conocimiento sobre tipos de protectores bucales, materiales empleados en su fabricación, uso de tecnología digital en el laboratorio, frecuencia de fabricación de dispositivos para pacientes ortodónticos y percepción sobre la importancia de la protección bucal durante el tratamiento. Los resultados obtenidos permitieron contextualizar el desarrollo del protocolo técnico propuesto en el presente trabajo, identificando las necesidades de información y las brechas de práctica existentes en el grupo encuestado

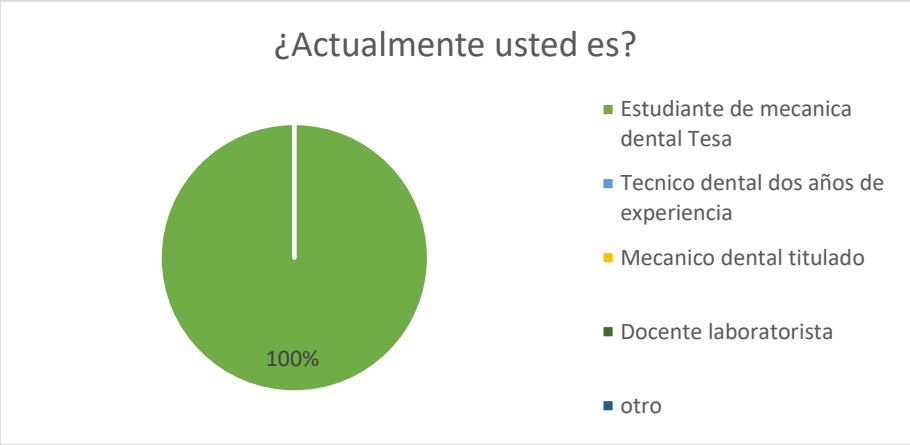
Los datos obtenidos serán analizados mediante estadística descriptiva, representando las respuestas a través de frecuencias y porcentajes, y se presentarán a través de gráficos de distribución que faciliten una visualización clara del contexto y la situación del sector en relación con el tema estudiado.

Estos resultados servirán como sustento para evidenciar la necesidad del desarrollo del protocolo técnico, el cual constituye el producto principal de la presente investigación.

En la pregunta 1 se muestra que el 100% del total de respuestas corresponde a estudiantes de la carrera de aparatología dental del instituto TESA como se observa en la siguiente Figura 17 lo que define una muestra conformada únicamente por este grupo.

**Figura 17**

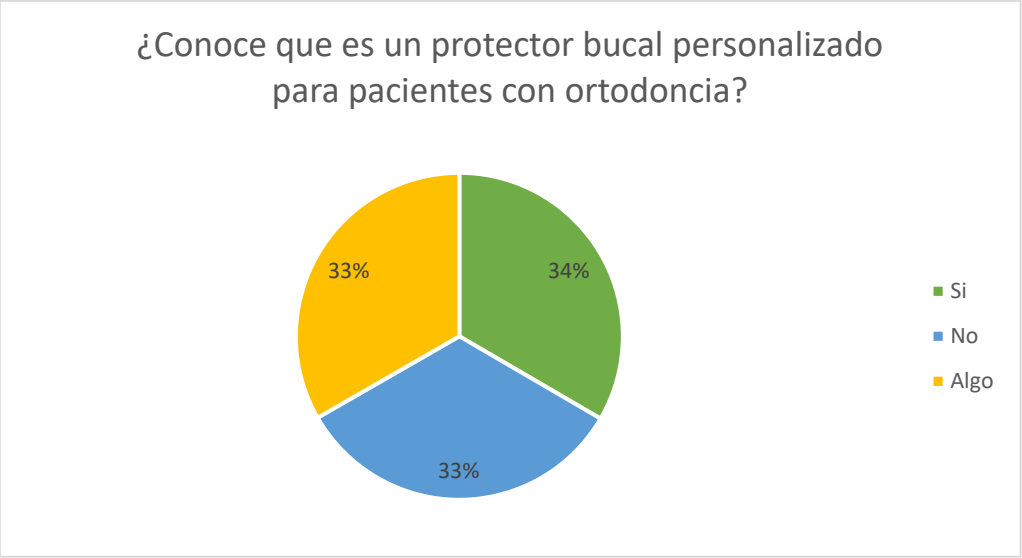
*Pregunta 1*




En la pregunta 2 se muestra que el 33.3% no conoce lo que es un protector bucal personalizado para pacientes con ortodoncia el otro 33.3 % conoce algo de protectores bucales personalizados para ortodoncia y el tercer grupo conformado por un 33.3 % conoce sobre los protectores bucales personalizados para deportistas con ortodoncia como se observa en la figura 18 estas respuestas corresponden a estudiantes del instituto TESA lo que define una muestra conformada únicamente por este grupo.

**Figura 18**

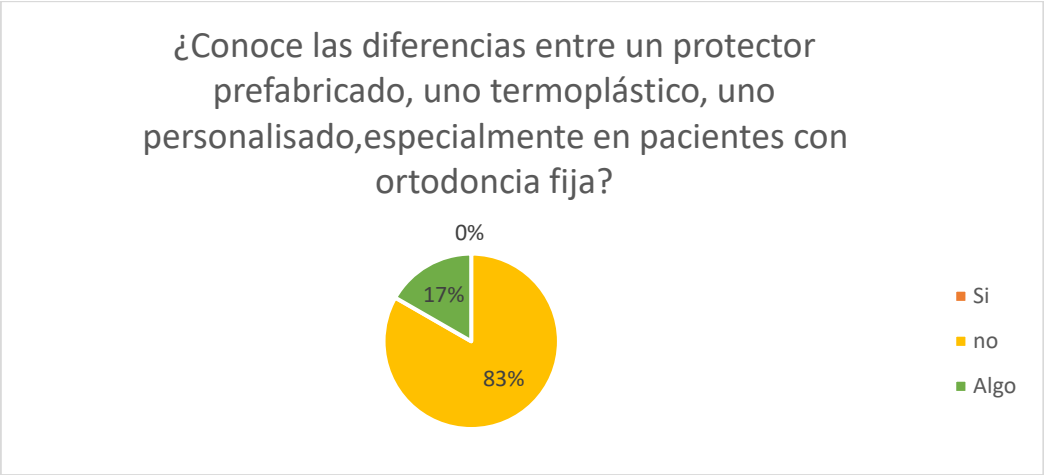
*Pregunta 2*




La pregunta 3 muestra que el 83.3% de los encuestados no sabe las diferencias entre un protector bucal prefabricado termoplástico y el personalizado, y un 16.7 % conoce algo de estas diferencias, como se observa en la figura 19.

**Figura 19**

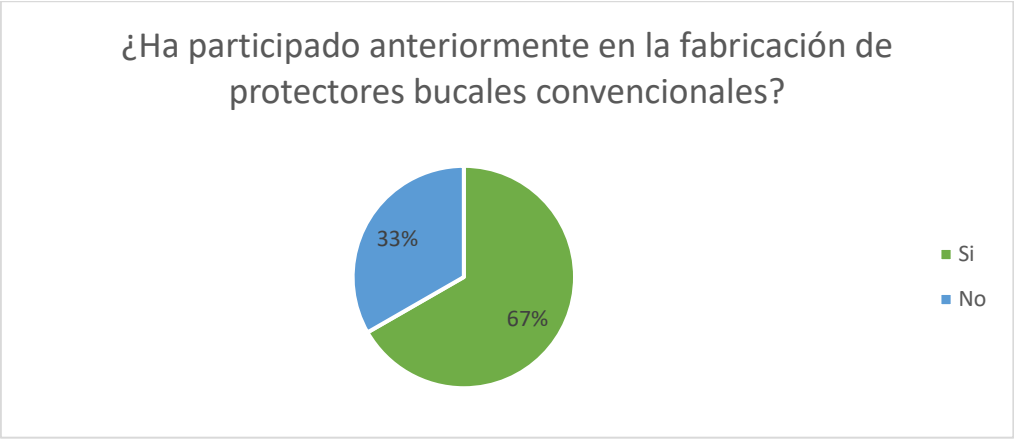
*Pregunta 3*



La pregunta 4 muestra que el 66.7 % de los encuestados no han participado en procesos de fabricación de protectores bucales convencionales, mientras que el 33.3 % de los encuestados sí han participado en los procesos de los protectores bucales, como se observa en la siguiente figura 20.

