



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**REDISEÑO DE UN ABREBOCAS DENTAL QUE MINIMICE
EL TRAUMA AL PACIENTE DURANTE SU USO**

Autor:

José Miguel Briceño Viloría

C.I: 27.628.220

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



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE MECÁNICA

**REDISEÑO DE UN ABREBOCAS DENTAL QUE MINIMICE EL TRAUMA AL
PACIENTE DURANTE SU USO**

Proyecto del Trabajo de Grado para optar al título de
INGENIERO MECÁNICO

Autor:

José Briceño Viloría

C.I: 27.628.220

Tutor:

Ing. Yndira Rodríguez Aguirre

C.I: 11.547.002

San Diego, octubre de 2023



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
COORDINACIÓN DE PASANTÍA Y TRABAJO DE GRADO

ACTA DE APROBACIÓN

INFORME FINAL DE PASANTÍA

TRABAJO DE GRADO

El jurado designado por la Facultad de Ingeniería para la evaluación del Informe Final de Pasantía o Trabajo de Grado titulado:

Rediseño de un absebacas dental que minimice el trauma al paciente durante su uso

Realizado por el (la) Br. José Boiceno


C.I. N° 27628220 cursante de la carrera de Ingo Mecánica

hace constar después de analizar su contenido y oída la exposición oral, considera que el Informe Final o Trabajo de Grado ha obtenido la calificación de:

APROBADO

NO APROBADO

El Jurado


Tutor Académico (Coordinador)

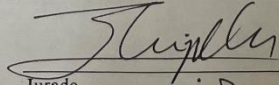
Nombre: Andriaci Rodríguez
C.I.: 11547002


Jurado

Nombre: Donato Romanello
C.I.: 4131877



16/11/23


Jurado
Nombre: Giovanni Pezella
C.I.: 4455859

Fecha: 13/11/2023



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA

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

Quien suscribe, JOSÉ MIGUEL BRICEÑO VILORIA, portador de la cédula de identidad N° 27.628.220, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano YNDIRA RODRÍGUEZ AGUIRRE, portador de la cédula de identidad N° 11.547.002, titulado **REDISEÑO DE UN ABREBOCAS DENTAL QUE MINIMICE EL TRAUMA AL PACIENTE DURANTE SU USO**, presentado como requisito parcial para optar al título de INGENIERO MECÁNICO, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 26 días del mes de octubre del año dos mil veintitrés.

Ing. Yndira Rodríguez Aguirre

C.I: 11.547.002



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA

FI N 003 2023-1CR TG

Valencia, 04 de agosto de 2023

Ciudadano:
BRICEÑO VILORIA, JOSÉ MIGUEL
27.628.220
Presente -

Cumplo con informarle que la comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 09-2023 de fecha 14/06/2023 aprobó el proyecto de grado titulado:

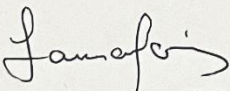
Rediseño de un abrebocas dental que minimice el trauma al paciente durante su uso.

Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Mecánico.

Se ratifica la designación del Tutor Académico que lo asesorará en el desarrollo de este proyecto a:
Dra. Yndira Deyanira Rodríguez Aguirre, titular de la cédula de identidad V-11.547.002

Atentamente




Dra. Laura Aurora Sáenz Palencia
Decana de la Facultad de Ingeniería

c.c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado de la Facultad de Ingeniería

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi tutora Yndira, quien me brindó su experiencia y apoyo en la realización de mi tesis; a mi tutor odontológico Arles, por su dedicación y conocimientos compartidos; y a mis compañeros, por ser parte fundamental en mi recorrido académico y no académico. Gracias por su tiempo, apoyo y valiosos consejos. Estoy profundamente agradecido por su ayuda en este importante proyecto.

DEDICATORIA

Dedico mi tesis con amor y gratitud a mi familia, mi mami Ysabel, Mi papi Miguel y mi hermanita Anna por su apoyo incondicional a lo largo de mi recorrido académico. Igualmente, quiero dedicar este logro a mi novia Cami, quien ha sido una gran fuente de motivación en mi esfuerzo constante por alcanzar mis metas. Les agradezco por su presencia y apoyo en cada paso del camino.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	pp.
LISTAS DE CUADROS	x
LISTAS DE FIGURAS	x
RESUMEN	xiii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO

I EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema	3
1.2 Formulación del problema.....	6
1.3 Objetivos de la Investigación.....	6
1.3.1 Objetivo General.....	6
1.3.2 Objetivos Específicos.....	6
1.4 Justificación	6
1.5 Alcance	7

II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes.....	8
2.2 Teorías Centrales de la Investigación	10
2.2.1 Teoría de la Energía de Deformación	10
2.2.2 Criterio de Von Mises.....	10
2.2.3 Teoría Odontológica Basada en la Evidencia	11
2.2.4 Método Vílchez.....	12
2.3 Bases Teóricas	14
2.3.1 Instrumentos Odontológicos	14
2.3.1.1 Instrumentos Simples	14
2.3.1.2 Instrumentos Complejos.....	15
2.3.2 Abrebocas Odontológico	16
2.3.3 Tipos de Abrebocas.....	17
2.3.3.1 Abrebocas quirúrgico	17

2.3.3.2	Abrebocas Spandex	18
2.3.3.3	Abrebocas Mirahold-Block	19
2.3.3.4	Abrebocas con Retractor de Lengua	20
2.3.3.5	Abrebocas de empresas Odontológicas.....	21
2.3.3.6	Abrebocas con Succión Incluida.....	22
2.3.4	Esterilización en Instrumentos Odontológicos	23
2.3.5	Métodos de Esterilización.....	23
2.4	Bases Legales.....	24
2.4.1	COVENIN 995-80	25
2.4.2	COVENIN 2843-1991	25
2.4.3	ISO 13485	25
2.4.4	UNE-EN ISO 15225	25
2.5	Definición de Términos Básicos.....	26

III MARCO METODOLÓGICO

3.1	Paradigma de la Investigación	27
3.2	Tipo de Investigación	27
3.3	Diseño de la Investigación.....	28
3.4	Nivel de Investigación	28
3.5	Población y Muestra	29
3.6	Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	29
3.7	Técnicas y Herramientas de Análisis de Datos.....	30
3.8	Fases de la Investigación	30

IV RESULTADOS

4.1	Fase I: “Diagnóstico de la situación actual de los procedimientos e implementos utilizados durante una intervención odontológica.”	33
4.1.1	Entrevista Estructurada	34
4.2	Fase II: “Análisis de las características y/o atributos de los distintos implementos utilizados durante un procedimiento odontológico.”.....	36
4.2.1	Diagrama Causa y Efecto (Diagrama de Ishikawa).....	36
4.2.2	Diagrama de Pareto.....	38

4.2.3	La técnica de los cinco (5) ¿Por qué?	39
4.2.4	Campo visual de un abreboca	41
4.2.5	Materiales en abre bocas.....	44
4.3	Fase III: “Diseñar un implemento odontológico que minimice el trauma maxilofacial del paciente y permita al odontólogo trabajar de manera eficiente.”	46
4.3.1	Diseño del abre bocas con eyector incluido.....	48
4.3.2	Selección del material del Abrebocas con eyección.....	54
4.3.3	Cálculo de la teoría de Falla (Von Mises)	56
4.3.4	Simulación de Análisis Estático en SolidWorks.....	62
4.3.5	Simulación de Fluidos en SolidWorks.....	64
4.3.6	Limpieza y esterilización del abre bocas con eyección	65
4.3.7	Posibles soluciones para el abre bocas con la eyección.....	66
4.3.7.1	Posible Solución 1 (PS1).....	66
4.3.7.2	Posible Solución 2 (PS2).....	67
4.3.7.3	Posible Solución 3 (PS3).....	67
4.3.7.4	Posible Solución 4 (PS4).....	67
4.3.8	Aplicación de Restricciones a Posibles Soluciones	68
4.3.9	Ponderación de Criterios.....	69
4.3.10	Ponderación de los Soluciones con respecto a cada Criterio.....	70
4.3.11	Ponderación Final	72
4.4	Fase IV: “Evaluación de la viabilidad técnica, operativa, ambiental, social y financiera del equipo diseñado”.....	73
4.4.1	Viabilidad Técnica	73
4.4.2	Viabilidad Operativa.....	73
4.4.3	Viabilidad Ambiental.....	74
4.4.4	Viabilidad Social.....	74
4.4.5	Viabilidad Financiera.....	74
	CONCLUSIONES.....	77
	RECOMENDACIONES	79
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80
	ANEXOS.....	80

LISTA DE CUADROS

DESCRIPCIÓN

CUADRO		p.
1	Cuadro operacionalización de variables.....	32
2	Lista de Control. Diálogo plasmado: Preguntas y Respuestas de la Entrevista.....	34
3	Causas y Frecuencias.....	39
4	Técnica de 5 ¿Por qué?.....	40
5	Restricciones a Posibles Soluciones.....	69
6	Asignación de Ponderación de Criterios.....	70
7	Comprobación Lógica de los Criterios.....	71
8	Ponderación de Soluciones para C1.....	71
9	Ponderación de Soluciones para C2.....	72
10	Ponderación de Soluciones para C3.....	72
11	Ponderación de Soluciones para C4.....	72
12	Ponderación de Soluciones para C5.....	73
13	Ponderación Final.....	73
14	Valor Resultante de cada Solución.....	73

LISTA DE FIGURAS

DESCRIPCIÓN

FIGURA		p.
1	Abrebocas con succión Incluida.....	5
2	Instrumentos Odontológicos Simples	11
3	Instrumentos Odontológicos Complejos.....	12
4	Abrebocas Molt	13
5	Abrebocas Jennings.....	14

6	Abrebocas Spandex.....	15
7	Abrebocas Mirahold-Block.....	16
8	Abrebocas con Retractor de Lengua.....	16
9	Abrebocas Umbrella.....	17
10	Abrebocas Spandex de Indusbello.....	18
11	Abrebocas con succión incluido.....	19
12	Horno de esterilización por calor seco.....	20
13	Tensión Equivalente.....	21
14	Métodos de Vílchez.....	23
15	Pasos para seleccionar la mejor solución.....	24
16	Diagrama causa-efecto (Ishikawa).....	37
17	Diagrama de Pareto.....	38
18	Campo Visual de un Abrebocas con Retractor de Lengua.....	42
19	Campo Visual de un Abreboca Spandex.....	42
20	Campo Visual de un Abrebocas fotográficos.....	43
21	Plástico ABS en bruto.....	44
22	Plástico Policarbonato en bruto.....	44
23	Plástico Polipropileno en bruto.....	45
24	Abrebocas retractor fabricado de Ule.....	46
25	Fotografía señalando el maltrato.....	46
26	Fotografía señalando el maltrato producido por el Abrebocas..	47
27	Fotografías de los Abrebocas Spandex referenciales.....	48
28	Diseño del Abrebocas con Imagen.....	48
29	Abrebocas Spandex con Retractor de Mejillas.....	49
30	Diseño del Retractor de Mejillas en SolidWorks.....	50
31	Ángulo de inclinación del Retractor de Mejillas en SolidWorks.....	50
32	Representación del recorrido del eyector del nuevo Abrebocas	51
33	Diseño terminado del recorrido del eyector en SolidWorks.....	51
34	Diseño la boquilla del eyector del Abrebocas.....	52
35	Renderizado del nuevo Abrebocas con eyector.....	53

36	Abrebocas Umbrella fabricado con Polipropeno.....	54
37	Características del Material Polipropeno utilizado en simulaciones en SolidWorks.....	54
38	Representación del Punto crítico y la Carga aplicada.....	55
39	Representación del sistema de coordenadas para los cálculos...	56
40	Geometría y dimensiones para el análisis de un elemento curvo.....	57
41	Medidas de diámetros del abreboca utilizados en los cálculos..	57
42	Tabla de Datos sobre la sección del Punto Crítico dada por SolidWorks.....	58
43	Resultados del Análisis Estático de SolidWorks (Tensiones VM).....	61
44	Resultados del Análisis Estático de SolidWorks en la Sección de Punto Crítico (Tensiones VM).....	61
45	Resultados de la Simulación de Fluidos del Abrebocas en SolidWorks, valores de velocidad.....	63
46	Horno de esterilización por Autoclave.....	64
47	Cepillo para la limpieza de cánulas.....	64
48	Render del Rediseño de Abrebocas en SolidWorks.....	65
49	Abrebocas con eyección para el rediseño.....	65
50	Abrebocas con eyección.....	66
51	Abrebocas con eyección 2.....	66



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA**

**REDISEÑO DE UN ABREBOCA DENTAL QUE MINIMICE EL TRAUMA AL
PACIENTE DURANTE SU USO**

Autor: José Briceño

C.I: 27.628.220

Tutor: Yndira Rodríguez Aguirre

C.I: 11.547.002

Fecha: junio 2023

RESUMEN

La presente investigación propone realizar el rediseño de un dispositivo dental que minimice el trauma al paciente durante su uso. La cual está enmarcada dentro del tipo de investigación de proyecto factible, respaldada por un diseño de campo y documental y un nivel descriptivo. bajo la Línea de Investigación: Ciencias cognitivas y aplicadas. Para alcanzar los objetivos propuestos, las técnicas e instrumentos de recolección de datos se basaron en la observación directa por medio de listas de control y registros anecdóticos; y entrevistas estructuradas por medio de libretas de notas y guiones estructurados, junto con las herramientas de análisis de datos, la revisión documental y los instrumentos necesarios para alcanzar los fines establecidos. El objetivo general permite alcanzar el rediseño propuesto, tomando en consideración que los abre bocas dentales permiten ayudar al paciente a abrir la boca de forma segura y sin esfuerzo durante los procedimientos dentales lo cual ayuda al profesional odontológico a realizar un trabajo más preciso y seguro. Los abre bocas dentales se han utilizado en la práctica odontológica desde hace muchos años para mantener la cavidad abierta durante los procedimientos dentales. Sin embargo, el uso de algunos tipos de abre bocas en la práctica puede generar problemas en cuanto a su ergonomía como también, afectar negativamente la experiencia de los pacientes causándoles molestias durante los procedimientos dentales. Es por esto que surgió la necesidad de proponer recomendaciones para mejorar su diseño con el fin de reducir el trauma maxilofacial del paciente y mejorar la practicidad del odontólogo.

Descriptores: Abreboca Dental, Ergonomía, Trauma, Rediseño

INTRODUCCIÓN

La odontología es una rama de la ciencia médica que se encarga del diagnóstico, prevención y tratamiento de las enfermedades dentales. Para llevar a cabo estos procedimientos, los profesionales de la salud dental requieren de herramientas específicas y eficaces que les permitan realizar procedimientos dentales de manera efectiva y segura. Entre estos instrumentos, el abrebocas dental es uno de los principales debido a que permite mantener la cavidad oral abierta y facilitar el acceso a la zona de trabajo. Existen diferentes tipos de abrebocas con diferentes materiales, cada uno con sus propias ventajas y desventajas.

No obstante, el uso prolongado de algunos tipos de abrebocas puede generar problemas en cuanto a su ergonomía y dolor en el paciente durante los procedimientos dentales. El abrebocas con eyector incluido puede causar un trauma maxilofacial por el uso prolongado de este dispositivo lo cual puede ser perjudicial para la salud y bienestar del paciente. Por lo tanto, se hace necesario el rediseño de un abrebocas dental con eyector incluido que minimice el trauma al paciente durante su uso, mejorando su ergonomía y reduciendo los efectos secundarios negativos.

En este contexto, se ha propuesto el diseño de un abrebocas dental con eyector incluido que busca reducir los efectos secundarios negativos para el paciente y mejorar la practicidad del odontólogo durante los procedimientos dentales.

Por consiguiente y considerando las formalidades establecidas por la institución para la presentación del proyecto, éste se encuentra estructurado por cuatro capítulos en los que cada uno dispone del siguiente contenido.

En el Capítulo I: El Problema, se muestra el planeamiento del problema con las consecuencias que este acarrea, los objetivos que definen el estudio como generales y específico, adicionalmente la justificación de la investigación. Hasta mostrar el alcance y las limitaciones encontradas.

En el Capítulo II: Marco Teórico, en este capítulo se muestra los antecedentes que sustentan la investigación a través de estudios previos que guardan relación con el tema, las bases teóricas que fortalecen la investigación y por último se definen los términos básicos y complejos de los temas.

En el Capítulo III: Marco Metodológico, En el cual se muestra el tipo y diseño de la investigación, así como las técnicas y herramientas para la recolección de datos necesario para el

desarrollo de las cuatro fases planteadas en la investigación descritas, tomando en cuenta como referencia de los objetivos específicos de la investigación.