**Figura 20**

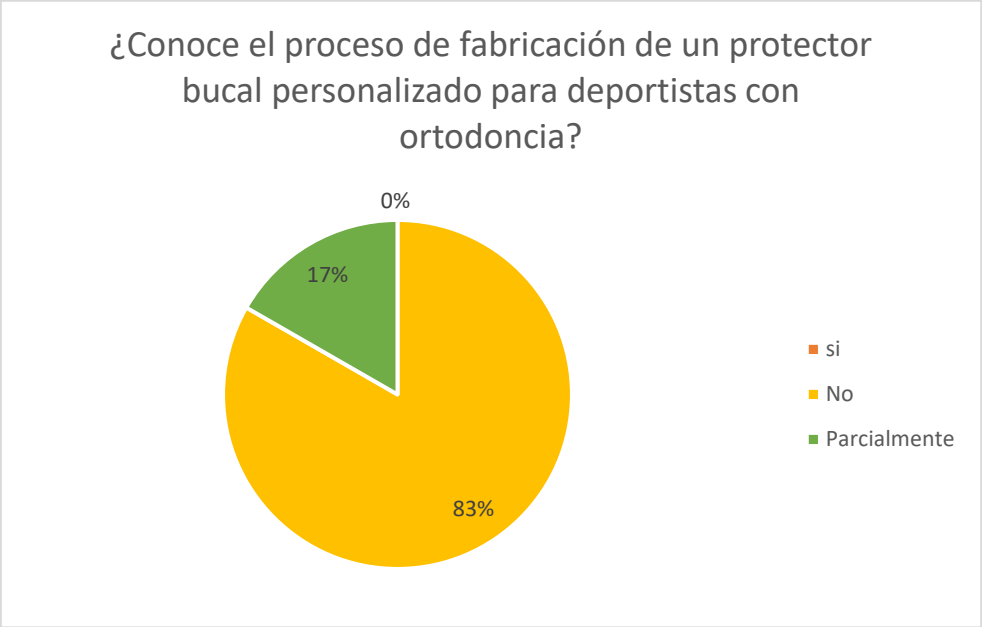
*Pregunta 4*




La pregunta 5 muestra que el 83.3 % de los encuestados no conoce la fabricación de un protector bucal personalizado mientras que un 16.7 % de los encuestados conocen parcialmente la fabricación de protectores bucales como se observa en la figura 21 lo que demuestra la necesidad e implementación del protocolo para la fabricación de protectores bucales personalizados para deportistas con ortodoncia.

**Figura 21**

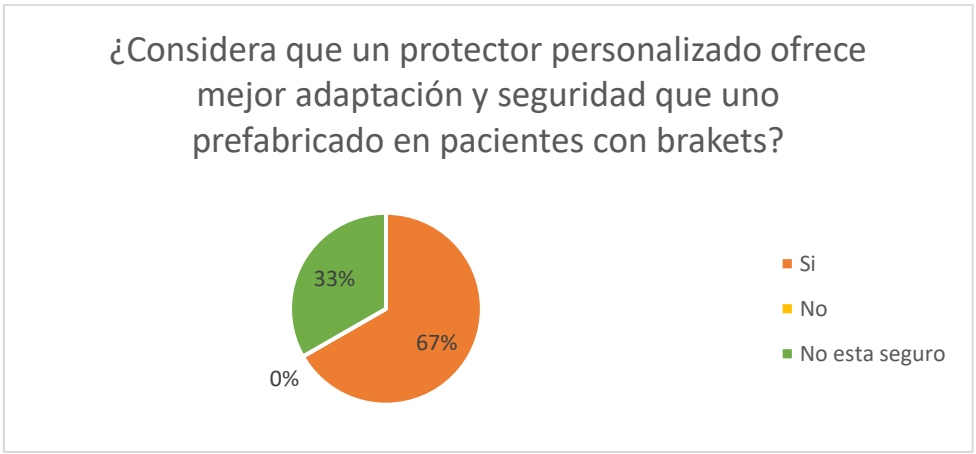
*Pregunta 5*




La pregunta 6 muestra que el 66.7 % considera que un protector bucal personalizado para deportistas con ortodoncia ofrece mejor adaptación y seguridad que uno prefabricado en pacientes con Brackets mientras que un 33.3 % no está seguro de su respuesta como se puede observar en la figura 22.

**Figura 22**

*Pregunta 6*



La pregunta 7 muestra que el 66 % de los encuestados conoce el flujo digital para la fabricación de un modelo en 3 d para la confección de un protector bucal convencional mientras que el 17 % no conoce el flujo digital para la fabricación de un modelo 3d y el otro 17 % conoce parcialmente el flujo digital así se puede observar en la figura 33.

**Figura 23**

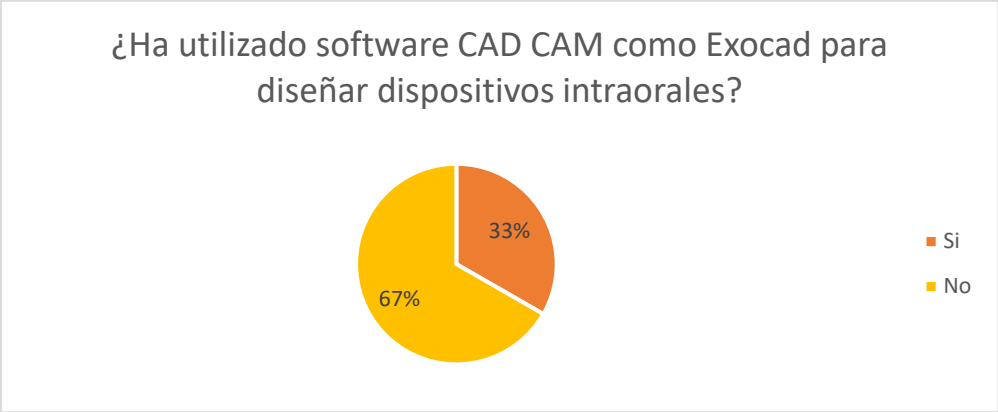
*Pregunta 7*




La pregunta 8 muestra que el 67 % de los encuestados no ha utilizado el software Exocad para diseñar dispositivos intraorales y el otro 33 % si ha utilizado el software para diseñar así se puede observar en la figura 24.

**Figura 24**

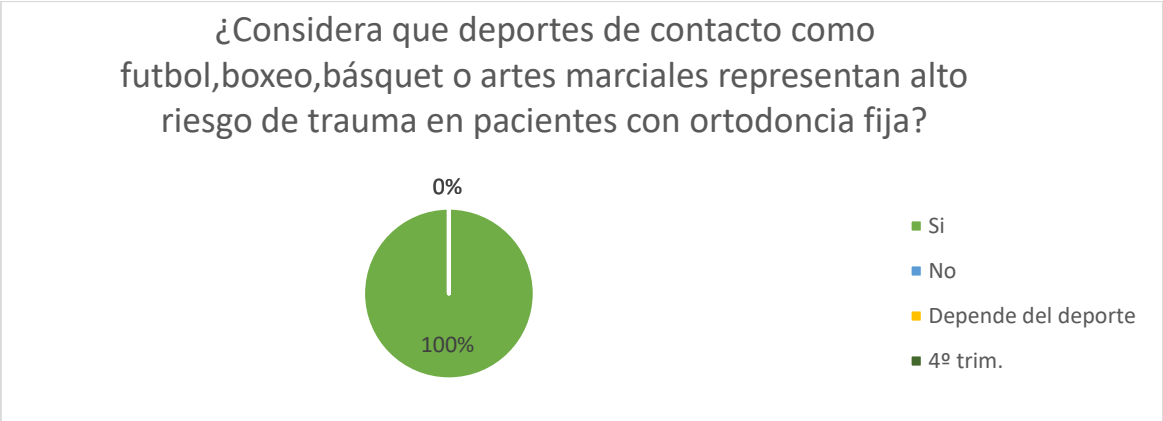
*Pregunta 8*




La pregunta 9 muestra que el 100% de los encuestado considera que los deportes de contacto como el futbol, boxeo, básquet representan un alto riesgo de traumatismo como se observa en la figura 25.

**Figura 25**

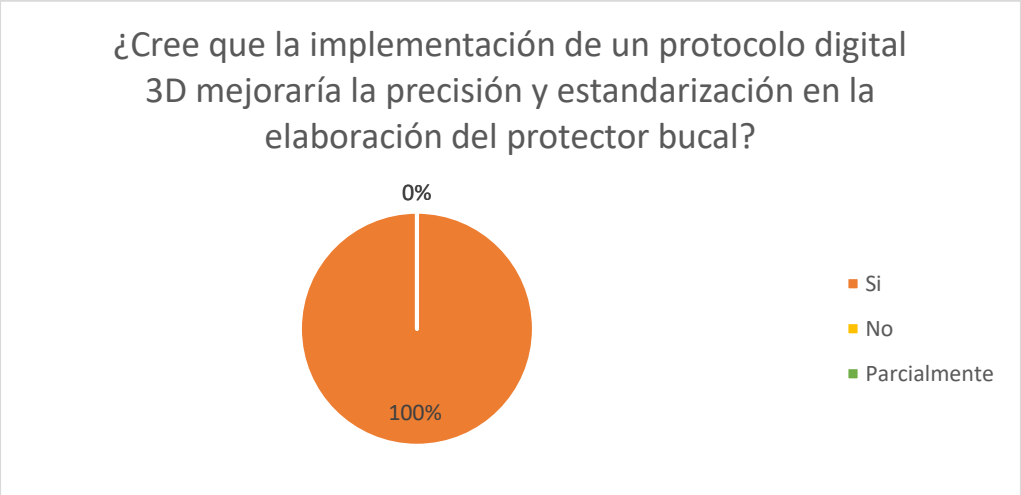
*Pregunta 9*




La pregunta muestra que el 100% de los encuestados cree que la implementación de un protocolo mejoraría la precisión y estandarización en la elaboración del protector bucal así se observa en la figura 26.

**Figura 26**

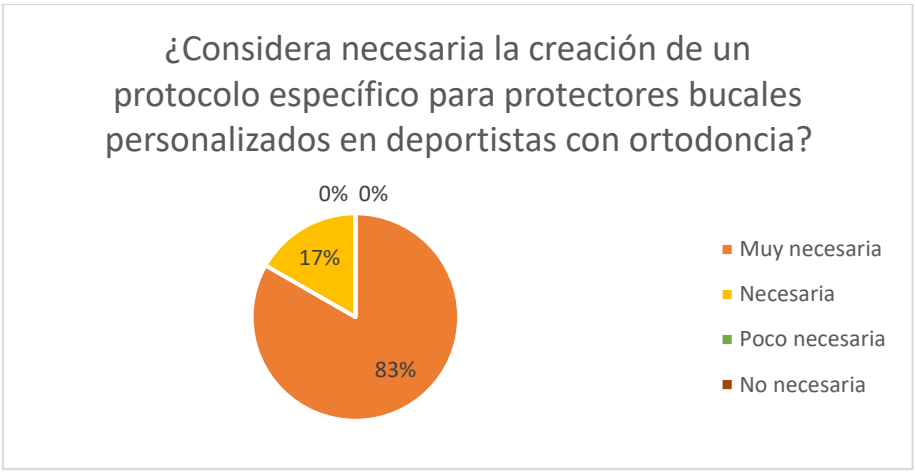
*Pregunta 10*




La pregunta 11 muestra que el 83 % considera muy necesaria implementar un protocolo específico para la fabricación de protectores bucales personalizados para deportistas con ortodoncia mientras que el 17 % la considera necesaria así se observa en la figura 27.

**Figura 27**

*Pregunta 11*



## 4.2 Análisis e interpretación de resultados de la Encuesta Final

Con el propósito de validar el protocolo técnico en la elaboración de protectores bucales personalizados para deportista con ortodoncia este análisis se estructuro en primer lugar en una encuesta de satisfacción de 13 preguntas diseñadas en gogle forms dirigidas a profesionales de la tecnología dental con el objetivo de evaluar la claridad y la secuencia lógica del protocolo esto permitió realizar un análisis del protocolo mediante la opinión y conocimientos de profesionales con experiencia donde emitieron una valoración sobre su funcionalidad y contenido emitiendo una valoración sobre su funcionalidad también se elaboró una matriz de validación técnica evaluando criterios específicos relacionado sal producto final l autorización de estos estos permitió evaluar el protocolo desde una perspectiva técnica permitiendo realizar una interpretación de resultados.

### *4.2.1 Validación de Expertos / Focus Group*

El grupo focal tuvo como objetivo validar el protocolo técnico desarrollado de elaboración de protectores bucales personalizados para deportistas con ortodoncia. El desarrollo de este protocolo se realizó en las instalaciones del laboratorio dental Crea Lab, integrando un flujo de trabajo digital completo que comprende el escaneo intraoral, el diseño en software CAD, la impresión del modelo y la termoformada multicapa del dispositivo.

A la sesión de evaluación asistieron profesionales con experiencia en tecnología y laboratorio dentales y amplia experiencia en el área, con conocimiento directo de los procesos de fabricación de dispositivos para pacientes con ortodoncia activa y realización de aparatos de ortopedia. El grupo analizó la claridad del procedimiento, la organización de las etapas paso a paso a la fabricación y la utilidad práctica del protocolo propuesto.

Los participantes coincidieron en que el protocolo está bien organizado y es de fácil comprensión para un profesional del área en la encuesta se observa un claro entendimiento de procesos.

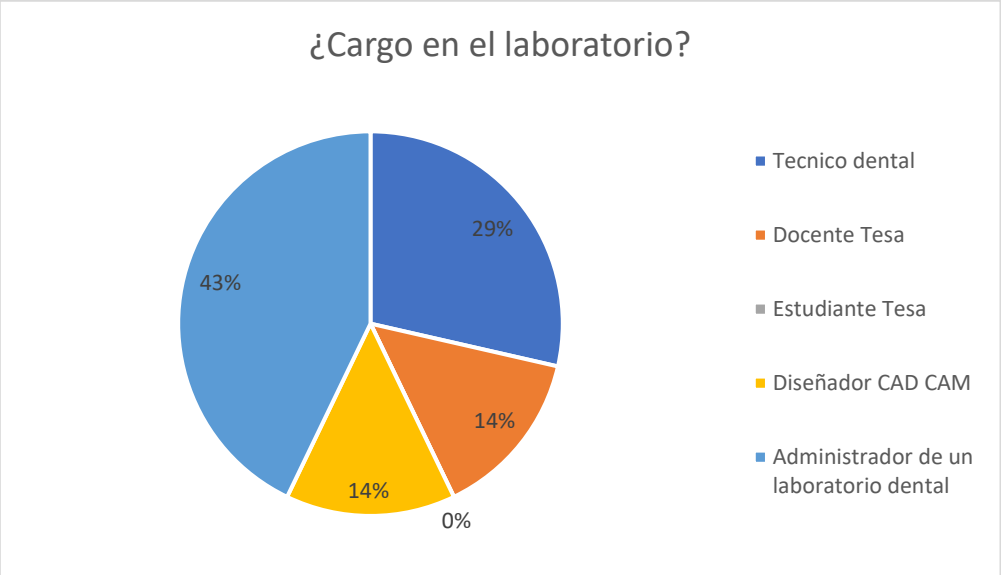
También destacó que la secuencia de los pasos para la fabricación del protector bucal personalizado desde el escaneo intraoral hasta el acabado y pulido final es correcta, lógica y reproducible en el contexto de un laboratorio dental equipado con tecnología digital. El protocolo fue considerado un instrumento útil para técnicos dentales especialistas en exo cad y ortopedia en ejercicio, ya que proporciona una guía estructurada para la fabricación de un dispositivo que combina precisión digital con técnicas convencionales de termoformado.

En conclusión, el protocolo técnico fue evaluado como claro, funcional y aplicable en el contexto del laboratorio dental.

En la pregunta uno los resultados muestran que un 42.9% de los participantes se desempeña como administradores de técnicos dentales. Un segundo grupo donde el 28.6 % son técnicos dentales y otro 14.3 % son diseñadores en Exo cad así se observa en la figura 28 estos perfiles profesionales profesional es el destinatario principal del protocolo desarrollado, dado que es el técnico dental con experiencia quien ejecuta el desarrollo del protector mediante una técnica hibrida en el laboratorio. Donde emplea una toma de impresión digital y diseño del modelo con los alivios y una parte manual correspondiente a la elaboración del protector bucal. Su valoración garantiza que la evaluación proviene de un profesional con formación práctica directamente relacionada con el procedimiento propuesto, lo que otorga a los resultados obtenidos una alta relevancia técnica (Hernández, Fernández & Baptista, 2014).

**Figura 28**

*Pregunta 1 encuesta final*




En la pregunta dos los resultados indican que el 42.9 % de los participantes profesionales cuentan con dos años de experiencia en el área de laboratorio dental. Un segundo grupo indican un 28.6 % con más de diez años de experiencia así se observa en la figura 29.

Este nivel de experiencia es representativo de un profesional en etapa de consolidación de competencias técnicas, con criterio suficiente para evaluar la claridad, la secuencia y la aplicabilidad del protocolo propuesto. Su experiencia en el área lo sitúa además como un usuario potencial directo del protocolo en el entorno profesional real, lo que hace su valoración especialmente pertinente para los objetivos del estudio (Tamayo & Tamayo, 2003).

**Figura 29**

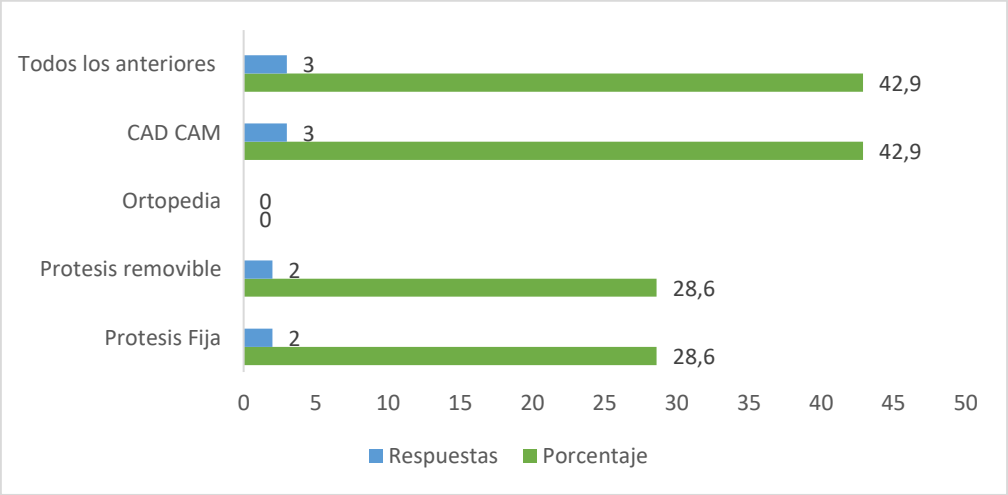
*Pregunta 2 Encuesta Final*




La pregunta 3 muestran que 42 % de los evaluadores trabajan en todas las áreas del laboratorio dental contempladas en la figura 30. Esta respuesta indica que el profesional posee una visión integral de los procesos de laboratorio, con un porcentaje más grande en las áreas de CAD CAM y todas las anteriores lo que le permite evaluar el protocolo desde múltiples perspectivas técnicas y no únicamente desde una especialidad específica. Un profesional con experiencia transversal en el laboratorio está en condiciones de identificar con mayor precisión si la secuencia de pasos propuesta en el protocolo es coherente con la práctica profesional real en distintas áreas de trabajo (Anusavice, Shen & Rawls, 2013).