Finalmente, en **el Capítulo IV**: Se presenta los resultados del rediseño del abre bocas con eyector incluido, incluyendo un análisis de diseño, criterios utilizados y la viabilidad del rediseño desde diversas perspectivas.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del Problema

Dentro del mundo odontológico existe una gran variedad de instrumentos, aparatos y tecnologías que han venido modificándose vertiginosamente a través del tiempo para mejorar con más detalle su funcionamiento como también la practicidad. De igual modo, se siguen usando todos los instrumentos clásicos de la odontología para operatoria dental, prostodoncia, periodoncia, endodoncia y odontopediatría. En el mismo orden de ideas, los instrumentos odontológicos son herramientas esenciales en la práctica clínica, éstos permiten a los odontólogos llevar a cabo procedimientos dentales de manera segura y efectiva. Su importancia radica en la capacidad de realizar tareas específicas en la boca del paciente, ya que están diseñados para manipular, cortar, raspar, medir los tejidos dentales y orales, entre más aplicaciones, de modo que permiten realizar amplias operaciones y tratamientos dentales.

El diseño de estos instrumentos requiere de una atención importante ya que, para poder ser utilizados deben ser seguros y cumplir con ciertas condiciones como, materiales resistentes y de calidad; en ciertos casos deben ser inoxidable para su óptima limpieza y esterilización; además, cumplir un buen balance entre ergonomía y peso para la facilidad de su uso durante procedimientos largos. Dicho lo anterior, uno de los instrumentos imprescindibles durante una operación odontológica es el abreboca dental de modo que permite ayudar al paciente a abrir la boca de forma segura y sin esfuerzo durante los procedimientos dentales lo cual ayuda al profesional dental a realizar un trabajo más preciso y seguro. Los abre bocas dentales se han utilizado en la práctica odontológica desde hace muchos años para mantener la cavidad abierta durante los procedimientos dentales.

Los primeros abre bocas eran simples dispositivos elaborados de madera o metal que se colocaban en la boca del paciente y se sujetaban con la ayuda de una correa alrededor de la cabeza, éstos eran rudimentarios y no eran cómodos para el paciente, lo que resultaba a menudo lesiones en los tejidos orales. Por esto, con el paso del tiempo los abre bocas dentales han evolucionado para convertirse en dispositivos más sofisticados y cómodos. En la actualidad, los abre bocas que se utilizan en procedimientos odontológicos por lo general están fabricados con materiales más resistentes y duraderos, como el metal o el plástico, lo que esto permite una mejor y más fácil desinfección para su reutilización. Aunque, estos abre bocas modernos son más cómodos que los

modelos antiguos, todavía pueden resultar incómodos y dolorosos para el paciente durante procedimientos más largos.

A pesar de los nuevos materiales utilizados en la fabricación de abrebocas permiten una mejor adaptabilidad a la anatomía del paciente, aún pueden ser rígidos, causando incomodidad, dolor en la mandíbula y los músculos circundantes después de un uso prolongado. Es por esto que es importante que los profesionales de la salud tomen medidas para minimizar la incomodidad y el dolor del paciente, incluyendo el uso de materiales más flexibles o la aplicación de anestesia local para reducir la sensación de incomodidad. Así mismo, hay una gran variedad de abrebocas de diferentes formas y tamaños que se utilizan dependiendo del procedimiento odontológico y del criterio del odontólogo para trabajar con más facilidad y seguridad durante el proceso. En el diseño y la forma de los abrebocas también se pueden considerar el tiempo y la aplicación que éstos estén en uso.

Con respecto a la variedad de materiales utilizados en la fabricación de los abrebocas, están presentes el metal y el plástico, ofrecen opciones para las necesidades del paciente y la situación clínica, permitiendo a los odontólogos seleccionar el abrebocas que mejor se adapte al tratamiento dental. Ahora, en cuanto a la conservación de la boca limpia de líquidos durante un tratamiento dental, es una práctica esencial para prevenir la contaminación bacteriana y la infección en el sitio del tratamiento. La presencia de líquidos o restos alimenticios en la boca puede permitir la multiplicación de bacterias y aumentar el riesgo de complicaciones en el tratamiento. Además, los líquidos y restos de alimentos pueden dificultar el acceso de los instrumentos dentales al sitio de tratamiento, lo que puede afectar la precisión y la efectividad del procedimiento.

La salivación de cada persona es única y puede variar considerablemente de un individuo a otro. Esta variación en la cantidad de líquidos acumulados dentro de la boca puede influir directamente en la facilidad o dificultad de la succión, especialmente en el contexto de los pacientes. Es importante tener en cuenta que algunos pacientes pueden experimentar una succión más sencilla debido a una menor acumulación de líquidos, lo que facilita el proceso de succión. Por otro lado, otros pacientes pueden enfrentar mayores desafíos debido a una mayor acumulación de líquidos en la boca, lo que puede hacer que la succión sea más laboriosa y complicada.

Como se ha dicho, es esencial mantener la boca del paciente limpia y seca durante un tratamiento médico o dental, ya que existe una probabilidad de riesgo significativo de que pueda tragar accidentalmente líquidos o algunos restos de alimentos durante el procedimiento, lo que

puede causar o dar lugar a complicaciones graves como la asfixia o problemas respiratorios. Además, la presencia de humedad en la boca puede interferir con la efectividad de la anestesia local utilizada durante el tratamiento, lo que podría aumentar el riesgo de sentir dolor o incomodidad. Por lo tanto, es especialmente crucial garantizar que la boca del paciente esté “seca” y libre de cualquier sustancia que pueda poner en riesgo su seguridad y comodidad durante el procedimiento.

En la odontología, el uso de herramientas especializadas es crucial para garantizar el éxito del procedimiento y el confort del paciente. Dos de las herramientas más importantes son los abrebocas y el eyector odontológico. Los abrebocas permiten no solo mantener la boca del paciente abierta durante los procedimientos, sino que también generan un campo de trabajo o de visión para el odontólogo, lo que facilita en gran medida el trabajo y aumenta la efectividad del procedimiento dental. Por otro lado, el eyector odontológico se utiliza para eliminar los líquidos de la boca y mantener el área de trabajo despejada, evitando la acumulación de líquidos dentro de la boca y mejorando la visibilidad para el odontólogo. El uso adecuado de estos dos instrumentos en conjunto es de suma importancia en la odontología moderna, lo que contribuye a un desempeño eficiente del odontólogo y a mejorar la experiencia del paciente.

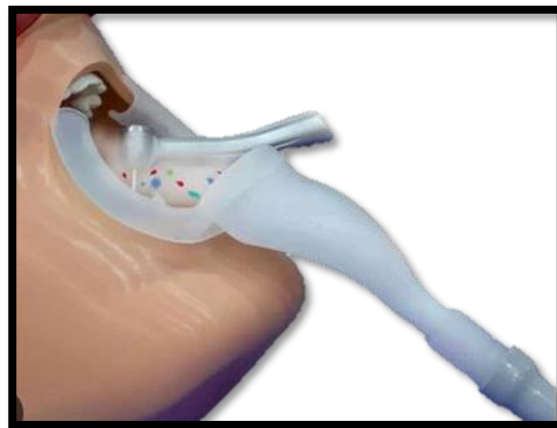


Figura 1. Abrebocas con succión incluido.
Fuente: Instrumentos Odontológicos (2002)

El abrebocas con eyector incluido es un instrumento que permite separar la mandíbula y lograr una apertura de la boca suficientemente grande mientras se realiza un tratamiento y a su vez, facilita la eliminación de saliva y otros líquidos de la boca, mediante un tubo eyector incorporado para la extracción de estos líquidos. Sin embargo, el uso de este tipo de abrebocas en la práctica

puede generar problemas en cuanto a su ergonomía como también, afectar negativamente la experiencia de los pacientes causándoles molestias durante los procedimientos dentales. Es por esto que surgió la necesidad de proponer recomendaciones para mejorar su diseño con el fin de reducir el trauma maxilofacial del paciente y mejorar la practicidad del odontólogo.

1.2 Formulación del problema.

Para dar una posible solución a la problemática antes expuesta, se plantea la siguiente interrogante: ¿Cómo se puede minimizar el trauma maxilofacial del paciente y mejorar la practicidad del odontólogo durante un procedimiento odontológico?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Rediseñar un abre bocas dental con eyector incluido que minimice el trauma del paciente durante su uso y mejore la practicidad al odontólogo.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual de los procedimientos e implementos utilizados durante una intervención odontológica.
- Analizar las características y/o atributos de los distintos implementos utilizados durante un procedimiento odontológico.
- Diseñar un implemento odontológico que minimice el trauma maxilofacial del paciente y permita al odontólogo trabajar de manera eficiente.
- Evaluar la viabilidad técnica, operativa, ambiental, social y financiera del equipo diseñado.

1.4 Justificación

Los instrumentos odontológicos son de suma importancia para el trabajo del odontólogo, ya que juegan un papel fundamental en la salud e higiene bucal. Estos instrumentos permiten al profesional dental facilitar y mejorar la calidad de su trabajo, brindando una buena seguridad al paciente. En el ámbito laboral de los odontólogos, las herramientas son indispensables para el desempeño de su trabajo. Desde el punto de vista ergonómico, es justificada la investigación en instrumentos de fácil operatividad y uso, ya que esto permitirá trabajar de manera más eficiente en un consultorio dental, atendiendo a más pacientes en menos tiempo.

Por consiguiente, contar con instrumentos odontológicos adecuados puede mejorar el rendimiento del odontólogo y aumentar la rentabilidad del consultorio dental. Es por ello que la

elección de los instrumentos y su correcto mantenimiento son aspectos esenciales en la práctica odontológica.

Ahora bien, desde el punto de vista de innovación la investigación se justifica ya que, si el abre bocas actual es similar a otros en el mercado, un rediseño innovador optando por mejoras, soluciones y diferenciado puede destacar captando a nuevos clientes. Así mismo, el punto de vista académico la investigación se justifica ya que, mediante una serie de estudios y simulaciones detalladas, se analizará la mejor solución para un rediseño del abre boca dental con eyector incluido que cumpla con ciertos requisitos y criterios de manera que se concluya su viabilidad. Por último, el punto de vista social puede tener un impacto positivo en la experiencia del paciente, mitigando el mito del maltrato en consultas odontológicas.

1.5 Alcance

En cuanto al alcance, el estudio se desarrolla únicamente en el tipo de abre bocas con eyector incluido por ser uno de los instrumentos más comúnmente utilizados en los procedimientos odontológicos. Por otra parte, la investigación contempla la determinación del tipo de material adecuado para la fabricación del instrumento en estudio. Por último, el informe será utilizado como credencial de mérito para optar al título de ingeniero mecánico de la Universidad José Antonio Páez

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

A continuación, se presentan los antecedentes de orden bibliográfico, sobre las investigaciones realizadas con anterioridad a la investigación actual. Las investigaciones citadas a continuación son fuentes bibliográficas que sirvieron como base para la realización del actual trabajo de grado, siendo dichas investigaciones realizadas con objetivos afines a los planteados en el presente proyecto.

Yamamoto, Hamasaki, Tokieda y Matsumoto (2023) elaboraron una investigación titulada como “**Design of Dental Mouth Prop**”, presentado en la facultad de Ingeniería de la Universidad de Nagasaki, Japón. Dicho lo anterior, asumieron la problemática de crear un soporte dental que no dañe el interior de la cavidad oral, la cual se llevó a cabo utilizando la Teoría Odontológica Basada en Evidencia. La investigación concluyó que se desarrolló un dispositivo dental que puede ser insertado y retirado fácilmente de la cavidad oral, sin causar un daño. El dispositivo es lo suficientemente delgado para ser insertado en la boca y puede cambiar la forma para sujetar los dientes mediante el uso de aire con presión negativa en la punta de silicona. En resumen, los resultados indicaron que el dispositivo dental es suficiente para uso. Esta investigación aportó en gran medida el objetivo principal de la investigación, ya que era diseñar un dispositivo que permitiese ser introducido a través de una pequeña abertura de la boca, mientras que ofreciese comodidad al paciente, no fracturara el dispositivo por la mordida del paciente y mantuviese la boca abierta.

Así mismo, Pérez, Cabeza, Cáceres y Caicedo (2021), presentaron una investigación titulada “**Diseño de dispositivo mecánico para el traslado de pacientes con discapacidad motriz**”, elaborado en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Nacional Experimental del Táchira, Venezuela. El objetivo principal fue diseñar un dispositivo mecánico para el traslado de pacientes con discapacidad motriz en centros hospitalarios del estado Táchira, Venezuela, cuya construcción y puesta en marcha sea factible tanto técnica como económicamente para el mercado venezolano. Para la realización de la investigación, se empleó una metodología de diseño que incluyó la detección de necesidades directamente desde los usuarios del dispositivo en centros de rehabilitación en Venezuela. Se diseñó el dispositivo mecánico teniendo en cuenta el costo y la posibilidad de adquisición, para su diseño se utilizó el criterio de Von Mises para

analizar las tensiones resistivas que podía soportar el dispositivo. De la dicha investigación, hizo aporte en la metodología para obtener la mejor solución y en el desarrollo del diseño del dispositivo mecánico, con el criterio de Von Mises.

Por otro lado, Grau y Martínez (2020), realizaron una investigación titulada como, **“Metodología para el diseño computacional de andamios a ser utilizados en reparación ósea”**, presentada en el Departamento de Mecánica en la Universidad Simón Bolívar, Venezuela. El objetivo principal de la investigación fue desarrollar un modelo numérico basado en elementos finitos para evaluar el comportamiento estructural de un andamio durante la reparación de fracturas óseas en huesos largos. Para la realización de la investigación, hicieron una evaluación y selección de un diseño de andamio que permitiera la osteogénesis, la vascularización y fuera factible de fabricar por métodos de prototipado rápido. Luego se analizaron los esfuerzos generados con el criterio de Von Mises tanto en el andamio como en los tejidos óseos circundantes en el instante inicial y final. Se utilizó el Software ANSYS Multiphysics para el modelo numérico basados en elementos finitos. De la presente investigación se puede tomar de aporte, los análisis de los esfuerzos generados con el criterio de Von Mises.

Por otra parte, Cosme y Waldir (2019) desarrollaron una investigación que se titula como **“Diseño e implementación de un sistema de medición del nivel de consumo de gas para un balón de uso doméstico”**, presentado para optar el título de Ingeniero Mecánico en la Universidad Cesar Vallejo, Colombia. El objetivo enfoque de esta investigación fue diseñar e implementar un sistema que permitiera evitar paradas imprevistas mientras se esté cocinando, lo cual disminuiría las pérdidas de tiempo a los consumidores.

De esta investigación puede sobresalir los aspectos para el diseño del balón, se consideró los tipos, la operacionalización de variables, el método y análisis de datos utilizados. Además de seleccionar la alternativa más óptima de diseño del sistema de medición del nivel de gas, programar del nivel del gas en un software (Sketch Arduino) y la simulación y análisis en el software (SolidWorks). Por otra parte, se utilizó el análisis estático de la tensión de Von Mises en la base móvil del sistema de medición del nivel.

Por último, Othman, Abdullah, Abdul y Rashid (2018), realizaron una investigación titulada como **“New Mouth Spacer Desing for Dental Application”**. Presentaron para optar por el título de Ingeniero Mecánico en la Universidad Tecnológica MARA, Malasia. El objetivo principal del proyecto era diseñar y desarrollar un nuevo tipo de separador bucal o abre bocas que

permitiera mantener la boca abierta lo suficiente durante los procedimientos dentales, además, limitar la el movimiento de la lengua y reducir el dolor en las encías y mandíbulas.

De la investigación se puede destacar que se logró diseñar y desarrollar un nuevo tipo de abre bocas que cumple con los objetivos propuestos. Para el diseño se consideró la capacidad máxima de apertura de la boca y la longitud de la trayectoria condilar, como también, se consideró el desarrollo de la fuerza de apertura de la boca, la relación entre la apertura de la boca y la articulación temporomandibular humana para determinar la capacidad del nuevo diseño del producto. De igual forma, reducir el dolor en las encías y la mandíbula fue un objetivo importante para los parámetros del diseño del abre bocas. En definitiva, el aporte proporcionado se basa en los estudios bucales que se realizaron en consideración del nuevo diseño del abre bocas.

2.2 Teorías Centrales de la Investigación

2.2.1 Teoría de la Energía de Deformación

El comienzo de la deformación plástica, es decir, de la fluencia, queda patente en los ensayos de tensión simple por la desviación de la proporcionalidad esfuerzo-deformación. Prácticamente, la fluencia comienza cuando las deformaciones plásticas empiezan a ser apreciables. Ahora bien, cuando no se trata de esfuerzo simple, sino de esfuerzos combinados en varias direcciones, la fluencia dependerá de alguna combinación de estas componentes del esfuerzo. (Pytel, 1994)

2.2.2 Criterio de Von Mises

La teoría de Von Mises también conocida como la distorsión máxima es un criterio de falla utilizado en la mecánica de materiales para predecir cuándo un material dúctil comenzará a deformarse plásticamente. Este criterio se basa en la energía de deformación distorsional y establece que el material comienza a ceder cuando la energía de deformación distorsional en un punto alcanza un valor crítico. Esta energía es una medida de la cantidad de trabajo necesario para modificar la forma de un material sin cambiar su volumen. (Boresi, 1993)

El criterio de Von Mises establece que el material comenzará a ceder cuando la energía de deformación distorsional en un punto alcance el 50% del valor máximo que puede soportar sin fallar. Este criterio se utiliza comúnmente en ingeniería estructural y diseño mecánico para predecir el comportamiento plástico de los materiales bajo cargas cíclicas o variables. (Boresi, 1993)

La energía de deformación de un sólido deformable es igual al trabajo realizado por las fuerzas externas que causan la deformación. Este trabajo puede separarse en dos componentes:

trabajo invertido en cambiar la forma del cuerpo (energía de distorsión) y trabajo invertido en comprimir o dilatar el cuerpo mientras se mantienen constantes las relaciones geométricas (energía elástica volumétrica). (Boresi, 1993)

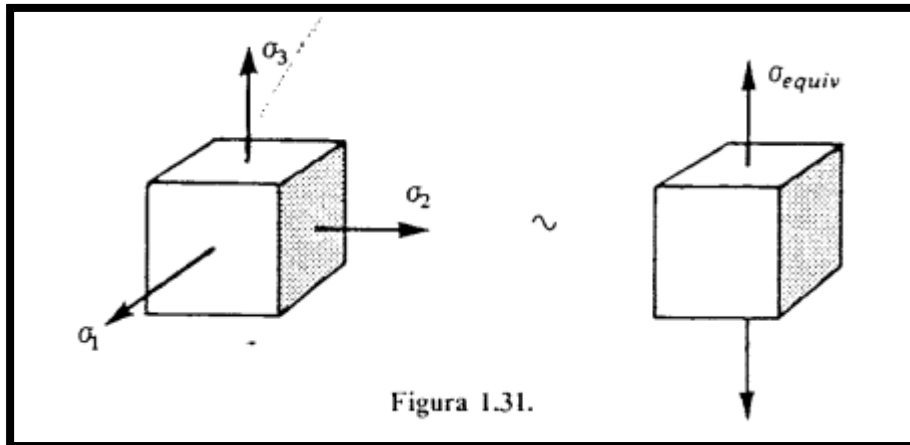


Figura 13. Tensión Equivalente.
Fuente: Resistencia de Materiales (Ortiz, 1990).

Son varios los criterios que se han propuesto para fijar la tensión equivalente, es decir, la tensión que existiría en una probeta de ese material sometido a tracción monoaxial tal que tuviera igual resistencia que el elemento del sólido elástico sometido al estado triple dado (Ver Figura 13). (Ortiz, 1990)

Según el criterio de Von Mises, solamente de la energía de la deformación, la debida al cambio de forma, determina la aparición de deformaciones plásticas. Se establece como tensión equivalente la siguiente:

$$\sigma_{eq} = \sqrt{\frac{1}{2} [(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2]} \quad \text{Ec. 1.}$$

Numerosas experiencias realizadas con materiales dúctiles han puesto de manifiesto que la teoría de Von Mises, o su equivalente de la tensión tangencial octaédrica, son las que explican de un modo más satisfactorio el comienzo de defórmaciones plásticas en estos materiales sometidos a cargas estáticas. (Ortiz, 1990)

2.2.3 Teoría Odontológica Basada en la Evidencia

La Teoría Basada en Evidencia (TBE) es un enfoque sistemático y riguroso para la toma de decisiones clínicas que se basa en la mejor evidencia científica disponible. Este enfoque implica

hacer preguntas clínicas específicas, buscar y evaluar críticamente la literatura científica relevante y aplicar los resultados a la práctica clínica. (Forrest & Miller, 2002)

La TBE se utiliza comúnmente en campos como la medicina, la enfermería, la odontología y otras disciplinas de atención médica para garantizar que las decisiones clínicas se tomen de manera informada y basada en datos sólidos. La TBE también puede ayudar a reducir la variabilidad en la práctica clínica, mejorar los resultados del paciente y aumentar la eficiencia del sistema de atención médica. (Forrest & Miller, 2002)

La Odontología Basada en la Evidencia (OBE) es una teoría del razonamiento médico que se enfoca en utilizar la mejor evidencia científica disponible para tomar de igual manera que la TBE, decisiones clínicas informadas y mejorar la calidad de atención dental que se brinda a los pacientes. La práctica de la OBE implica formular preguntas claramente definidas, buscar y analizar críticamente la literatura científica relevante y aplicar los hallazgos en la práctica clínica. (Pané & Cuenca, 1999)

La práctica de la OBE implica los siguientes pasos:

- **Formulación de preguntas clínicas específicas:** en este paso los profesionales deben formular preguntas específicas sobre una problemática dental o una intervención para guiar la búsqueda.
- **Búsqueda Sistemática de Literatura:** la búsqueda de literatura es muy importante, se debe utilizar bases de datos especializadas y otros recursos.
- **Evaluación crítica de la literatura:** los profesionales deben evaluar las literaturas anteriormente investigadas para determinar su calidad y relevancia.
- **Aplicación a la práctica:** en este último paso, implica aplicar los hallazgos relevantes obtenidos a su práctica, teniendo en cuenta las necesidades individuales del paciente.

2.2.4 Método Vílchez.

El método de Vílchez es un concepto utilizado para selección la mejor solución entre tantas opciones disponibles, es un procedimiento para resolver problemas, esta técnica está conformada por una serie de pasos previos a aplicar, estos pasos pueden usarse de manera gráfica y explícito como pueden ser utilizados sin hacer alarde de que fueron usados. Este método fue elaborado por el profesor e ingeniero Nelson Vílchez de la Universidad de Carabobo, en la Figura 14, se muestran distintos métodos que se pueden utilizar para llevar a cabo el procedimiento.

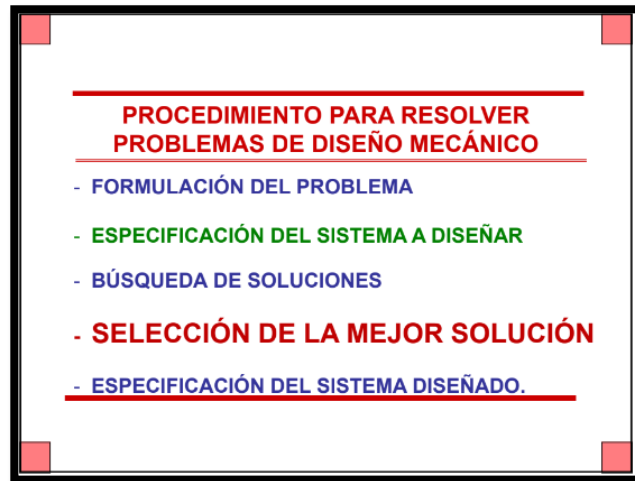


Figura 14. Métodos de Vílchez.
Fuente: Guía de proyectos de Nelson Vílchez, (2016).

A través del método se busca simplificar la toma de decisiones al momento de tomar en consideración posibles soluciones; estas son evaluadas en base a unos criterios considerados y, ponderando cada una de ellas, luego de revisar todas las, determinando las ventajas y desventajas de cada opción, aspectos sobresalientes de algunas, comparar y combinar opciones para generar nuevos resultados, mientras más propuestas se tenga, mejor será la toma de decisión final. La Figura 15, muestra los pasos dados para cumplir con la selección de la mejor solución comparando con una cantidad de puntos, ponderados, evaluados por criterios.

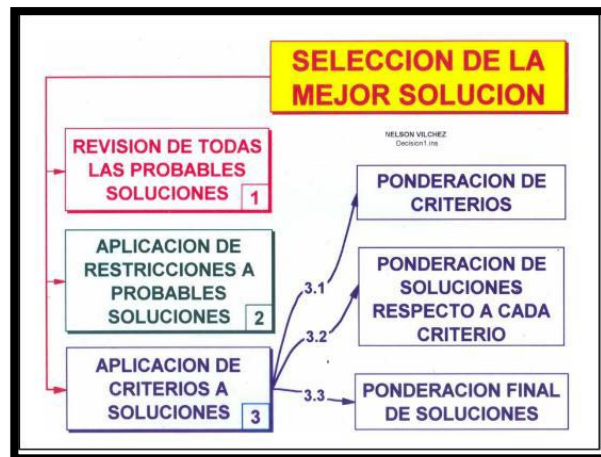


Figura 15. Pasos para seleccionar la mejor solución.
Fuente: Guía de proyectos de Nelson Vílchez, (2016).

2.3 Bases Teóricas

La revisión de la literatura es una tarea fundamental para establecer las bases teóricas de una investigación. Para ello, es necesario buscar y examinar materiales que estén relacionados con el tema de estudio, incluyendo referencias bibliográficas y cualquier otro material relevante. Esta revisión permite extraer y recopilar los conceptos más importantes y necesarios para enmarcar el problema que se está investigando. A continuación, se presentan algunos de los conceptos que fueron útiles para desarrollar la investigación en cuestión.

2.3.1 Instrumentos Odontológicos

Los instrumentos utilizados en odontología son múltiples. La mayoría proceden o han surgido de la propia práctica odontológica. Sin embargo, otros tienen su origen en la cirugía de general, o en alguna de sus especialidades, y han sufrido las adaptaciones pertinentes. Dentro de la variedad de los instrumentos, gracias a la tecnología moderna ha puesto una división en dos grandes grupos, los que se pueden denominar como simples y complejos. (Vega del Barrio, 2010)

2.3.1.1 Instrumentos Simples

Los instrumentos simples, también conocidos como instrumentos estáticos, son herramientas manuales básicas y esenciales para cualquier consulta odontológica. Estos instrumentos son accionados manualmente por el profesional, sin necesidad de fuentes externas o energía eléctrica. Constituyen la inmensa mayoría de los utensilios empleados en la práctica habitual de la odontología. Por su naturaleza, estos instrumentos son pequeños y manejables, diseñados específicamente para ejecutar diferentes técnicas y maniobras. Gracias a su naturaleza manual, los instrumentos simples permiten una mayor precisión y control en las manipulaciones que realiza el profesional. Así, pueden utilizarse para realizar una gran variedad de procedimientos, desde exámenes de rutina hasta tratamientos de caries e incluso cirugía dental. Los instrumentos simples pueden estar fabricados en diferentes materiales, como el acero inoxidable y la aleación de titanio, que proporcionan resistencia y durabilidad para soportar el uso constante en la práctica odontológica.



Figura 2. Instrumentos Odontológicos Simples.
Fuente: Manual Odontológico 2006.

2.3.1.2 Instrumentos Complejos

Los instrumentos complejos, también conocidos como instrumentos dinámicos, son aquellos que tienen un mayor grado de complejidad tecnológica y requieren estar conectados a una unidad específica para funcionar adecuadamente. A diferencia de los instrumentos simples, estos no se accionan únicamente por la mano del profesional. Estos instrumentos dinámicos pueden necesitar, por ejemplo, una fuente de energía o máquina que les suministre características especiales, como el aire comprimido para los instrumentos rotatorios o la luz halógena para la fotopolimerización de los selladores y resinas.

Los instrumentos complejos suelen ser utilizados en intervenciones más especializadas y específicas, como la endodoncia o la colocación de implantes dentales. Estos, permiten llevar a cabo procedimientos con mayor precisión y control, lo que puede mejorar tanto la eficacia como la seguridad del tratamiento que se esté realizando. Se puede destacar que, al ser instrumentos tecnológicamente más avanzados, los instrumentos complejos requieren un mantenimiento y limpieza más meticulosos para garantizar su correcto funcionamiento y evitar problemas en la práctica odontológica.



Figura 3. Instrumentos Odontológicos Complejos.
Fuente: Manual Star-Dent (2018).

2.3.2 Abrebocas Odontológico

En el ámbito de la odontología, el término “abrebocas” hace referencia a un instrumento utilizado con el propósito de mantener la boca del paciente abierta durante la realización de un examen o un procedimiento dental. Esta herramienta también es conocida como “retractor de carrillos”. El abrebocas es introducido en la boca del paciente y se expande para mantenerla en posición abierta, lo que permite al odontólogo obtener una buena visibilidad y acceso a los dientes y encías. (Antonsl, 2020)

Los abrebocas, en cuanto a los materiales utilizados en su fabricación, se pueden emplear diversos materiales, tales como plástico transparente de alta resistencia, silicona o metal esterilizable. Cada material tiene sus propias características y ventajas específicas, que hacen la diferencia entre ellos. El plástico transparente de alta resistencia es un material bastante utilizado en la fabricación por su suavidad. La silicona es un material que se adapta bien a la forma de la boca del paciente permitiendo mayor comodidad durante el procedimiento dental. Finalmente, el metal esterilizable es un material muy resistente y duradero. (Antonsl, 2020)

Los abrebocas pueden ser diferenciados según su tamaño (existiendo desde pequeños para niños, a más grandes para adultos), su material (aceros inoxidables, plásticos, entre otros), según su forma (se pueden encontrar de distintas formas), según su aplicación o uso (pueden ser

diseñados para algunos tratamientos particulares) y por último el tipo de abertura (pueden ser fijos o móviles, variando así el tamaño de la apertura).

2.3.3 Tipos de Abrebocas

En el mundo de la odontología, hay una gran variedad de instrumentos odontológicos, y dentro de ellos, encontramos una amplia gama de abre bocas. Estos abre bocas están diseñados para adaptarse a los diferentes procedimientos y necesidades de los odontólogos. Es importante destacar que no existe una clasificación estandarizada para los abre bocas, ya que estos varían considerablemente según la empresa fabricante y el procedimiento al que están destinados.

En vista de la gran cantidad de abre bocas existentes en el mercado de la odontología, resulta difícil establecer una clasificación o categorización general que logre abarcarlos todos. No obstante, es posible mencionar algunos abre bocas orientados en distintos procedimientos odontológicos.

2.3.3.1 Abrebocas quirúrgico

Es un instrumento utilizado en procedimientos quirúrgicos para mantener la apertura de la boca del paciente de manera estética, permitiendo una exposición óptima de la cavidad oral y facilitando el acceso a la zona de trabajo. Este tipo de abre bocas está diseñado específicamente para su uso en cirugía bucal u otros procedimientos quirúrgicos en odontología. (Instrumental JMO quirúrgico, s.f.).

El abre bocas Molt es un instrumento fabricado de acero inoxidable y se caracteriza por su durabilidad y comodidad tanto para el paciente como para el profesional dental. Es especialmente útil en procedimientos que requieren acceso adecuado a la cavidad oral, como la colocación de restauraciones dentales o la realización de tratamientos endodónticos. (Dental Cost, s.f.)

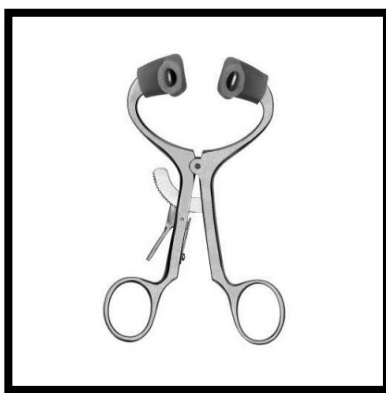


Figura 4. Abrebocas Molt.
Fuente: Catálogo de Dental Cost (2023).

Hu-Friedy-Group es una empresa estadounidense fundada en 1908 que fabrica una amplia gama de instrumentos dentales que son muy conocidos en el rubro odontológico por su calidad y precisión en sus productos. Dentro de su amplia gama de instrumentos se encuentra el abrebocas tijeras quirúrgico (Abrebocas Molt). (HuFriedyGroup, s.f.)

Por otro lado, el abrebocas Jennings es un instrumento quirúrgico utilizado en odontología para mantener abierta la boca del paciente exponiendo la cavidad oral y la faringe. Este tipo de abrebocas se caracteriza por su diseño de alambre delgado y su construcción de acero inoxidable, lo cual le permite bastante durabilidad y resistencia. Es utilizado en procedimientos como la colocación de restauraciones dentales o la realización de procedimientos quirúrgicos. (Instrumental JMO quirúrgico, s.f.)