**Figura 30**

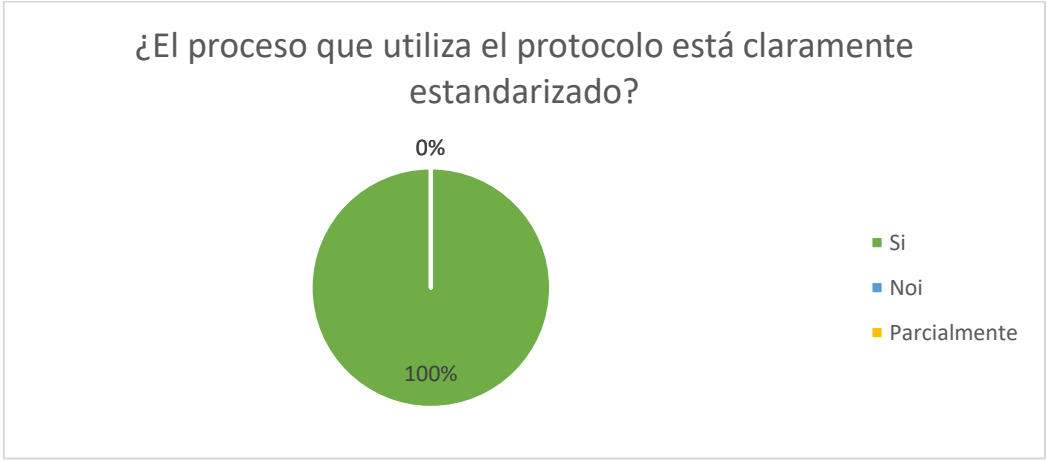
*Pregunta 3 Encuesta Final*




La pregunta 4 los resultados muestran que el 100 % de los profesionales encuestados respondieron afirmativamente, confirmando que el protocolo cumple con el criterio de estandarización como se observa en la figura 31. Esto significa que los pasos, materiales, equipos y condiciones técnicas están definidos con suficiente claridad para ser seguidos y reproducidos por otros profesionales del área en condiciones similares.

**Figura 31**

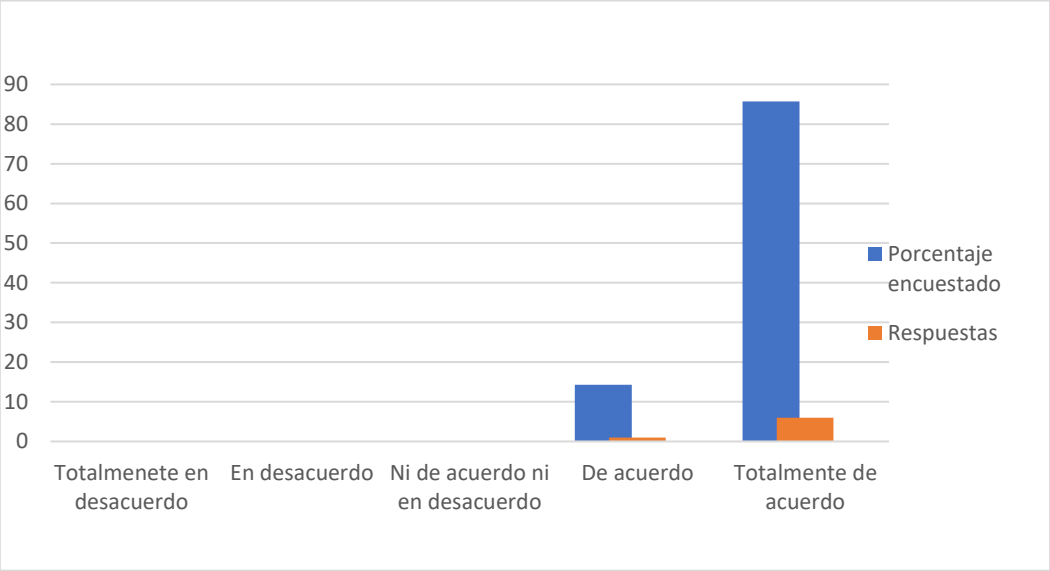
*Pregunta 4 Encuesta Final*



La pregunta 5 los resultados indican que el 85.7% eligió la opción totalmente de acuerdo correspondiente al nivel 5 que representa la valoración máxima de la escala. Y el 14.3 % correspondiente a un encuestado a respondido el nivel 4 como se observa en la Figura 32. Este resultado evidencia que la secuencia de etapas del protocolo, desde el escaneo intraoral hasta el acabado y pulido final del protector bucal fue percibida como coherente, progresiva y fácil de seguir.

**Figura 32**

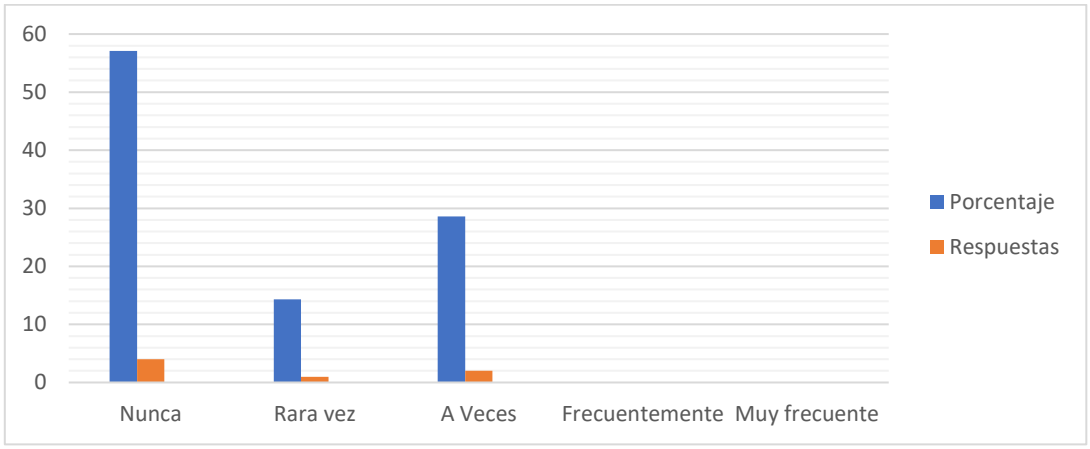
*Pregunta 5 Encuesta Final*




En las preguntas seis los resultados muestran que los encuestados seleccionaron la opción nunca en un 57.1%, indicando que no se omiten pasos mientras que el 14,3% selecciono rara vez y un 28,6 % indico que a veces se omiten pasos como se observa en la figura 33 este resultado nos demuestra que existió algún paso no especificado en el protocolo.

**Figura 33**

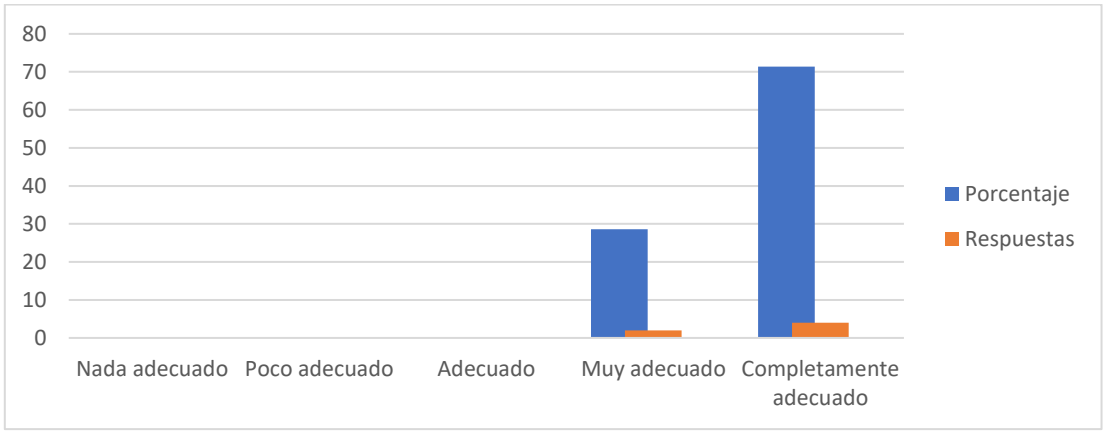
*Pregunta 6 Encuesta Final*




En la pregunta siete los resultados muestran que 71.4% de los encuestados consideró el lenguaje utilizado como completamente adecuado equivalente al nivel 5 mientras que el 28.8 % equivalente al nivel 4 como adecuado así se observa en la figura 34. Este resultado confirma que el nivel de tecnicidad del protocolo es apropiado para el perfil del destinatario.