Figura 5. Abrebocas Jennings.
Fuente: Catálogo de Instrumental JMO (2023).

2.3.3.2 Abrebocas Spandex

Los abrebocas Spandex son un tipo de abrebocas pasivo que se utiliza en odontología para mantener la boca abierta durante los procedimientos. Estos abrebocas están fabricados con un plástico spandex, que se adapta a la anatomía del paciente para proporcionar una mayor comodidad. (DJL Dental, s.f.)

Estos tipos de abrebocas Spandex permiten una visión clara y un campo de trabajo adecuado para el dentista. Suelen presentarse en distintos tamaños dependiendo del paciente, desde niños hasta adultos, y en su mayoría tienen la característica de ser autoclavables lo que facilita en gran medida su esterilización y la reutilización.

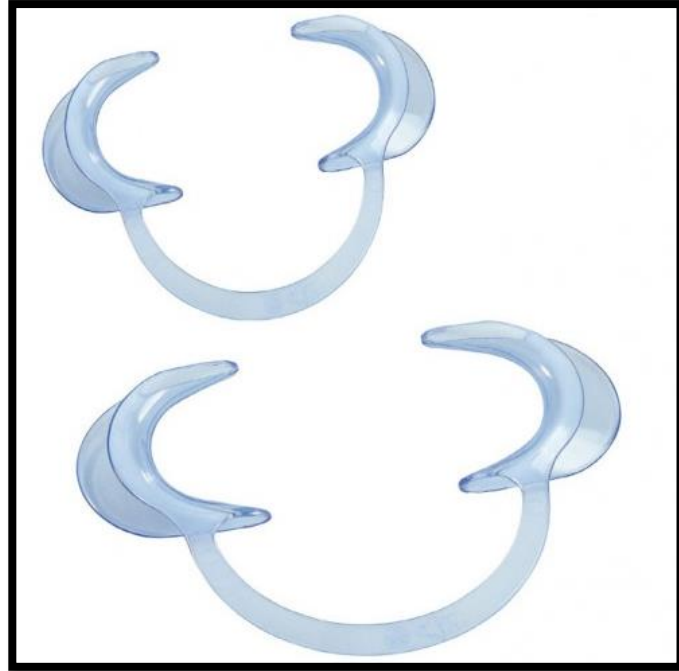


Figura 6. Abrebocas Spandex.
Fuente: Catálogo de DJL Dental (2023).

2.3.3.3 Abrebocas Mirahold-Block

Los abrebocas Mirahold-Block también conocidos como tacos de mordida, es un dispositivo dental que permite mantener la boca abierta durante los procedimientos dentales, estos constan de dos bloques de plástico, uno para la mandíbula superior y otro para la mandíbula inferior. Estos bloques están unidos por una bisagra que permite abrir y cerrar la boca según sea necesario para el odontólogo, además están diseñados con una forma que se ajusta a los dientes para mantener la boca abierta con comodidad y sin presionar excesivamente. (TienDental, s.f.)



Figura 7. Abrebocas Mirahold-Block.
Fuente: Catálogo de Hager Werken (2023).

2.3.3.4 Abrebocas con Retractor de Lengua

El abrebocas con retractor de lengua también conocido como retractor lingual o lenguetón, es un dispositivo dental que se utiliza para mantener la boca abierta y la lengua alejada o retraída durante el procedimiento odontológico, permitiendo un mejor acceso y visibilidad en el área de trabajo. Estos tipos de abrebocas están diseñados específicamente para evitar que la lengua obstruya el campo de visión del dentista y dificulte el tratamiento. (DENTO Shop, s.f.)

Estos dispositivos suelen ser autoclavables, lo que significa que se pueden esterilizar y reutilizar de manera segura. Igualmente, los abrebocas están disponibles de distintos tamaños para adaptarse a las necesidades de cada paciente, incluyendo las versiones pediátricas y para adultos.

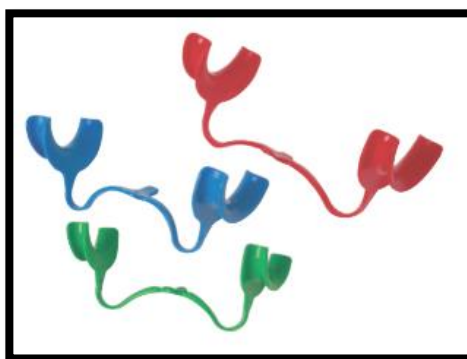


Figura 8. Abrebocas con Retractor de Lengua.
Fuente: Catálogo de DENTO Shop (2023).

2.3.3.5 Abrebocas de empresas Odontológicas

Hay una enorme variedad de abrebocas dentales disponibles que se adaptan a diferentes procedimientos odontológicos, incluyendo limpiezas, extracciones, cirugías, entre otros. El profesional dental es el encargado de seleccionar el abrebocas para el procedimiento, teniendo en cuenta las particularidades del paciente y sus propias preferencias.

Las empresas líderes en la fabricación de abrebocas a nivel mundial diseñan modelos únicos para satisfacer las necesidades de los profesionales dentales. Por ejemplo, la empresa Ultradent se dedica a la elaboración de abrebocas innovadores ofreciendo una amplia gama de opciones como abrebocas, como el abrebocas Ultradent.



Figura 9. Abrebocas Umbrella.
Fuente: Catálogo de Ultradent (2023).

Por otra parte, Indusbello es una empresa brasileña muy reconocida en América Latina por su dedicación a la fabricación de abrebocas clásicos de alta calidad para la práctica odontológica. Uno de sus modelos más populares son los abrebocas Spandex, los cuales se adaptan perfectamente a la cavidad bucal del paciente y proporcionan una sujeción cómoda y firme. Además de los abrebocas Spandex, Indusbello ofrece una amplia variedad de abrebocas con diferentes diseños y materiales para adaptarse a las diversas necesidades de los profesionales dentales.



Figura 10. Abrebocas Spandex de Indusbello.
Fuente: Catálogo de Indusbello (2023).

2.3.3.6 Abrebocas con Succión Incluida

El abrebocas con succión (Ver Figura 11) incluida según varios catálogos de instrumentos odontológicos, es un tipo de abrebocas que cuenta con un tubo de succión incorporado. El tubo se utiliza para succionar la saliva y otros fluidos que se generan en la boca del paciente durante el procedimiento dental, lo que permite mantener la boca seca y proporcionar mejor visibilidad al dentista. (Croos Medical, 2018)

Este tipo de abrebocas de succión también se utiliza en procedimientos de estética dental, como los blanqueamientos o limpiezas, donde se pueden generar muchos líquidos en la boca del paciente que pueden dificultar la realización del procedimiento. La succión del abrebocas ayuda a mantener la boca del paciente más seca y cómoda durante el procedimiento, lo que facilita la visibilidad y precisión del odontólogo. Además, la succión también ayuda a reducir la cantidad de saliva y otros líquidos en la boca del paciente, lo que puede mejorar la eficacia del procedimiento y hacer que sea más agradable para el paciente.



Figura 11. Abrebocas con succión incluido.
Fuente: Manual Odontológico 2006.

2.3.4 Esterilización en Instrumentos Odontológicos

La bioseguridad es una norma profesional que se ha incorporado en el ámbito médico y odontológico, que requiere a todo profesional una práctica de forma constante con cada paciente que es atendido en la consulta. Es de suma importancia la aplicación de la bioseguridad en todo momento para garantizar la seguridad y la protección tanto del personal como de los pacientes dentro del entorno odontológico. (Yuquilema, 2022)

La esterilización es el conjunto de maniobras en capacidad de destruir todos los microorganismos patógenos y no patógenos, incluyendo a las esporas. Se emplean tanto técnicas químicas como físicas para realizar la esterilización de materiales y objetos. Entre los métodos químicos, se puede mencionar sustancias como el gas de formaldehído o el óxido de etileno, mientras que los métodos físicos incluyen el uso de la autoclave, la estufa de calor seco y la inmersión en sustancias esterilizantes. (Yuquilema, 2022)

2.3.5 Métodos de Esterilización

Como ya antes dicho, los métodos de esterilización pueden ser físicos o químicos. En odontología se utiliza comúnmente el calor (seco o húmedo) como medio de esterilización. Aquellos objetos que no puede ser esterilizados por el calor, pueden eventualmente serlo con el uso de sustancias químicas llamadas “esterilizantes”. (Jaime, 2002)

Ahora bien, los instrumentos limpios deberán ser previamente desinfectados por inmersión en agua hirviente (93-100 grados centígrados) durante 15 a 30 minutos. Este proceso eliminará todas las bacterias patógenas hongos y virus, a excepción de algunas esporas bacterianas. Si a esta

agua se le añade fosfato trisódico o carbonato de sodio (solución al 1%), se facilitará la remoción de residuos y se retardará la corrosión del instrumental. (Jaime, 2002)

Los procesos de esterilización por medio físicos se efectúan como:

- ✓ Esterilización por calor seco
- ✓ Esterilización con calor húmedo bajo presión (autoclave)
- ✓ Esterilización por energía radiante



Figura 12. Horno de esterilización por calor seco.

Fuente: Wikipedia. URL: es.wikipedia.org/wiki/Horno_de_aire_caliente.

2.4 Bases Legales

En ciertas investigaciones, es necesaria la mención de ciertas leyes, reglamentos y normas que sustenten de forma legal el proyecto. En palabras de Palella y Martins (2010), las bases legales “se refiere a la normativa jurídica que sustenta el estudio”. (p.63). Por su parte, Pérez, C. (2009) expresa que las bases legales del marco teórico “es el conjunto de leyes, reglamentos, normas, decretos, etc., que establecen el basamento jurídico sobre el cual se sustenta la investigación” (p.65).

Toda investigación debe estar respaldada y amparada por leyes y normas que sirvan como base y fundamento legal para el desarrollo del proyecto. En el siguiente acápite se hace mención de algunos reglamentos que sirven de testimonio referencial y otorgan soporte jurídico a la presente investigación, se pueden señalar las siguientes:

La Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999), en su Capítulo VI De los Derechos Culturales y Educativos, define a la educación como un derecho humano y como un deber social fundamental, es democrática, gratuita y obligatoria, lo cual se plantea en los siguientes artículos:

Artículo 102: El Estado la asumirá como función indeclinable y de máximo interés en todos sus niveles y modalidades, y como instrumento del conocimiento científico, humanístico y tecnológico al servicio de la sociedad. La educación es un servicio público y está fundamentada en el respeto a todas las corrientes del pensamiento, con la finalidad de desarrollar el potencial creativo de cada ser humano y el pleno ejercicio de su personalidad, en una sociedad democrática basada en la valoración ética del trabajo y en la participación activa, consciente y solidaria en los procesos de transformación social consustanciados con los valores de la identidad nacional, y con una visión latinoamericana y universal.

Lo anterior guarda concordancia debido a que en ella se establece la educación como un derecho humano que tiene como finalidad desarrollar el potencial creativo de cada ser humano y el pleno ejercicio de su personalidad, entendiéndose el desarrollo tanto de la persona como el del espíritu.

2.4.1 COVENIN 995-80

Esta norma es completa. Contempla los requisitos mínimos que deben cumplir los materiales elastómeros de impresión dental basados en polisulfuros, polisiloxano, poliéter u otros materiales no acuosos, capaces de reaccionar para formar un material como caucho.

2.4.2 COVENIN 2843-1991

Esta norma establece los lineamientos a seguir por el personal médico, de enfermería, como el personal de la industria que utilizarán el óxido de etileno como elemento esterilizante.

2.4.3 ISO 13485

Especifica los requisitos de un sistema de gestión de la calidad cuando una organización precisa demostrar su capacidad de proporcionar productos sanitarios y servicios relacionados que cumplen de forma coherente requisitos del cliente y requisitos reglamentarios aplicables a los productos sanitarios y a los servicios relacionados.

2.4.4 UNE-EN ISO 15225

Especifica las reglas y directrices para una estructura de datos de nomenclatura de productos sanitarios para facilitar la cooperación y el intercambio de datos utilizados por

organismos reglamentarios a un nivel internacional entre las partes interesadas, por ejemplo, autoridades reglamentarias, fabricantes, proveedores, prestadores de servicios médicos y usuarios finales.

2.5 Definición de Términos Básicos

Abrebocas: es un dispositivo utilizado en odontología para mantener la boca abierta durante tratamientos y procedimientos, permitiendo un acceso adecuado a la cavidad oral sin restricciones.

Esterilización: es el proceso de eliminación de todos los microorganismos, incluyendo bacterias, virus y esporas, para obtener un nivel de limpieza y desinfección total en un objeto, superficie o ambiente.

Criterio: es un conjunto de reglas, principios o estándares que se utilizan para evaluar, juzgar o tomar decisiones sobre algo.

Deformación: es un cambio en la forma o tamaño de un objeto o material causado por una fuerza externa aplicada sobre este. Este cambio puede ser temporal o permanente, y puede manifestarse en diferentes formas, como la elongación, compresión, torsión o flexión del objeto o material.

Odontología: es una rama de la ciencia médica dedicada al diagnóstico, prevención y tratamiento de las enfermedades relacionadas con la salud bucal y dental.

Tensión: es la fuerza interna por unidad de área que se desarrolla en el interior del mismo cuando está sometido a una carga externa. En otras palabras, es la resistencia que el material presenta a ser estirado o comprimido.

Teoría: es un conjunto de principios, conceptos y leyes que describen y explican un fenómeno o conjunto de fenómenos.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

En todo trabajo de grado, es importante tener una guía que funcione como referencia para agilizar y organizar el proceso de investigación. Esta función la cumple el marco metodológico, el cual se compone de un conjunto de herramientas que definen el enfoque y los pasos óptimos para el desarrollo de la investigación.

3.1 Paradigma de la Investigación

El paradigma de la investigación lo definió Hurtado (2010) como “los diferentes sistemas de reglas del juego científico. Estos constituyen la lógica que subyace a la actividad investigativa y proporcionan la explicación de los sistemas de explicación. Para comprender de mejor manera un sistema de explicación, es necesario, conocer el contexto paradigmático al cual pertenece”. (p. 29).

Es por ello que la presente investigación tiene como contexto paradigmático, el paradigma tecnológico, Cordero (2008) puede definir como “una mirada, un conjunto de procedimientos, una definición de los problemas relevantes y de los conocimientos específicos relacionados con su solución”. (p. 148)

3.2 Tipo de Investigación

El tipo de investigación, según Hurtado (2010), en su obra Metodología de la Investigación afirma que:

La investigación proyectiva, es una metodología de investigación que implica la creación de una propuesta práctica, ya sea un plan, programa, procedimiento o dispositivo, que busca resolver una problemática o necesidad específica en una determinada área del conocimiento. Para ello, se parte de un diagnóstico preciso de las necesidades actuales, los procesos implicados y las tendencias futuras, y se enfoca en satisfacer las demandas de un grupo social, institución o región geográfica. (p.567)

De acuerdo a lo anterior hay diversos enfoques en la investigación científica, que varían según el método y los objetivos que se persiguen. En este caso, se trata de una investigación proyectiva, también conocida como proyecto factible, que se enfoca en la perspectiva de los autores.

3.3 Diseño de la Investigación

El diseño de la investigación se refiere al proceso de planificación y organización de una investigación. “Es la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado. En atención al diseño, la investigación se clasifica en: documental, de campo y experimental” (Arias, 2006, p. 27).

Además, orienta al investigador a desarrollar el objeto de estudio para responder las interrogantes planteadas. Por lo cual, el diseño de la investigación es documental y de campo, ya que se obtiene información a partir de fuentes vivas o directas, en su contexto natural, como también, se investigó contenido creado por investigadores en fuentes documentales.

Según (Arias, 2006) define un proyecto de campo como “la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios), sin manipular o controlar variable alguna, es decir, el investigador obtiene la información, pero no altera las condiciones existentes. De allí su carácter de investigación no experimental.” (p. 31)

De igual forma (Arias, 2006) puede definir la investigación documental como “un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, os obtenidos y registrados por otros investigadores”. (p. 27)

Es por esto que se le asigna este nivel al presente trabajo de investigación, debido a que se busca una descripción justificativa antes de implementar el diseño.

3.4 Nivel de Investigación

En cuanto el nivel de investigación, se refiere al alcance y grado de profundidad con que se aborda un fenómeno, objeto de estudio o problema de investigación. Este nivel puede variar según los objetivos y el enfoque de la investigación, y puede ser determinado por el tipo de datos que se recolectan, los métodos y técnicas empleados, y el nivel de análisis que se realiza sobre los datos.