**Figura 34**

*Pregunta 7 Encuesta Final*

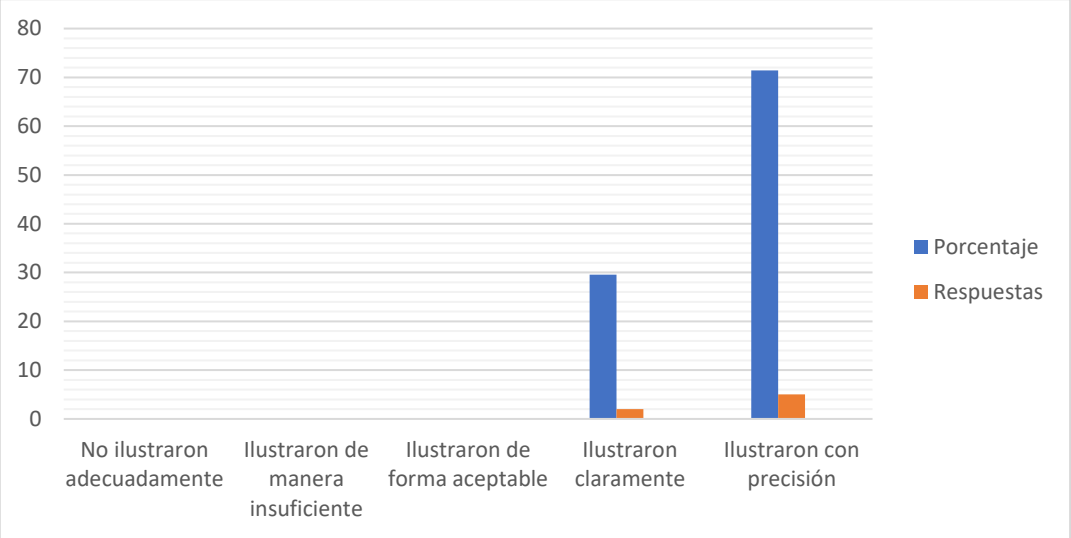



Los resultados obtenidos en la pregunta ocho indican que las imágenes y fotografías incluidas en el protocolo ilustraron con precisión cada etapa del proceso correspondiente al

nivel 5 así se observa en la figura 35. Este resultado valida el componente de documentación visual del protocolo, confirmando que el registro fotográfico de cada paso de fabricación cumplió su función de complementar y reforzar la comprensión de los procedimientos descritos.

**Figura 35**

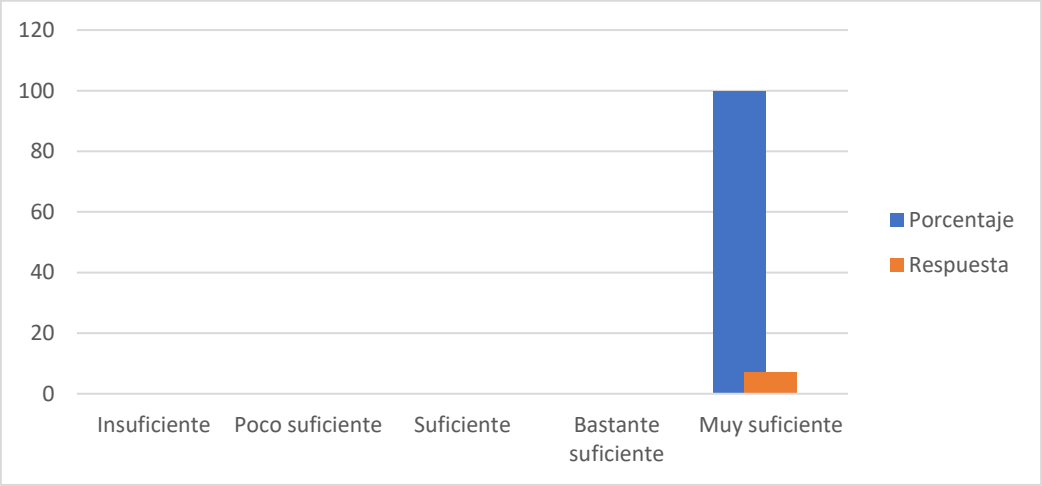
*Pregunta 8 Encuesta Final*




La pregunta 9 muestran que los encuestados describió la organización visual como muy equilibrada correspondiente al nivel más alto así se observa en la figura 36. Este resultado indica que el diseño de la presentación del protocolo logró un balance adecuado entre el contenido textual descriptivo, los elementos visuales fotográficos y la secuencia de exposición de las etapas, permitiendo al evaluador seguir el desarrollo del protocolo de forma continua.

**Figura 36**

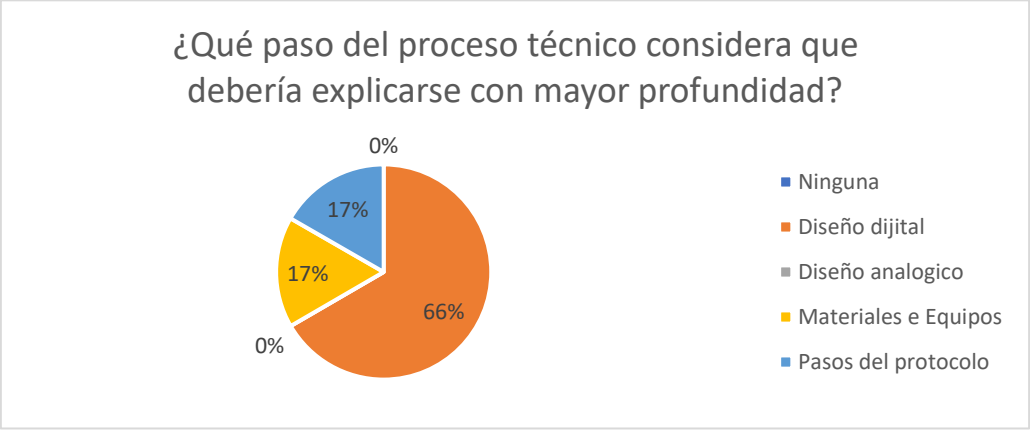
*Pregunta 9 Encuesta Final*




Los resultados de la pregunta 10 indican que los encuestados en un 57.1 % considera que debe explicarse con mayor profundidad el diseño digital del modelo 3d así se observa en la figura 37.

**Figura 37**

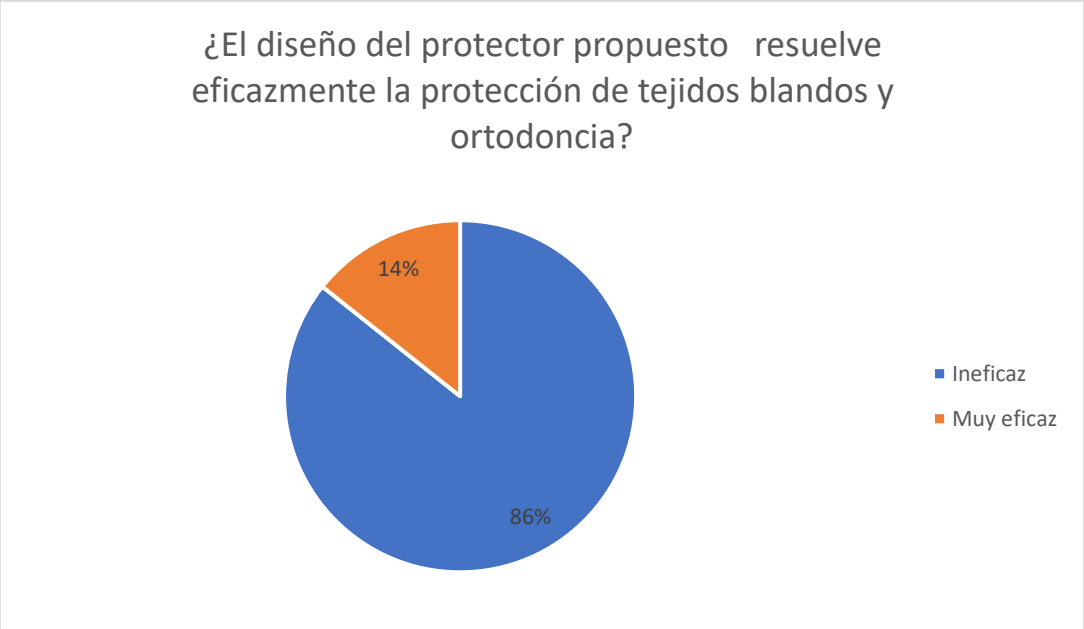
*Pregunta 10 Encuesta Final*




Los resultados obtenidos en la pregunta 11 muestran que los encuestados en un 85.7% consideró el diseño del protector como muy eficaz para cumplir su función de protección como se observa en la figura 38. Este es el resultado de mayor relevancia clínica y técnica del estudio, ya que valida directamente el objetivo central del protocolo.