Tomando en consideración las características del presente trabajo de investigación, se atribuye el nivel de investigación de tipo descriptiva. Según Arias (2006), define la investigación descriptiva como “una técnica que se utiliza para caracterizar un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el objetivo de comprender su estructura o comportamiento.” (p. 23).

3.5 Población y Muestra

Según Arias (2006) define la población como, “un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para las cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio.” En este sentido, la población del estudio está conformado por los diversos instrumentos odontológicos.

Por otra parte, la muestra es definida por Arias (2006) como, “un subconjunto representativo y finito que extrae de la población accesible”. De lo anterior, la muestra de la Investigación son los distintos abrebocas existentes de los instrumentos odontológicos.

3.6 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Las técnicas e Instrumentos de recolección de datos son métodos utilizados para obtener datos y cumplir con los objetivos planificados en la investigación. Según Hurtado (2010), explica la técnica e Instrumentos de Recolección de Datos como: Procedimientos y actividades que le permiten al investigador obtener información necesaria para dar respuesta a su pregunta de investigación. Estas técnicas se pueden clasificar según el proceso utilizado para acceder a dicha información, y también con base en el área de conocimiento donde se aplican. (p. 771)

De lo anterior, se considera la técnica de recolección de información a la observación, quien Arias (2016) la define como “una técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función a unos objetivos de investigación o restablecidos”. En este sentido, se aplicará específicamente la técnica de observación directa que “es aquella en la cual el investigador puede observar y recoger datos mediante su propia observación” (Tamayo, 2003, p. 175).

Del mismo modo se utiliza la entrevista, definida como; “una técnica que permite obtener datos mediante un diálogo que se realiza entre dos personas cara a cara: el entrevistador "investigador" y el entrevistado; la intención es obtener información que posea este último.” (Palella Y Martins, 2012, p. 119).

Por otra parte, “un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información” (Arias, 2016, p. 68). Por consiguiente, el instrumento que será de apoyo para la observación serán las listas de control, las cuales; “Permiten orientar la observación y obtener un registro claro y ordenado de todo cuanto acontece. Sirven para sistematizar los distintos niveles de logro de cada investigado, mediante el uso de proposiciones, ítems, indicadores y de una escala cualitativa previamente

seleccionados.” Palella Y Martins (2012, p. 126). Así mismo el Registros anecdóticos, el cual “permite recoger hechos incidentales de manera objetiva” Palella Y Martins (2012, p. 126). Estos registros serán recopilados en un diario de campo, fotografías y videos.

Para el caso de la entrevista se hará uso del Guion de la Entrevista, la cual se trabajó mediante una entrevista no estructurada la cual, según Arias (2016, p. 73), es aquella en la que “no se dispone de una guía de preguntas elaboradas previamente. Sin embargo, se orienta por unos objetivos preestablecidos que permitan definir el tema de la entrevista”. En ese propósito se realizó las anotaciones pertinentes sobre las preguntas planteadas y las respuestas obtenidas en una libreta de notas. Así mismo el guion de entrevista no estructurada, este es aquel en el que “no existe una estandarización formal, dejando por lo tanto un margen más o menos grande de libertad para formular las preguntas y proporcionar las respuestas” Palella Y Martins (2012, p. 129). Este permitió encaminar la entrevista hacia los temas requeridos, pero sin llevar una guía estricta de preguntas a realizar.

En conclusión, la técnica de recolección de datos que se aplicaron para la presente investigación son la de observación directa en las intervenciones odontológicas y la entrevista hacia profesionales dentales y pacientes.

3.7 Técnicas y Herramientas de Análisis de Datos

Las técnicas y herramientas de análisis de datos tienen el objetivo de procesar, examinar y representar la información recopilada durante una investigación. Como explica Hurtado (2010), “constituye una herramienta que le permite al investigador agrupar, organizar, analizar e interpretar resultados, para que, a éstos, enmarcados en la fundamentación noológica, se les pueda atribuir un significado capaz de dar respuesta a la interrogante inicial del investigador.” (p. 953).

La recopilación de información y algunos análisis preliminares pueden detectar problemas y dificultades que afectarán la planificación inicial del proceso de análisis. Es por ello, que se recomienda la utilización del diagrama causa efecto o cinco (5) ¿por qué?; para dar a conocer las problemáticas más latentes en las cirugías odontológicas al momento de hacer uso de un abrebooca con eyector incluido.

3.8 Fases de la Investigación

Para llevar a cabo una investigación, es necesario seguir una serie de fases que incluyen la delimitación, identificación, desarrollo de contenido, exploración, entre otros pasos. Estas fases

son esenciales para enfocar y desarrollar la investigación de acuerdo con la estructura de cada objetivo específico.

El desarrollo de esta investigación consta de cuatro (4) Fases de estudio para el cumplimiento de los objetivos específicos antes planteados. Las fases a desarrollar son:

FASE I: Diagnóstico de la situación actual de los procedimientos e implementos utilizados durante una intervención odontológica.

Se procedió a observar y recolectar datos de las intervenciones odontológicas. En esta etapa se inicia evaluando diferentes consultorios para comprender la situación actual de los procedimientos e implementos utilizados, identificar las debilidades, fortalezas y recopilar la información detallada.

FASE II: Análisis de las características y/o atributos de los distintos implementos utilizados durante un procedimiento odontológico.

Una vez obtenida la información de la Fase I, se procede a analizar los datos recopilados de los procedimientos e implementos odontológicos utilizados para tener certeza de la solución más óptima.

FASE III: Diseño de un implemento odontológico que minimice el trauma maxilofacial del paciente y permita al odontólogo trabajar de manera eficiente.

Continuando con la presente fase, sigue determinar los parámetros correctos y más adecuados para el diseño con ayuda de distintos Software CAD, de un implemento odontológico que minimice el trauma maxilofacial del paciente y permita trabajar al odontólogo de manera eficiente.

FASE IV: Evaluación de la viabilidad técnica, operativa, ambiental, social y financiera del equipo diseñado

En esta fase se buscó evaluar y validar el implemento odontológico con simulaciones y análisis, para la aceptación en el ámbito técnico, operacional, ambiental, social y financiero del equipo diseñado.

CUADRO TÉCNICO METODOLÓGICO

OBJETIVO GENERAL: Rediseñar un abrebocas dental con eyector incluido que minimice el trauma del paciente durante su uso y mejore la practicidad al odontólogo.

Cuadro 1. Cuadro operacionalización de variables

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍTEM	FUENTE DE INFORMACIÓN
<i>Diagnosticar la situación actual de los procedimientos e implementos utilizados durante una intervención odontológica.</i>	Complejidad de los procedimientos	El grado de dificultad y cantidad de pasos que requiere un procedimiento odontológico, tomando en cuenta los implementos odontológicos.	Procedimiento Odontológico	Funcionabilidad	1	Técnica: Entrevista Instrumento: Guión de Entrevista
			Implementos Odontológicos	Complejidad	2	
	Duración de los procedimientos	El tiempo requerido para completar un procedimiento odontológico, y su relación con la complejidad del procedimiento y la eficacia de los implementos utilizados.	Eficacia de los Implementos	Tiempo de uso	3	
				Eficacia	4	
	Características y Atributos	Propiedades y cualidades distintivas que definen a cada implemento odontológico, como su forma, tamaño, material, funcionalidad, capacidad de succionar líquidos, la apertura máxima del abrebocas, entre otros.	Características del abrebocas	Material	5	
				Tamaño		
Forma						

Fuente: Briceño, J (2023)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

En el presente capítulo se abordaron las cuatro fases claves de la investigación, las cuales han sido planteadas con el fin de cumplir tanto con los objetivos específicos como el objetivo general de este estudio. El objetivo de este capítulo es ofrecer un análisis riguroso y profundo de cada una de las fases, permitiendo así comprender los resultados y las conclusiones obtenidas, así como valorar la relevancia y la validez de los datos obtenidos en cada una de las fases. Dentro de las fases incluyen: Diagnosticar la situación actual de los procedimientos e implementos utilizados durante una intervención odontológica, analizar las características y/o atributos de los distintos implementos utilizados durante un procedimiento odontológico, diseñar un implemento odontológico que minimice el trauma maxilofacial del paciente y permita al odontólogo trabajar de manera eficiente y evaluar la viabilidad técnica, operativa, ambiental, social y financiera del equipo diseñado.

4.1 Fase I: “Diagnóstico de la situación actual de los procedimientos e implementos utilizados durante una intervención odontológica.”

El diagnóstico de la situación actual de los procedimientos e implementos utilizados durante una intervención odontológica es un paso fundamental para dar entrada a la iniciativa enfocada en mejorar la calidad del instrumento odontológico. Esta fase permitió identificar las fortalezas y debilidades de los procedimientos y herramientas odontológicas y así establecer un plan de acción para implementar mejoras y optimizar el uso de los recursos disponibles.

Durante la realización de un tratamiento odontológico, se presentaron ciertas dificultades con el uso del abrebocas con succión incluida. Se pudo notar que la succión no era muy efectiva, lo que hizo necesario utilizar un eyector convencional para succionar mejor los líquidos dentro de la boca. Además, a los 20 minutos aproximadamente de iniciar el procedimiento, el paciente comenzó a sentir molestias en la parte inferior de la boca debido a la presión que ejercía el abrebocas en su labio. Es importante tener en cuenta estas situaciones para poder realizar ajustes durante el tratamiento y brindar al paciente una experiencia cómoda y satisfactoria.

4.1.1 Entrevista Estructurada

Cuadro 2. Lista de Control. Diálogo plasmado: Preguntas y Respuestas de la Entrevista				
Preguntas	Odontólogo Nro. 1	Odontólogo Nro. 2	Odontólogo Nro. 3	Paciente
Pregunta Nro. 1 (Ver Anexo)	Respuesta: Los aspectos más valorados son la practicidad, la facilidad de succión y la comodidad para el odontólogo y paciente.	Respuesta: El aspecto más valorado es la succión y el espacio que pueda generar en el procedimiento odontológico.	Respuesta: Los aspectos más valorados son la ampliación del campo visual, buena succión y limpiar el área de trabajo.	Respuesta: Que no cause dolor en los procedimientos y sea cómodo.
Pregunta Nro. 2 (Ver Anexo)	Respuesta: La disminución el espacio de trabajo y la incomodidad para el paciente.	Respuesta: La limitación del campo de trabajo y la movilidad que genera en algún paciente	Respuesta: Dolor por abre bocas y por la mala succión molesta al paciente llegando a causar náuseas.	Respuesta: Dolor por el abre bocas, existen algunos que generan náuseas e incomodan en procedimientos largos.
Pregunta Nro. 3 (Ver Anexo)	Respuesta: Entre 20 a 30 minutos, dependiendo del procedimiento odontológico.	Respuesta: Unos 30 minutos.	Respuesta: De 30 a 40 minutos. Dependiendo del procedimiento.	Respuesta: 30 minutos
Pregunta Nro. 4 (Ver Anexo)	Respuesta: De 40% a 50%.	Respuesta: De un 50% a 60%.	Respuesta: 50%	Respuesta: 30%
Pregunta Nro. 5	Respuesta: Materiales de plástico, Ule lo látex y alguno con metal. Tamaños S, M y L y las formas varían mucho. Afecta en la calidad y el tiempo del proceso odontológico	Respuesta: Materiales de plástico, Tamaños S, M, L y formas varía mucho. Afecta en la comodidad para el paciente y la eficacia en un procedimiento odontológico.	Respuesta: Materiales como plástico, goma o ule. Tamaños de S, M y L. Formas varían mucho.	Respuesta: Materiales de plástico. Si el material es muy duro puede llegar a molestar al paciente. Si el paciente está incómodo puede afectar al rendimiento del procedimiento causando que su duración aumente.

Fuente: Briceño, J (2023)

La entrevista ha sido un recurso de gran importancia para enriquecer nuestra comprensión sobre la problemática analizada. Las respuestas proporcionadas por los entrevistados han ofrecido información relevante y valiosas perspectivas, lo que ha permitido profundizar el conocimiento acerca del abrebocas con eyector incluido. La identificación de patrones y tendencias han sido posible gracias a estos resultados, lo que ha contribuido en gran medida a obtener conclusiones sólidas. En definitiva, la entrevista ha jugado un papel fundamental en ampliar y enriquecer nuestra comprensión de la problemática.

A partir de la primera pregunta, se ha obtenido información valiosa acerca de los aspectos más relevantes de los abrebocas con eyector incluido según los entrevistados. De acuerdo con los resultados, los aspectos más destacados son la capacidad de succión efectiva del abrebocas, la amplitud del área visual que proporciona y la comodidad tanto para el odontólogo como para el paciente. Estos aspectos han sido identificados como los más importantes por su impacto en la eficiencia y seguridad del procedimiento dental.

Siguiendo con la segunda pregunta, se han identificados algunas de las complejidades que enfrentan los odontólogos al trabajar con abrebocas con eyector incluido. En particular, la disminución del espacio de trabajo, la incomodidad del paciente y la falta de efectividad en la succión son obstáculos claves que se presentan. Desde el punto de vista del paciente, el uso del abrebocas también puede resultar doloroso y provocar acumulaciones de líquidos en la boca, lo que puede causar molestias y, en algunos casos, incluso náuseas. En suma, estos aspectos ponen en relieve los desafíos que se presentan al trabajar con este abrebocas y la necesidad de encontrar soluciones efectivas para superarlos.

Al analizar la tercera pregunta, se pudo obtener un promedio de la duración de los procedimientos odontológicos, el cual se sitúa aproximadamente en unos 30 minutos. Sin embargo, cabe destacar que esta cifra es variable, dependiendo del tipo de procedimiento que se realice. Algunos procedimientos más cortos, como un control de ortodoncia, pueden tomar solo 10 a 15 minutos, mientras que otros más largos, como un blanqueamiento, pueden llegar a durar 40 minutos o más. Por lo tanto, resulta importante tener en cuenta esta variabilidad al realizar cualquier tipo de evaluación o estudio sobre los tiempos de los procedimientos en la odontología.

En la cuarta pregunta se evaluó la efectividad de succión del abrebocas con eyector incorporado y se concluyó que este porcentaje puede ser muy variable, ya que depende de diversos factores como la generación de saliva del paciente y el tipo de tratamiento que se esté llevando a

cabo. Sin embargo, se determinó que este porcentaje no superará el 60%, pues la eficacia de succión del abrebocas con eyector incorporado no es óptima en todos los casos, por lo que en algunas situaciones es necesario utilizar el eyector convencional en combinación con el abrebocas con eyector incorporado. Es importante tener en cuenta este factor al trabajar con estas herramientas en la práctica odontológica para lograr mejores resultados en la succión durante los procedimientos.

La pregunta cinco se enfoca en los materiales más comunes utilizados en la fabricación de abrebocas, siendo el plástico el más popular. Sin embargo, también existen abrebocas específicos elaborados a partir de otros materiales como el ule, el látex o la combinación de partes metálicas y plásticas. En lo que respecta al tamaño, los abrebocas están estandarizados en su mayoría en tres tamaños: S, M y L, siendo el tamaño M el más común para su uso en pacientes adultos y el S para bocas pequeñas o niños. En cuanto a la forma, existen numerosas variaciones de abrebocas con eyector incorporado, por lo cual puede ser difícil escoger un modelo estándar.

En conclusión, el uso de abrebocas es esencial en los procedimientos odontológicos, y la elección del tipo de abrebocas depende de la comodidad tanto del odontólogo como del paciente, y del propio procedimiento que se va a realizar. Aunque algunos abrebocas pueden ser más adecuados para ciertos procedimientos, esto no significa que no se puedan utilizar otros tipos de abrebocas menos comunes. En el caso del abrebocas con eyector incluido, su uso puede ser particularmente útil en procedimientos de duración media o larga, aunque depende de la preferencia del profesional dental.

4.2 Fase II: “Análisis de las características y/o atributos de los distintos implementos utilizados durante un procedimiento odontológico.”

En la presente fase, se recopilan los datos de los instrumentos y encuestas elaboradas anteriormente dentro de un procedimiento odontológico. Estos datos se analizan con el objetivo de obtener información sobre las características y atributos de los implementos utilizados, específicamente abordado en el abrebocas con eyector incluido. Con base de los resultados y el análisis, se puede diseñar el abrebocas con eyector incluido que cumpla con los requisitos óptimos para el procedimiento odontológico y la comodidad para el paciente.