**Figura 38**

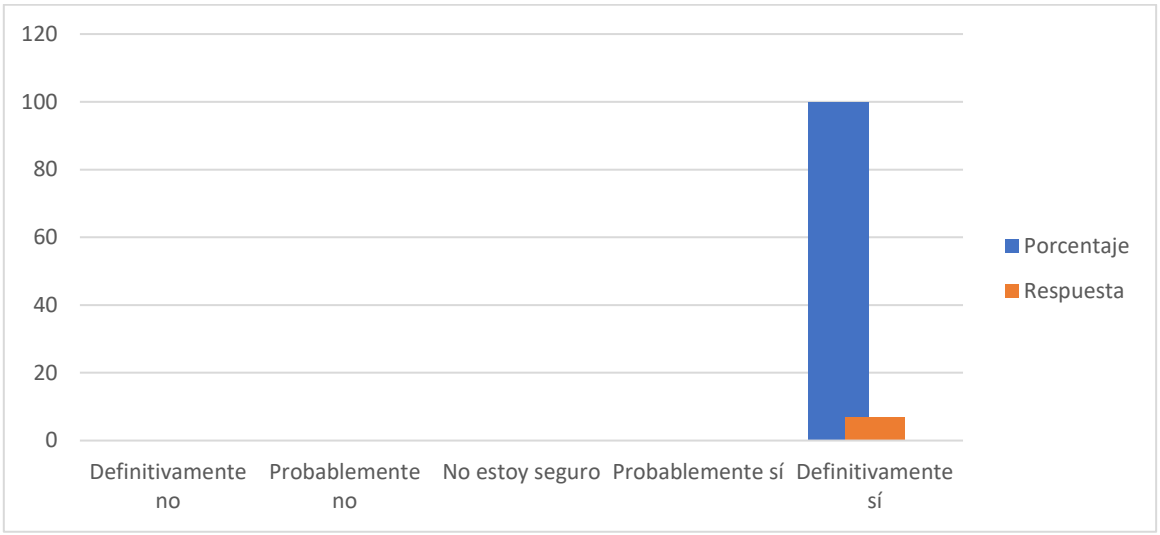
*Pregunta 11 Encuesta Final*




Los resultados de la pregunta 12 indican que los encuestados en un 100 % respondió definitivamente sí equivalente a cinco, que representa el nivel máximo de aceptación posible así se observa en la figura 39. Este resultado constituye la validación más directa de la aplicabilidad práctica del protocolo desarrollado. La disposición de los profesionales a aplicar y recomendar el protocolo en su propio laboratorio confirma que el procedimiento a resultado claro.

**Figura 39**

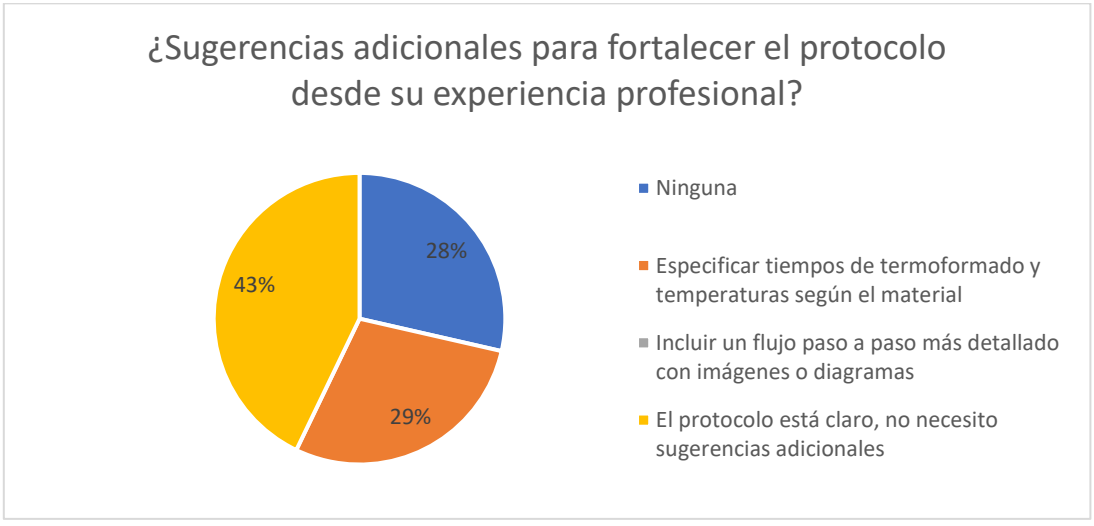
*Pregunta 12 Encuesta Final*




Los resultados obtenidos en la pregunta 13 muestran que los encuestados respondió en un 42.9 % que el protocolo está claro mientras un 28.6 % necesita especificar tiempos de termo conformado y temperaturas para fortalecer el protocolo así se observa en la figura 40.

**Figura 40**

*Pregunta 13 Encuesta Final*



### *4.2.2 Matriz de Validación del producto*

**Tabla 11**

*Validación del producto.*

| Criterio de validación | Indicador técnico | Escala |
|---|---|---|
| Adaptación del modelo 3D | El modelo impreso reproduce con precisión la arcada del paciente incluyendo Brackets y alivios para el termoformado | 1 – 5 |
| Correctamete adaptación | Las láminas de EVA se adaptaron correctamente al modelo sin burbujas, pliegues ni zonas de separación | 1 – 5 |
| Cohesion entre capas | Las capas de EVA 1 mm, EVA 3 mm y acetato presentan unión continua sin delaminación ni desadaptaciones. | 1 – 5 |
| Precisión del recorte y márgenes | Los bordes del protector siguen el contorno gingival sin aristas, excesos ni zonas sin cobertura | 1 – 5 |
| Acabado superficial y pulido | Las superficies internas y externas del dispositivo presentan lisura y brillo adecuados para uso en laboratorio | 1 – 5 |

## 4.3 Discusión de Resultados

Los resultados obtenidos a través de la encuesta de satisfacción como el focus Group y la matriz de validación técnica que permiten interpretar valoraciones del presente proyecto en relación con los objetivos propuestos y planteados.

El objetivo principal del proyecto es el desarrollo del protocolo técnico para la fabricación de protectores bucales personalizado para deportistas con ortodoncia con la integración del flujo digital como el escaneo intraoral y el diseño Exocad con la impresión 3D del modelo. Los resultados de validación confirman que este objetivo fue alcanzado

analizando las valoraciones de los encuestados se ubicó en buenos criterios cuantificables indicando que el protocolo cumple con una buena claridad y estandarización.

Estos hallazgos son coherentes Miyazaki et al. (2019), quienes señalan que los flujos de trabajo digitales en la odontología mejoran significativamente la precisión de los dispositivos fabricados frente a los métodos convencionales, especialmente en casos donde la presencia de aparatología fija genera una topografía oral compleja difícil de reproducir con materiales de impresión tradicionales. En el mismo sentido, Anusavice, Shen y Rawls (2013) destacan que el termoformado sobre modelos de alta precisión, como los obtenidos por impresión 3D, produce dispositivos con mayor adaptación a la arcada y menor necesidad de ajustes post fabricación, resultado que coincide con la valoración obtenida en el criterio de adaptación del modelo 3D dentro de la matriz de validación técnica.

Desde el punto de vista el protocolo desarropado la combinación del escaneo intraoral y el diseño cad en Exocad y termoformado representa una alternativa superior a protectores prefabricados o termo moldeable genéricos que no contemplan presencia de Brackets y acros en su diseño.

En cuanto a futuras limitaciones de estudio es necesario adicionar un estudio más amplio por profesionales en el área la comparación de calidad clínica de protectores fabricados personalizados y genéricos y prefabricados esto ayudaría a mejorar el flujo digital en términos de adaptación y eficacia protectora.

En futuras investigaciones se recomendaría ampliar la validación del protocolo clínicamente incorporando un análisis de encuesta hacia el deportista permitiendo verificar la absorción de golpes y eficacia de protección.

# Conclusiones y Recomendaciones

## Conclusiones

El protocolo de fabricación de protectores bucales personalizados para deportistas con ortodoncia logo integrar exitosamente el flujo de trabajo

En la integración del flujo de trabajo digital con el software Exocad en la fabricación del protector bucal personalizado para deportistas con ortodoncia demostró ser técnicamente superior al método convencional. El escaneo intraoral permitió registrar con exactitud la topografía de Brackets y arcos pese a tener un registro de mordida clase tres. Sin este nivel de precisión en la captura inicial, las etapas posteriores del protocolo no habrían podido alcanzar el grado de adaptación obtenido en el dispositivo final

La evaluación del protocolo por parte de los profesionales participantes en el focus Group arrojó valoraciones positivas en la totalidad de los criterios evaluados, incluyendo la estandarización del proceso, la claridad de la secuencia, la pertinencia del lenguaje técnico y la eficacia del diseño del dispositivo para la protección de tejidos blandos y aparatología fija. La ausencia de observaciones críticas y de sugerencias de mejora indica que el protocolo alcanzó un nivel de completitud y coherencia que lo hace directamente implementable en el entorno profesional sin requerir modificaciones previas.

La documentación fotográfica paso a paso integrada en el protocolo fue reconocida por los encuestados como un componente de alto valor para la comprensión y replicabilidad del procedimiento del protocolo. Esto confirma que, en protocolos técnicos de laboratorio, el registro visual de cada etapa no es un elemento complementario sino un componente estructural del documento, ya que permite al operador verificar los pasos detallados en cada proceso de la elaboración del protector bucal.

El protocolo desarrollado valida la viabilidad técnica de fabricar protectores bucales personalizados para deportistas con ortodoncia utilizando tecnología disponible en

laboratorios dentales de mediana complejidad como el escáner intraoral. La combinación de escaneo intraoral, diseño en Exocad, impresión 3D de modelos y termoformada multicapa no requiere una inversión en infraestructura fuera del alcance de un laboratorio profesional digital contemporáneo, lo que hace del protocolo una herramienta replicable y escalable en distintos contextos de práctica de laboratorio dental.

**Recomendaciones**

Se recomienda ampliar la aplicación del protocolo a una muestra mayor de pacientes deportistas con ortodoncia activa, con distintos tipos de maloclusión y niveles de experiencia del operador, con el fin de documentar posibles variaciones en el resultado del dispositivo según las condiciones clínicas y técnicas del caso. Esto permitiría fortalecer la base de evidencia del protocolo y ajustar los parámetros técnicos para casos de mayor complejidad, como mordidas abiertas o pacientes con aparatología de ortopedia maxilar.

Se recomienda incorporar al protocolo una versión adaptada para laboratorios que no disponen de escáner intraoral, en la que la etapa de digitalización se realice mediante escáner de laboratorio a partir de impresiones convencionales. Esta adaptación permitiría que el flujo híbrido propuesto sea accesible para un mayor número de laboratorios dentales sin sacrificar las ventajas del diseño CAD y la impresión 3D del modelo en las etapas siguientes.

Se recomienda desarrollar un estudio comparativo entre el protector bucal fabricado con el protocolo propuesto y los dispositivos termo moldeables genéricos disponibles en el mercado, evaluando de forma objetiva parámetros como la absorción de impactos, la retención sobre la arcada con aparatología fija y el tiempo de fabricación. Este tipo de estudio aportaría evidencia cuantitativa sobre las ventajas reales del flujo digital frente al método convencional y fortalecería significativamente la base científica del trabajo.

Se recomienda incorporar una etapa formal clínica con el paciente para encuestar cual es el nivel protección y comodidad del protector terminado.

**Referencias Bibliográficas**

Andreasen, J. O., Andreasen, F. M., & Andersson, L. (Eds.). (2018). *Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth* (5.ª ed.). Wiley-Blackwell. ISBN: 978-1-119-16705-1

Anusavice, K. J., Shen, C., & Rawls, H. R. (Eds.). (2013). *Phillips' science of dental materials* (12.ª ed.). Saunders / Elsevier. ISBN: 978-1-4377-2418-9

Craig, R. G., Powers, J. M., & Wataha, J. C. (2012). *Dental materials: Properties and manipulation* (10.ª ed.). Elsevier / Mosby. ISBN: 978-0-323-08386-5

Graber, L. W., Vanarsdall, R. L., & Vig, K. W. L. (Eds.). (2017). *Orthodontics: Current principles and techniques* (6.ª ed.). Elsevier / Mosby. ISBN: 978-0-323-26658-4

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana Editores. ISBN: 978-1-4562-2396-0

Miyazaki, T., Hotta, Y., Kunii, J., Kuriyama, S., & Tamaki, Y. (2009). A review of dental CAD/CAM: Current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dental Materials Journal*, *28*(1), 44–56. https://doi.org/10.4012/dmj.28.44

Miyazaki, T., Nakamura, T., Matsumura, H., Ban, S., & Kobayashi, T. (2013). Current status of zirconia restoration. *Journal of Prosthodontic Research*, *57*(4), 236–261. https://doi.org/10.1016/j.jpor.2013.09.001

Proffit, W. R., Fields, H. W., Larson, B. E., & Sarver, D. M. (2019). *Contemporary orthodontics* (6.ª ed.). Elsevier / Mosby. ISBN: 978-0-323-54387-3

Rossini, G., Parrini, S., Castroflorio, T., Deregibus, A., & Debernardi, C. L. (2015a). Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement: A systematic review. *The Angle Orthodontist*, *85*(5), 881–889. https://doi.org/10.2319/061614-436.1

Rossini, G., Parrini, S., Castroflorio, T., Deregibus, A., & Debernardi, C. L. (2015b). Periodontal health during clear aligners treatment: A systematic review. *European Journal of Orthodontics*, *37*(5), 539–543. https://doi.org/10.1093/ejo/cju083

Tamayo y Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica: Incluye evaluación y administración de proyectos de investigación* (4.ª ed.). Editorial Limusa / Grupo Noriega Editores. ISBN: 968-18-5872-7

American Dental Association. (2021). *Mouthguards*. ADA.

American Dental Association. (2021). *Digital dentistry and mouthguards*. ADA.

Andreasen, J. O., Andreasen, F. M., & Andersson, L. (Eds.). (2018). *Textbook and color atlas of traumatic injuries to the teeth* (5.ª ed.). Wiley-Blackwell.

Anusavice, K. J., Shen, C., & Rawls, H. R. (2013). *Phillips' science of dental materials* (12.ª ed.). Elsevier.

Craig, R. G., & Powers, J. M. (2012). *Restorative dental materials* (13.ª ed.). Mosby Elsevier.

Graber, L. W., Vanarsdall, R. L., & Vig, K. W. L. (Eds.). (2017). *Orthodontics: Current principles and techniques* (6.ª ed.). Elsevier.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana Editores.

Miyazaki, T., Hotta, Y., Kunii, J., Kuriyama, S., & Tamaki, Y. (2019). A review of dental CAD/CAM: Current status and future perspectives. *Journal of Prosthodontic Research*, *63*(1), 1–8. https://doi.org/10.1016/j.jpor.2018.05.001

Organización Mundial de la Salud. (2020). *Guías de bioseguridad en los servicios de salud*. OMS.

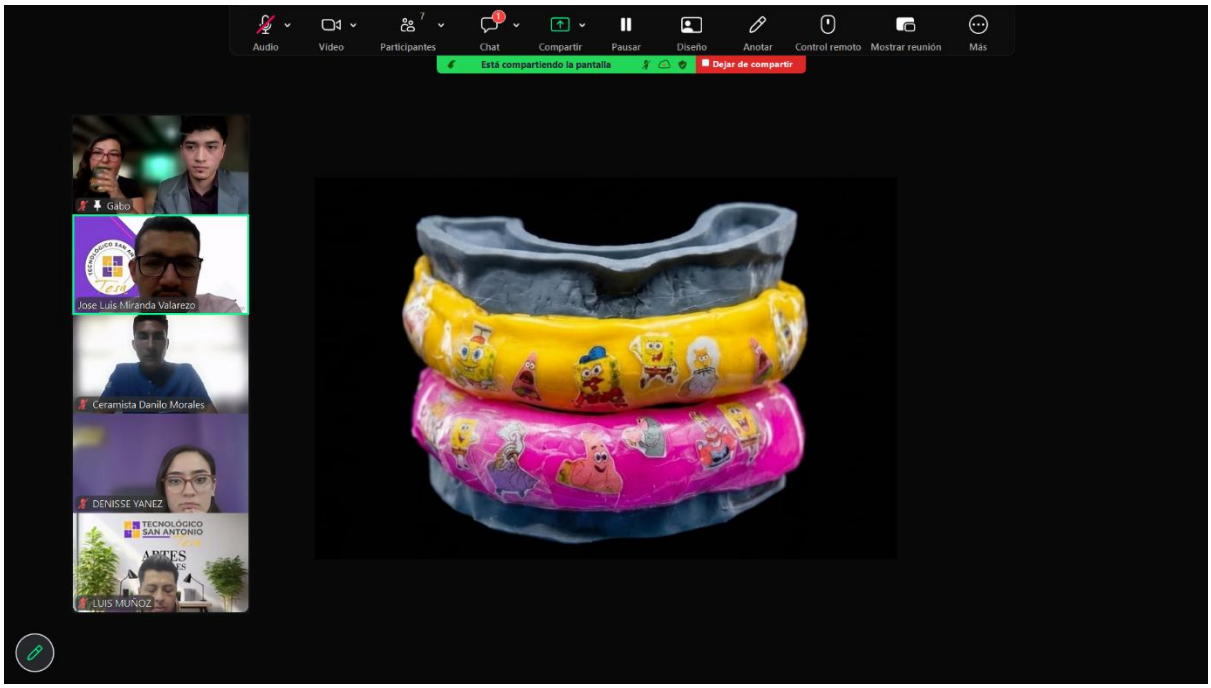
Proffit, W. R., Fields, H. W., & Larson, B. (2019). *Contemporary orthodontics* (6.ª ed.). Elsevier.

Rossini, G., Parrini, S., Castroflorio, T., Deregibus, A., & Debernardi, C. L. (2015). Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement: A systematic review. *The Angle Orthodontist*, *85*(5), 881–889. https://doi.org/10.2319/061614-436.1

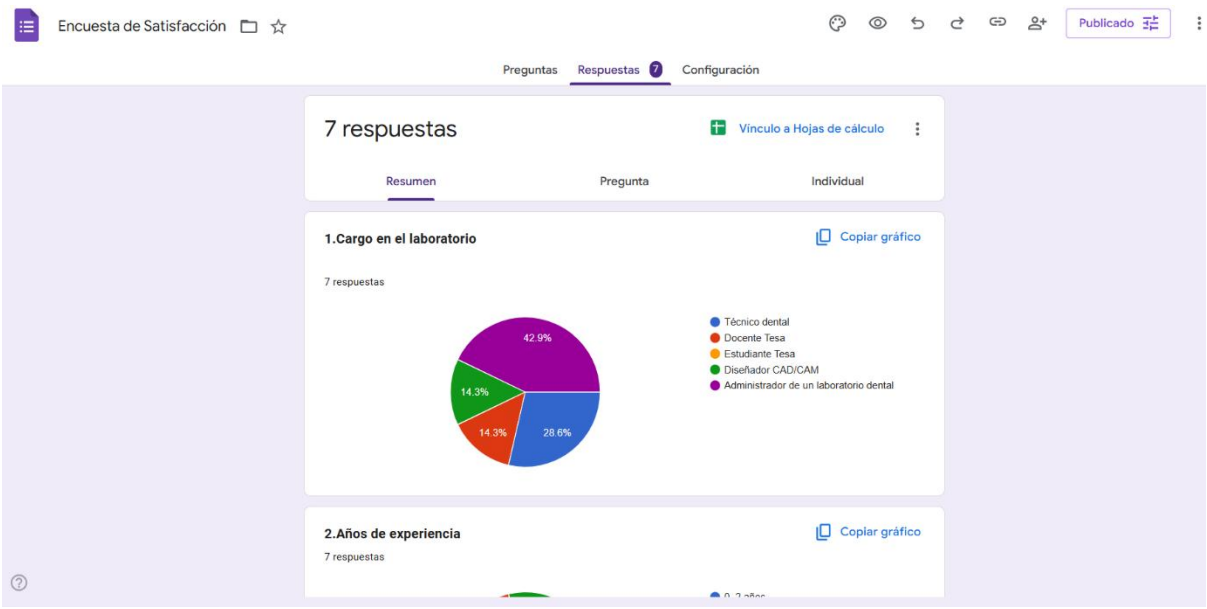
Tamayo y Tamayo, M. (2003). *El proceso de la investigación científica* (4.ª ed.). Editorial Limusa / Grupo Noriega Editores.