4.2.1 Diagrama Causa y Efecto (Diagrama de Ishikawa)

El diagrama de causa y efecto es una técnica que permite identificar y analizar las causas y efectos de un problema particular, para luego agruparlos según su relevancia. Al aplicarse en el

contexto de los procedimientos odontológicos utilizando el abrebocas con eyector incluido, esta herramienta ha permitido identificar de manera precisa y ordenada los problemas más significativos asociados al uso de este abrebocas.

Gracias al uso del diagrama de causa y efecto, se ha logrado identificar los problemas más recurrentes en el uso del abrebocas con eyector incluido tales como: La succión ineficiente del eyector, el diseño y tamaño del abrebocas como también la comodidad del paciente al utilizarse. Estas problemáticas han sido discutidas y contextualizadas para ofrecer soluciones a fin de mejorar la intervención odontológica.

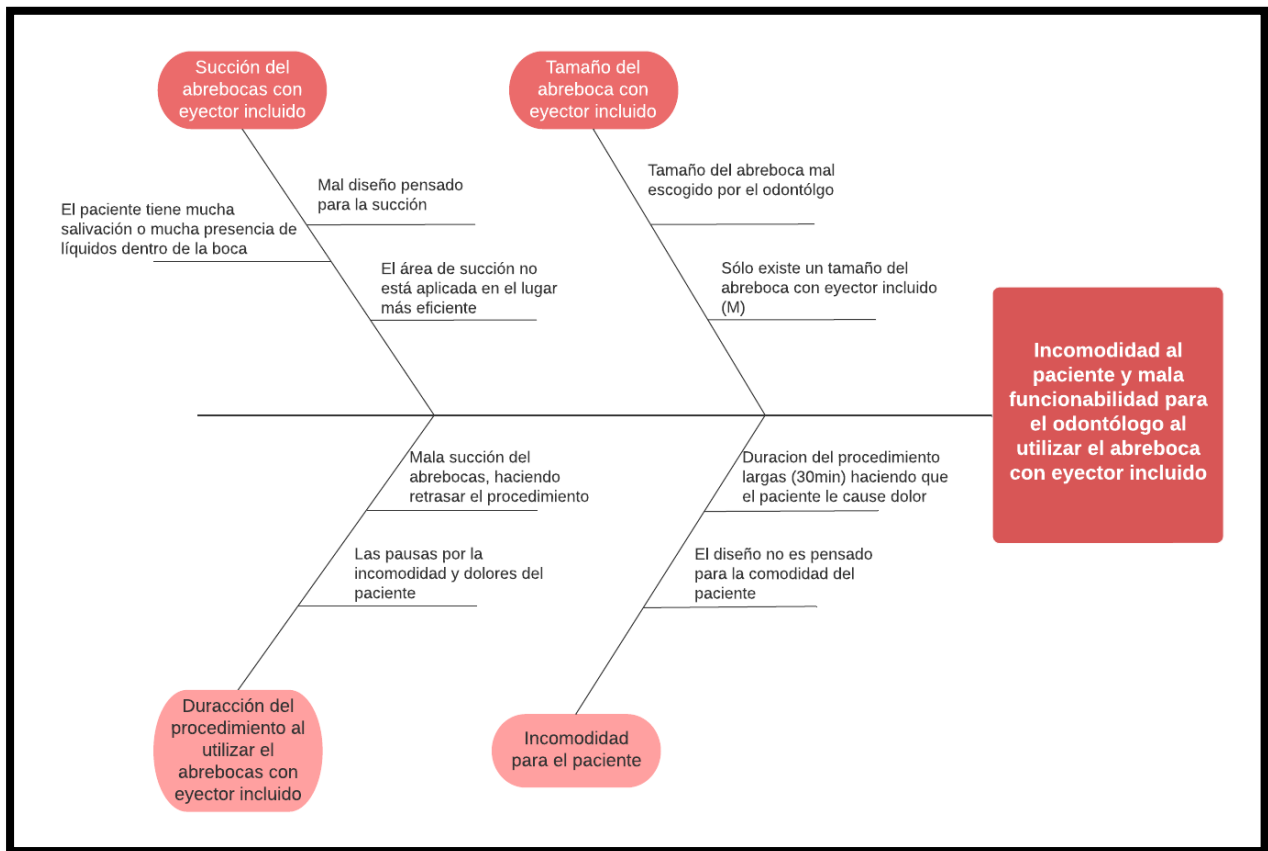


Figura 16. Diagrama causa-efecto (Ishikawa)
Fuente: Briceño, J (2023)

La técnica de causa-efecto de Ishikawa fue una herramienta valiosa para analizar las causas de los problemas relacionados con la incomodidad del paciente y la mala funcionalidad del abrebocas con eyector incluido en odontología. A través de la identificación y organización de las causas del problema en categorías relevantes, se pudieron descubrir cuestiones como la mala succión del abrebocas, el tamaño del mismo y su impacto en la comodidad del paciente, la duración

de los procedimientos, el dolor del paciente durante las pausas y los problemas de diseño en el abrebocas con eyector incluido. Al tomar medidas para abordar estas causas subyacentes, se logrará mejorar significativamente la experiencia tanto del paciente como del odontólogo durante el uso del abrebocas con eyector incluido.

4.2.2 Diagrama de Pareto

La técnica de Pareto, también conocida como el diagrama de Pareto, es una herramienta de gestión que permite identificar y priorizar los problemas o causas que tienen el mayor impacto en un determinado resultado. Esta técnica se basa en el principio de Pareto, que establece que aproximadamente el 80% de los efectos provienen del 20% de las causas. La técnica de Pareto permitió identificar las causas principales que estaban contribuyendo significativamente al problema del abreboca con eyector incluido y así se desarrollaron estrategias de mejora para abordar estas causas de manera prioritaria. En resumen, el uso del diagrama de Pareto y del diagrama de Ishikawa permitieron una mejor comprensión del problema y su causa raíz, así como una estrategia más efectiva y enfocada para solucionarlo.

Cuadro 1. Causas y Frecuencias

NOMBRE	CANTIDAD	FRECUENCIA	FRECUENCIA ACUMULADA
SUCCIÓN	3	33%	33%
TAMAÑO	2	22%	56%
DURACIÓN	2	22%	78%
INCOMODIDAD	2	22%	100%
	9		

Fuente: Briceño, J. (2023)

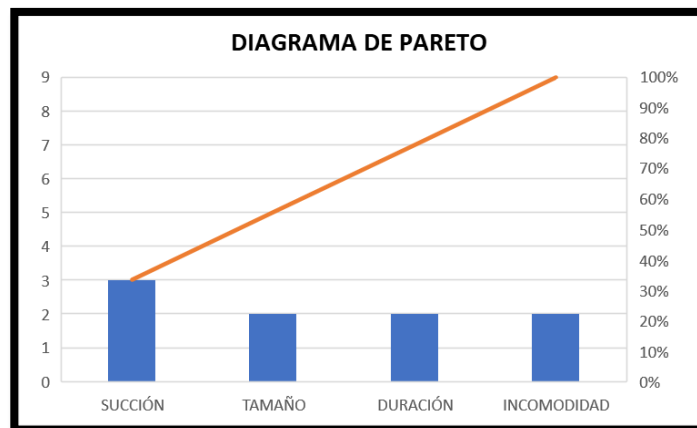


Figura 17. Diagrama de Pareto
Fuente: Briceño, J (2023)

El análisis del diagrama de Pareto ha demostrado de manera concluyente que la succión del abrebocas con eyector incluido es la causa más significativa del problema que se está enfrentando. Esta causa ha sido identificada como la principal responsable de la mayoría de las problemáticas relacionadas con el funcionamiento defectuoso del abrebocas.

4.2.3 La técnica de los cinco (5) ¿Por qué?

La técnica de los cinco por qué es una herramienta de análisis de causa raíz que ha sido importante para profundizar en las causas subyacentes de los problemas para así facilitar la búsqueda de soluciones efectivas. Al aplicar esta técnica en el campo de la odontología, con ayuda de odontólogos y pacientes para profundizar las causas, se pueden identificar áreas de mejora para aumentar la experiencia del paciente y la eficiencia del odontólogo.

Cuadro 3. Técnica de 5 ¿Por qué?

Incomodidad del paciente al utilizar el abrebocas con eyector incluido				
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?
Porque duele en la parte inferior de los labios	Porque el eyector descansa sobre los labios	Porque el diseño del abrebocas hace que el eyector descansa sobre el labio inferior del paciente	Porque el diseño no fue pensado en la comodidad del paciente, causando dolor en procedimientos medios - largos	

Fuente: Briceño, J. (2023)

Continuación del Cuadro 3. Técnica de 5 ¿Por qué?

Mala funcionalidad del abrebocas con eyector incluido				
¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?	¿Por qué?

Porque la succión no es buena	Porque no succiona los líquidos de manera eficaz	Porque la succión del abrebocas esta en la parte exterior de este, pensado en el campo de visibilidad que proporciona el abrebocas	Porque el campo de visibilidad que proporciona un abrebocas es fundamental en su uso	Porque permite trabajar con mayor comodidad para el odontólogo lo cual aumenta el rendimiento
-------------------------------	--	--	--	---

Fuente: Briceño, J. (2023)

Según los datos obtenidos en la encuesta, los atributos más importantes a destacar de un abrebocas son la practicidad para el odontólogo y la visibilidad o el campo de visión que proporcione durante un procedimiento odontológico. En cuanto a la practicidad se refiere, esto significa la facilidad de uso del abrebocas, tanto para colocarlo como para adaptarlo al paciente. Además, se busca que el abrebocas sea cómodo para el paciente y que no ocupe mucho espacio en el área de trabajo durante el procedimiento. La practicidad facilita el trabajo del odontólogo, aumentando la efectividad y el rendimiento en el procedimiento.

Por otro lado, el campo de visión que proporciona el abrebocas es fundamental para que el odontólogo pueda realizar el procedimiento de manera efectiva. La mayoría de los abrebocas están diseñados específicamente para este propósito, pero la forma y el diseño de cada uno pueden influir en su rendimiento en distintas zonas de la boca del paciente. En cualquier caso, la elección del tipo de abrebocas dependerá del criterio del profesional dental.

Ahora, por otra parte, cuando se habla de un abrebocas con eyector incluido, el factor más relevante en estos tipos de abrebocas es la efectividad de la succión. En un procedimiento odontológico, la succión se realiza generalmente con la ayuda de un eyector, que se coloca manualmente en el área donde se desea succionar los líquidos para eliminarlos. Sin embargo, la succión del eyector puede resultar laboriosa para el odontólogo en ciertos procedimientos donde la presencia de líquidos puede ser abundante como, por ejemplo, la salivación excesiva de un paciente que requiera una succión continua.

El movimiento constante del eyector para limpiar la zona puede resultar incómodo para el odontólogo, además de la incomodidad que puede causar en algunos pacientes tener el eyector

ubicado en ciertas zonas que puedan provocar náuseas. En estos casos, es importante considerar alternativas que mejoren la efectividad de la succión y reduzcan la incomodidad tanto para el odontólogo como para el paciente.

Ahora bien, cuando se trata de un abrebocas desde el punto de vista del paciente, la comodidad es el factor más importante. En los procedimientos de mediana a larga duración, la presencia del abrebocas en la boca del paciente puede resultar incómoda y dolorosa. Si el abrebocas no es cómodo, podría causar dolores innecesarios al paciente, lo que podría dificultar el trabajo del odontólogo y retrasar el procedimiento. Por tanto, es esencial que los fabricantes de abrebocas presten especial atención a la comodidad del paciente durante el diseño de estos instrumentos. Esto permitirá que los pacientes puedan recibir tratamientos clínicos y odontológicos de manera más efectiva y cómoda, sin sufrir dolores innecesarios debido a la presencia del abrebocas. Por todo ello, se hace necesario diseñar un abrebocas con eyector incluido que sea más práctico y efectivo en la succión, a fin de ofrecer una mejor experiencia a los pacientes y facilitar el trabajo del odontólogo.

4.2.4 Campo visual de un abreboca

Los abrebocas, además de cumplir su función de mantener la boca abierta durante un procedimiento odontológico, también ofrecen algo de suma importancia para el odontólogo, que es el campo visual de trabajo. El campo visual se refiere al área libre que proporciona el abrebocas para que el odontólogo pueda realizar su procedimiento de manera cómoda y efectiva. Aunque cada tipo de abrebocas ofrece un campo visual orientado hacia distintas zonas, su uso depende del criterio del profesional dental.

Los abrebocas con retractor de lengua son una herramienta muy útil en odontología, ya que proporcionan un amplio campo visual hacia la zona anterior de la boca, que abarca los dientes caninos e incisivos. Gracias a su diseño, este tipo de abreboca permite que la lengua del paciente quede estática, lo que facilita la realización de algunos procedimientos dentales. Al trabajar con esta zona anterior de la boca con mayor facilidad, los dentistas pueden realizar limpiezas más precisas, evaluaciones más detalladas y reparaciones dentales más precisas. Por lo tanto, el uso de abrebocas con retractor de lengua es altamente recomendado para los procedimientos odontológicos en los que se requiere un acceso más fácil y preciso a la zona anterior de la boca.

De igual forma es importante destacar que, si bien el uso de abrebocas con retractor de lengua puede ser muy beneficioso en algunos casos, el odontólogo debe evaluar las necesidades

específicas de cada paciente y determinar si este tipo de abreboca es el más adecuado para el procedimiento en particular.



Figura 18. Campo Visual de un Abrebocas con Retractor de Lengua
Fuente: Briceño, J (2023)

Los abrebocas tipo spandex también son un aliado fundamental en la odontología moderna, ya que no solo proporcionan un amplio campo visual en la zona anterior de la boca, sino que también permiten una fácil visualización de la zona posterior. Este tipo de abrebocas se ajusta a la boca del paciente, manteniéndola abierta sin necesidad de una intervención manual constante del odontólogo.

Es importante agregar que los abrebocas tipo spandex son utilizados en distintos procedimientos dentales, desde diagnósticos y limpiezas hasta procedimientos más complejos que requieren de una mayor precisión y control visual. Sin embargo, es decisión del odontólogo determinar si este tipo de abreboca es el más adecuado para cada paciente y procedimiento, adaptándose siempre a las necesidades y características individuales de cada caso.



Figura 19. Campo Visual de un Abreboca Spandex
Fuente: Briceño, J (2023)

Los abrebocas fotográficos son un tipo de abrebocas muy utilizados para procedimientos que requieren mayor detalle visual. Su principal función es mostrar las zonas de la dentadura con mayor claridad, permitiendo que el odontólogo pueda tomar fotografías de alta calidad para su posterior evaluación.

Estos abrebocas constan de una serie de ramas o láminas que se extienden a través de la boca, manteniéndola abierta y proporcionando un campo visual amplio y claro. Su uso se ha popularizado en los últimos años y se ha convertido en una herramienta valiosa para la documentación y evaluación de los procedimientos dentales.



Figura 20. Campo Visual de un Abrebocas fotográficos
Fuente: Briceño, J (2023)

4.2.5 Materiales en abre bocas.

En el mundo de la odontología, los materiales utilizados en la construcción de instrumentos y herramientas suelen ser muy limitados. En su mayoría, se utilizan metales como el acero inoxidable para la fabricación de pinzas, espejos y algún tipo de abre boca. Sin embargo, los abre bocas, su función y la comodidad del paciente son muy importantes, es por esto que la mayoría de abre bocas están fabricados con ciertos tipos de plásticos aptos para el contacto directo con el ser humano. Estos plásticos ofrecen una gran cantidad de ventajas sobre otros materiales, como una mayor comodidad y flexibilidad para el paciente, y una mayor variedad de tamaños y formas. Además, los plásticos utilizados en la fabricación de abre bocas son ligeros y fáciles de esterilizar, lo que garantiza que no haya ningún tipo de problema de higiene y seguridad durante el procedimiento dental.

Entre los plásticos comúnmente utilizados en odontología se encuentra el ABS (Acrylonitrile Butadiene Styrene). Este, es un plástico fuerte y duradero que es bastante resistente al desgaste. Además, es compatible con los procesos de esterilización utilizados en odontología. Este material es utilizado en la fabricación de algunos abre bocas debido a su resistencia y capacidad para soportar la desinfección repetida sin perder sus propiedades físicas.



Figura 21. Plástico ABS en bruto.

Fuente: interempresas.net/Plastico/Articulos/203339-Materiales-de-ABS

Por otra parte, el policarbonato es un plástico que se utiliza en una amplia gama de aplicaciones, incluida la odontología. Es un material transparente, fuerte y resistente a la abrasión y al impacto, lo cual lo convierte en una excelente opción para la fabricación de abre bocas. Otra

ventaja de los abrebocas hechos de policarbonato es su compatibilidad con la esterilización, lo que facilita la limpieza y la prevención de infecciones.



Figura 22. Plástico Policarbonato en bruto.
Fuente: es.made-in-china.com/ Polycarbonate-PC-Resin-Granules-Plastic

Por último, el polipropeno es uno de los materiales más comúnmente utilizados en la fabricación de abrebocas. Este plástico posee muchas ventajas que lo hacen ideal para el uso en esta área. Una de las principales ventajas del polipropeno es su ligereza y flexibilidad, lo que le permite comodidad al paciente y fácil de manipular al dentista. De la misma forma, este abrebocas tiene la ventaja de tener buena resistividad a la temperatura lo que le permite ser compatible con los procedimientos de esterilización como los autoclavables.



Figura 23. Plástico Polipropeno en bruto.
Fuente: envaselia.com/blog/que-es-el-polipropileno-id13.htm

Sin embargo, existen otros abrebocas más innovadores que son desechables fabricados de goma o látex, enfocados en los procedimientos de blanqueamientos o diseños de sonrisa. Estos abrebocas ofrecen una mayor comodidad y flexibilidad durante los tratamientos, permitiendo a los profesionales dentales realizar su trabajo de manera más precisa y eficiente. Además, al ser desechables, garantizan una mayor higiene y previenen la transmisión de enfermedades infecciosas entre los pacientes.



Figura 24. Abrebocas fabricado con Ule.
Fuente: renedental.com.ar/producto/abrebocas-opragate/

4.3 Fase III: “Diseñar un implemento odontológico que minimice el trauma maxilofacial del paciente y permita al odontólogo trabajar de manera eficiente.”

Antes de iniciar el diseño de un nuevo abrebocas, es importante realizar una evaluación exhaustiva de los problemas y fallas que presenta el abrebocas actual. Es común que los pacientes presenten molestias durante su uso o que el abrebocas no brinde la suficiente eficacia de succión para el procedimiento odontológico en cuestión. Identificar y evaluar estas fallas es crucial para desarrollar un abrebocas que proporcione una sujeción firme y cómoda para el paciente, sin comprometer la efectividad del procedimiento odontológico.



Figura 25. Fotografía señalando el maltrato producido por el Abrebocas
Fuente: Briceño, J (2023)

Prosigamos nuestro análisis, se ha constatado que los pacientes experimentan una molestia significativa en la zona amarilla, tal y como se puede ver en la Figura 25. Esta molestia suele presentarse en procedimientos de duración extendida, superando los 20 minutos, y es provocada por el peso que genera el succionador del abrebocas sobre el labio inferior del paciente, como se puede apreciar mejor en la Figura 26.

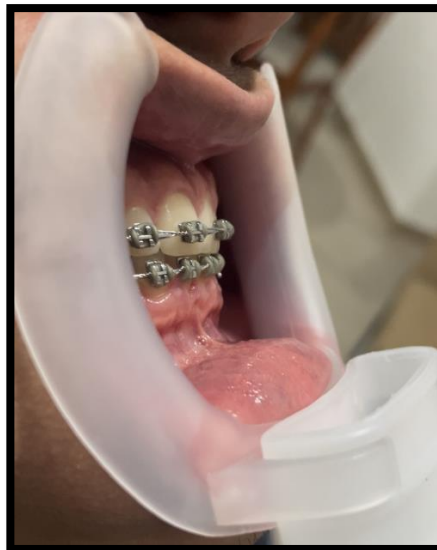


Figura 26. Fotografía señalando el maltrato producido por el Abrebocas
Fuente: Briceño, J (2023)

Por otra parte, en relación a la succión, el abrebocas también presenta debilidades ya que no ofrece una succión óptima durante el procedimiento. Este tipo de abrebocas se emplea en intervenciones como las limpiezas dentales, en las que se genera gran cantidad de líquidos que deben ser succionados de manera gradual, como la saliva y el agua expulsada por la herramienta de limpieza. A pesar de ello, el abrebocas puede no proporcionar una succión efectiva, lo que puede interferir en el correcto desarrollo del procedimiento dental.

4.3.1 Diseño del abrebocas con eyector incluido

Comenzando a diseñar el abrebocas con eyector incluido, se tomó como punto de partida uno de los abrebocas más ampliamente utilizados en la odontología, el abrebocas Spandex (ver figura 27). Se utilizaron las medidas y consideraciones de tamaño estándar (Tallas M) de estas dos referencias para crear un nuevo abrebocas que incorporara la funcionalidad del eyector. De esta manera, se aseguró que el nuevo diseño tuviera el tamaño adecuado para cumplir con las necesidades de la odontología y proporcionar una mejora útil en la experiencia del usuario.



Figura 27. Fotografías de los Abrebocas Spandex referenciales.
Fuente: Briceño, J (2023)



Figura 28. Diseño del Abrebocas con Imagen Referencial en SolidWorks
Fuente: Briceño, J (2023)

Dicho lo anterior para obtener el diseño del nuevo abrebocas con eyector incluido, se empleó la técnica de modelado 3D calcado a escala (Ver Figura 28). Esta técnica consiste en utilizar una imagen referencial para obtener la forma del modelo en 3D con precisión y escala. En este caso, se utilizó el abrebocas Spandex como imagen referencial para conseguir la forma del nuevo abrebocas con la adición del eyector. Gracias a esta técnica, se logró una alta fidelidad entre el modelo referencial y el producto final, asegurando su funcionalidad y eficacia.



Figura 29. Abrebocas Spandex con Retractor de Mejillas
Fuente: Briceño, J (2023)

Por otra parte, se utilizó otro modelo de abrebocas Spandex (ver Figura 29) para diseñar el separador de mejillas, el cual se utilizó como guía para el recorrido del eyector del abrebocas. Este separador de mejillas ayudó en el diseño para asegurar que el eyector del abrebocas se acoplara por una ruta segura y efectiva, evitando el contacto con el paciente y pensado en la posición justa para la buena succión.

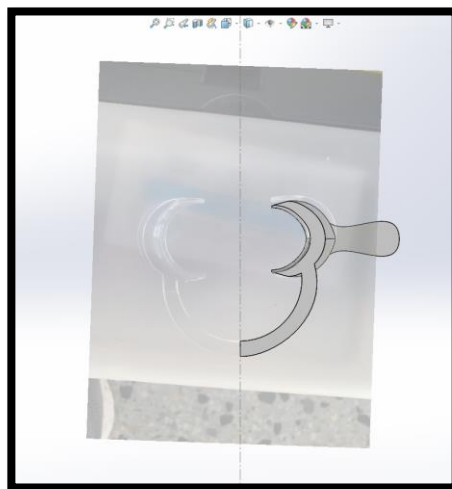


Figura 30. Diseño del Retractor de Mejillas
en SolidWorks
Fuente: Briceño, J (2023)

Así mismo, se estableció un ángulo de inclinación entre el separador de mejillas y los expansores de labios, como se puede apreciar (Ver Figuras 31). Este ángulo fue determinado después de realizar múltiples análisis para asegurar el correcto funcionamiento del eyector en el abrebocas y la eficiencia del separador de mejillas. Se tuvieron en cuenta la ergonomía y el confort del paciente, como también la efectividad en el recorrido del eyector.

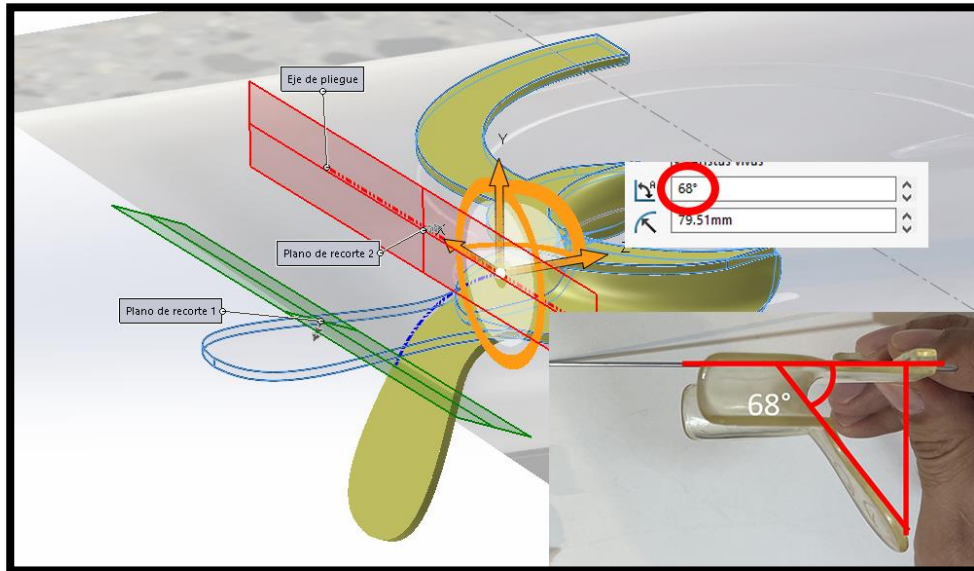


Figura 31. Ángulo de inclinación del Retractor de Mejillas en SolidWorks
Fuente: Briceño, J (2023)

Por otro lado, el diseño la succión fue pensada teniendo en cuenta diversos factores como una buena succión, la no obstrucción del campo visual del abrebocas y la comodidad del paciente durante su uso. Es por esto, se decidió anclar la succión del abrebocas al separador de mejillas (Ver Figura 32), lo cual permitió garantizar una succión adecuada sin obstruir el campo visual y comodidad para el paciente.

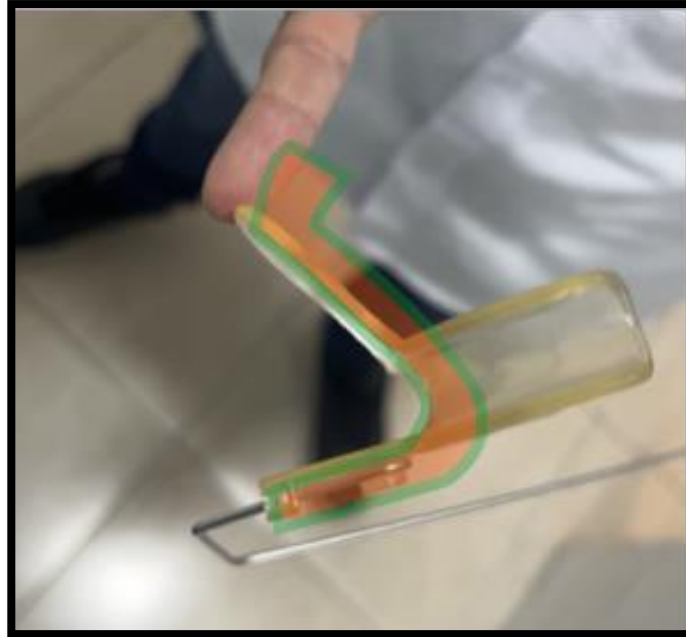


Figura 32. Representación del recorrido del eyector del nuevo Abrebocas
Fuente: Briceño, J (2023)

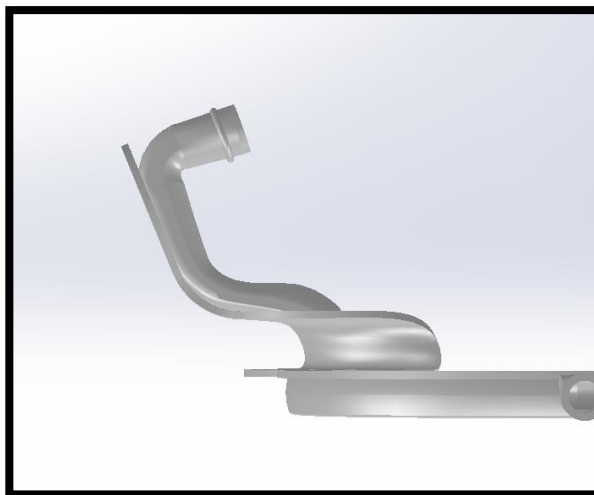


Figura 33. Diseño terminado del recorrido del eyector en SolidWorks
Fuente: Briceño, J (2023)

Prosiguiendo con el diseño de la succión del abre bocas, se tuvo en cuenta factores relevantes para su correcto funcionamiento. En términos de la construcción del eyector, se estableció que todo el recorrido del sistema estuviera hecho en paredes de 1mm de grosor (Ver

Figura 34). Este detalle aporta gran resistencia y capacidad para soportar la presión al introducir el abrebocas en la boca del paciente. Asimismo, se decidió que la boquilla de la succión tuviese el mismo diámetro que un eyector convencional, ya que esta medida estándar facilita su adaptación en los consultorios odontológicos con la conectividad de otros elementos del equipo.

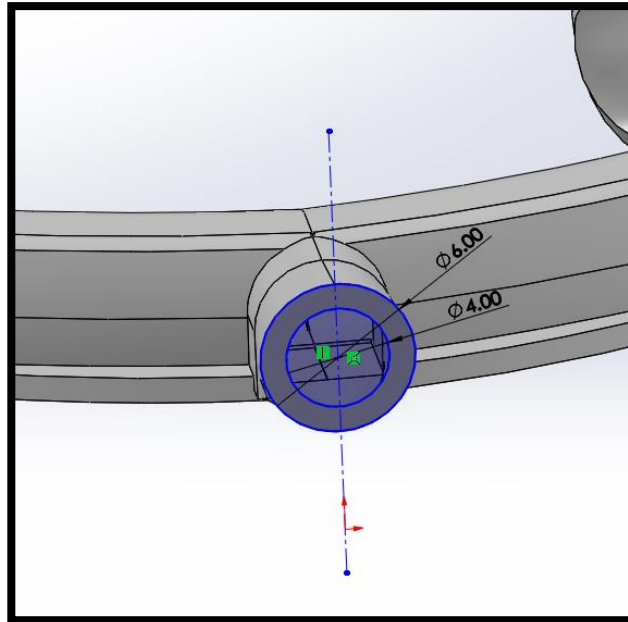


Figura 34. Diseño la boquilla del eyector del Abrebocas
Fuente: Briceño, J (2023)

Como resultado, se ha logrado obtener un modelo 3D y los planos correspondientes del abrebocas con eyector incluido tomando en cuenta las variables a resolver, listo para la exportación en formato. STL para la Impresión 3D. Con ayuda de las tecnologías de la Impresión 3D en su fabricación ofrece rapidez y precisión necesarias para garantizar la efectividad de los parámetros tomados en cuenta.

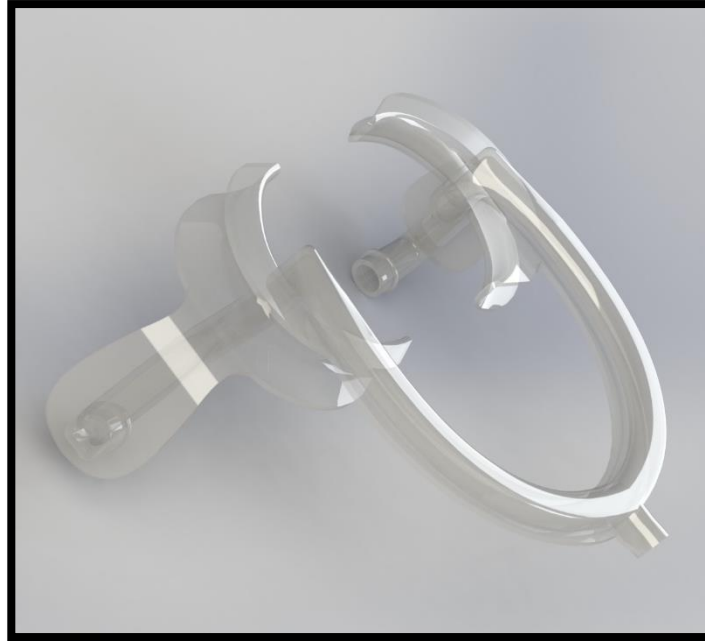


Figura 35. Renderizado del nuevo Abrebocas con eyector
Fuente: Briceño, J (2023)

4.3.2 Selección del material del Abrebocas con eyección

Como ya antes mencionado, los materiales plásticos son los más utilizados en la fabricación de abrebocas dentales, siendo el Polipropeno (PP) y el Policarbonato (PC) y en algunos casos el ABS los más comunes. Entre ellos, el PP destaca como el material ideal gracias a sus excelentes propiedades mecánicas y su capacidad de resistencia térmica, lo cual resulta crucial en los procesos de esterilización como la autoclave, que requiere altas temperaturas.