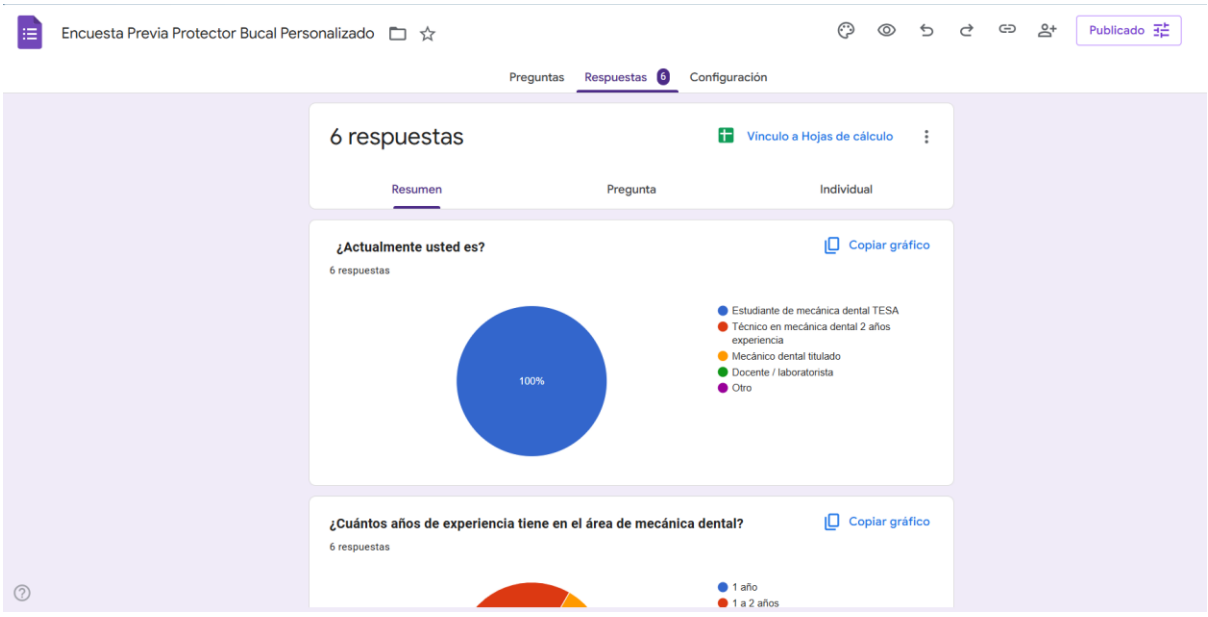
# ANEXO A: Focus group



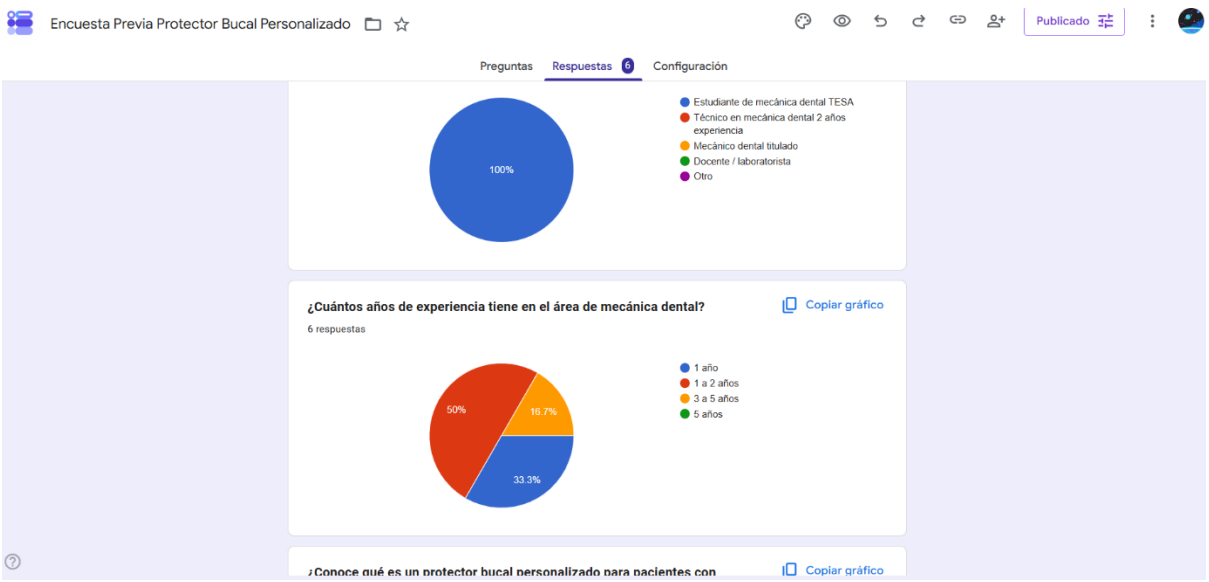



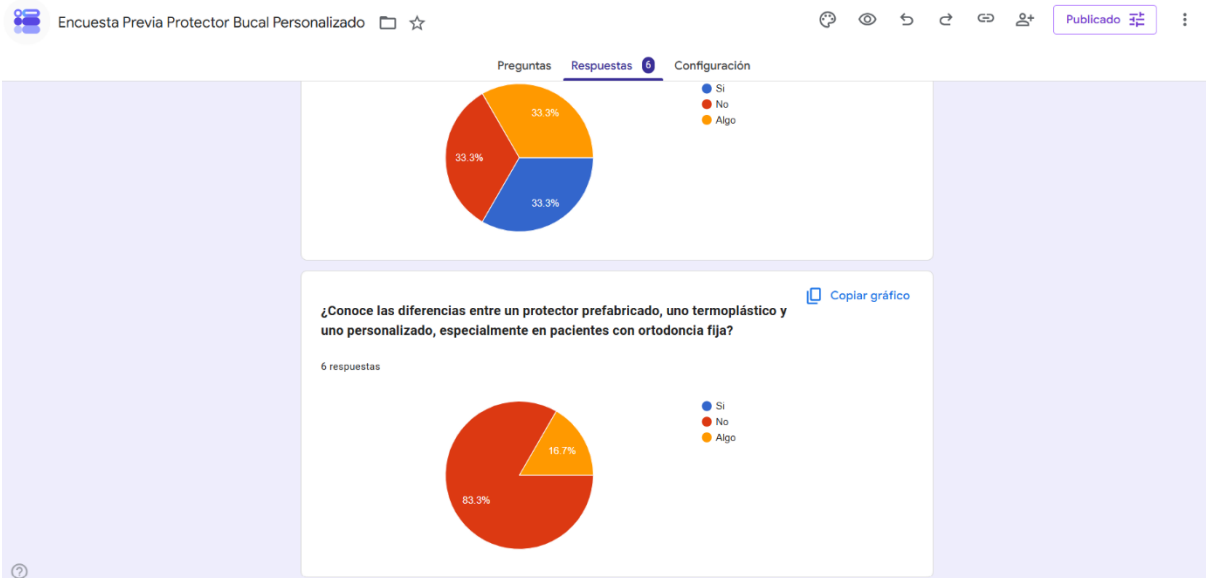
# ANEXO B: Encuesta final



# ANEXO C: Encuesta inicial



TECNOLÓGICO SAN ANTONIO Tesa

# CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD
# TESA

La Dirección de Titulación, certifica que el trabajo final presentado por **ESPINOZA AGUIRRE YOMAIRA MARIELA**, ha sido sometido a un análisis de similitud mediante la herramienta Turnitin.

El resultado obtenido refleja un **10%** 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, 04 de junio del 2026

TECNOLÓGICO SAN ANTONIO Tesa

COORDINACIÓN TITULACIÓN

TECNOLÓGICO SAN ANTONIO Tesa

# CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

# TESA

La Dirección de Titulación, certifica que el trabajo final presentado por **MORILLO ROBLEZ GABRIEL ALEXANDER**, ha sido sometido a un análisis de similitud mediante la herramienta Turnitin.

El resultado obtenido refleja un **10%** 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, 04 de junio del 2026

TECNOLÓGICO SAN ANTONIO Tesa

COORDINACIÓN TITULACIÓN