Así mismo, los plásticos Polipropenos se pueden clasificar en dos tipos: homopolímeros y copolímeros. El polipropeno homopolímero presenta una estructura molecular más rígida en comparación con los copolímeros, lo que le confiere una rigidez mucho mayor garantizando más duración de uso del material. Además, el Polipropeno homopolímero ofrece una mayor resistividad térmica lo que permite una mayor resistencia a los procedimientos de esterilización.

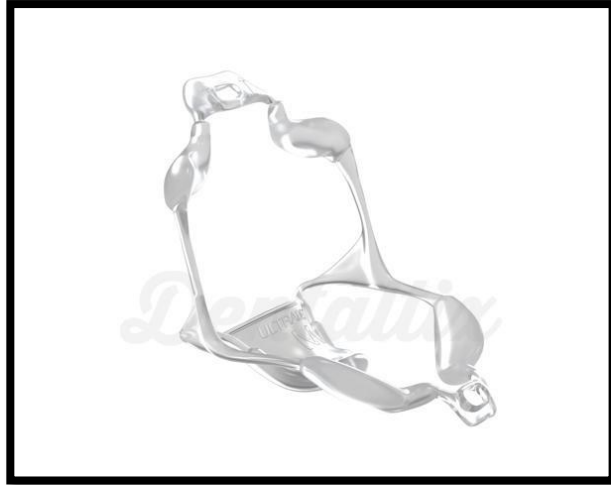


Figura 36. Abrebocas Umbrella fabricado con Polipropeno
 Fuente: Catálogo de Ultradent (2023).

Por esto, para la fabricación del abrebocas con eyector incluido se ha decidido utilizar el Polipropeno homopolímero gracias a sus propiedades mecánicas antes descritas. Las propiedades del material están definidas en el software de diseño SolidWorks. Esto permite que las simulaciones digitales del comportamiento del abrebocas, consideren las propiedades físicas y mecánicas del material.

Tipo de modelo:	Isotrópico elástico lineal	<input type="checkbox"/> Guardar tipo de modelo en la bibli...
Unidades:	SI - N/mm ² (MPa)	
Categoría:	Plástico	
Nombre:	Polipropeno homopolímero	
Criterio de fallos predeterminado:	Tensión de von Mises máx.	
Descripción:	-	
Origen:		
Sostenibilidad:	No definido	Seleccionar...
Propiedad	Valor	Unidades
Módulo elástico	2000	N/mm ²
Coefficiente de Poisson	0.4	N/D
Módulo cortante	2400	N/mm ²
Densidad de masa	900	kg/m ³
Límite de tracción		N/mm ²
Límite de compresión		N/mm ²
Límite elástico	40	N/mm ²
Coefficiente de expansión térmica		/K
Conductividad térmica	0.2256	W/(m·K)

Figura 37. Características del Material Polipropeno utilizado en simulaciones en SolidWorks
 Fuente: Briceño, J (2023)

4.3.3 Cálculo de la teoría de Falla (Von Mises)

Antes de proceder con los cálculos de Von Mises para determinar la resistencia del abrebocas, es fundamental seleccionar el punto crítico sobre el cual se realizarán las evaluaciones pertinentes. Es por esto, que resulta evidente el punto crítico estará ubicado justo en la mitad del abrebocas (Ver Figura 38), donde se concentran los esfuerzos al aplicarle la fuerza. Este punto es considerado crítico debido a que es el mayor tensión y deformación sufre durante su uso en la práctica odontológica.

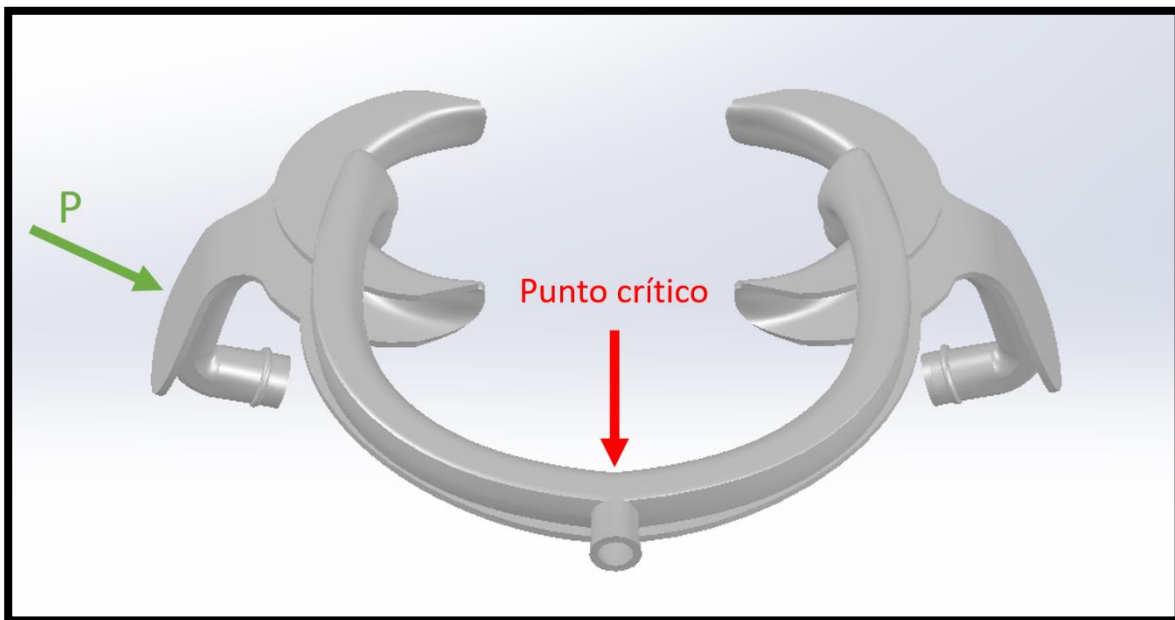


Figura 38. Representación del Punto crítico y la Carga aplicada
Fuente: Briceño, J (2023)

Igualmente, al estudiar la resistencia y el comportamiento mecánico del abrebocas, es importante considerar las fuerzas que el instrumento debe soportar durante su uso en la práctica odontológica. Por esto, las fuerzas más significativas que soportará el abrebocas serán aquellas que el odontólogo ejerce para retraer el abrebocas antes de ingresar en la boca del paciente (Ver Figura 39). Esta fuerza es crucial debido a que en ese momento el abrebocas estará expuesto a las tensiones más altas, lo que pudiese influir en su resistencia y durabilidad. Aún así, esa fuerza puede variar en función de la abertura de la boca del paciente y, siendo relativamente pequeña, difícil de medir con precisión.

Por lo tanto, la forma de abordar el estudio será hacer los cálculos de resistencia del abrebocas en referencia a los límites que pudiese soportar. De esta forma, se establece un margen de seguridad que garantizará que el instrumento no sufra fallas mecánicas durante su uso en la práctica odontológica. De igual forma, es importante destacar que el odontólogo no superará los límites de resistencia del abrebocas durante un procedimiento común, ya que las fuerzas requeridas serán menores a las que se evaluarán, asegurando su eficacia y seguridad tanto del paciente como del profesional.

En resumen, el estudio de los esfuerzos concentrados de Von Mises requieren una figura referencial para analizar su comportamiento frente a las tensiones mecánicas durante su uso. Para simplificar cálculos, se corta el abrebocas justo por la mitad debido a su simetría y se asume que está empotrado (Ver Figura 39).

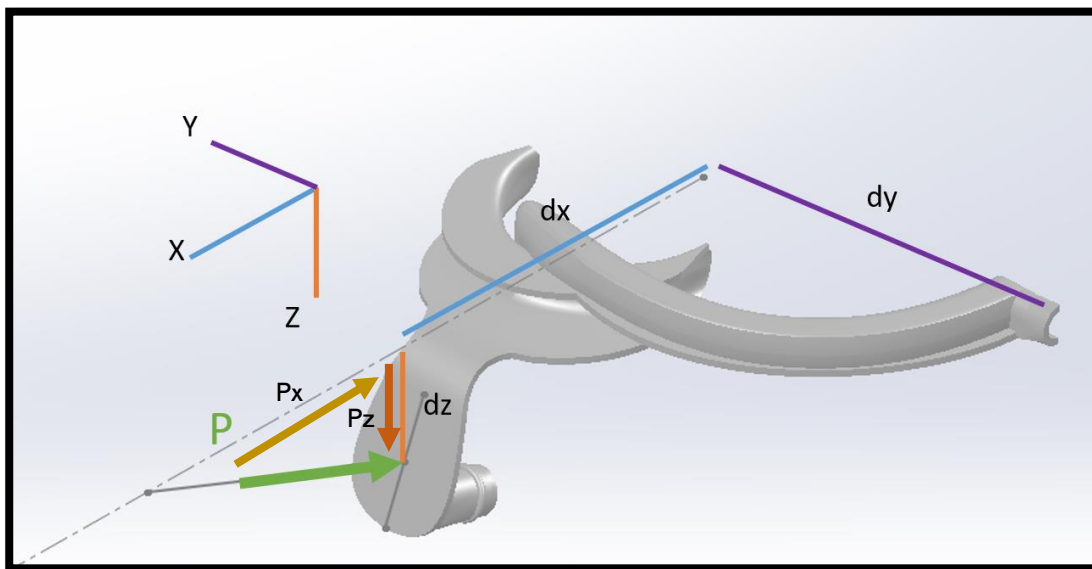


Figura 39. Representación del sistema de coordenadas para los cálculos.
Fuente: Briceño, J (2023)

Ahora bien, comenzando con evaluar la resistividad del abrebocas con una carga de 5N, se tiene:

En el plano X-Y:

Existe un momento flector producido por Px

$$P_x = \cos(22.414^\circ) * 5N = 4.622264N$$

Utilizando el método de flexión en elementos curvos:

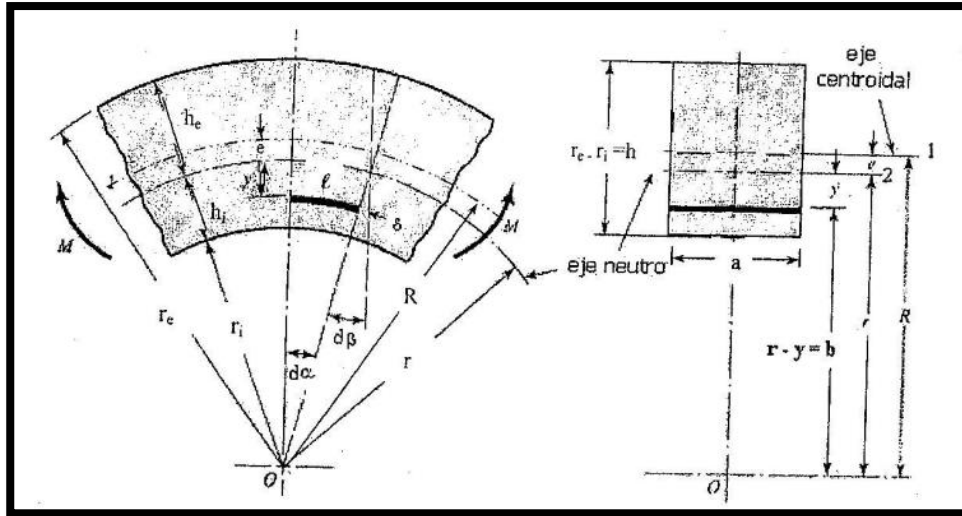


Figura 40. Geometría y dimensiones para el análisis de un elemento curvo.
Fuente: (Tassoni)

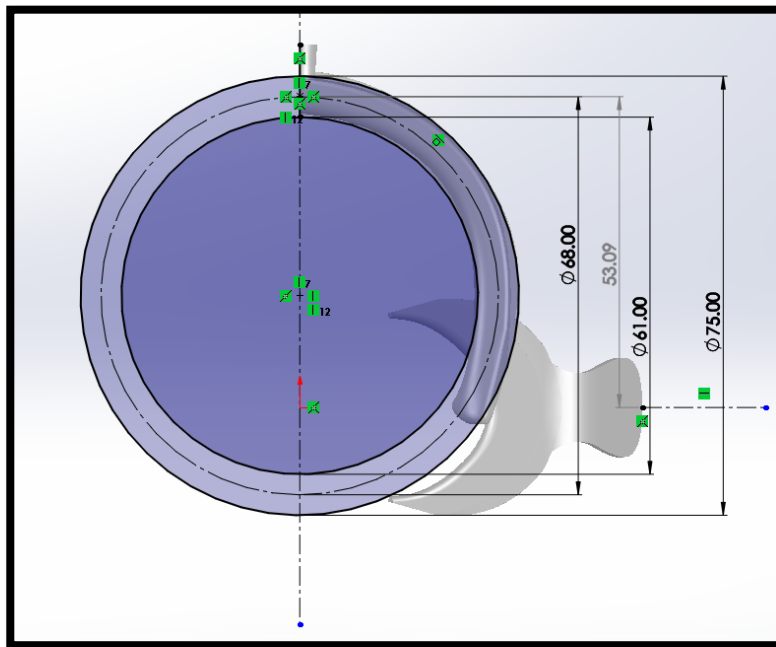


Figura 41. Medidas de diámetros del abreboca utilizados en los cálculos.
Fuente: Briceño, J (2023)

$$Re = \frac{75\text{mm}}{2} = 37.5\text{mm} ; Ri = \frac{61\text{mm}}{2} = 30.5\text{mm}$$

$$h = Re - Ri$$

$$; h = 37.5\text{mm} - 30.5\text{mm} ; h = 7\text{mm}$$

(Ec.2)

$$r = \frac{h}{\ln\left(\frac{Re}{Ri}\right)} ; \tag{Ec.3}$$

$$r = \frac{7mm}{\ln\left(\frac{37.5mm}{30.5mm}\right)} ; r = 33.8795mm$$

$$R = Ri + \frac{h}{2} \tag{Ec.4}$$

$$R = 30.5mm + \frac{7mm}{2} ; R = 34mm$$

$$hi = 33.8795mm - 30.5mm = 3.3795mm$$

$$e = R - r ; \tag{Ec.5}$$

$$e = 34mm - 33.8795mm = 0.1205mm$$

Ahora, sabiendo que $dy = 55.7mm$, se tiene:

$$Mfy = (4.6222644N) * (55.7mm) = 257.46013N \cdot mm$$

$$\sigma_{max\ trac} = \frac{Mf \cdot hi}{A \cdot e \cdot ri} ; \tag{Ec.6}$$

Para conocer el área de la sección, se utilizó el software:

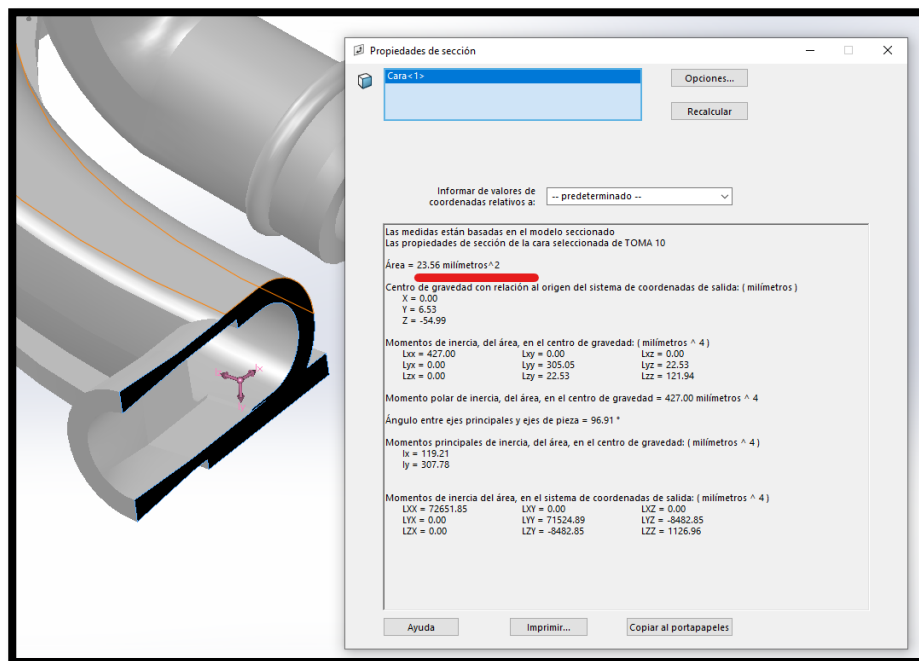


Figura 42. Tabla de Datos sobre la sección del Punto Crítico dada por SolidWorks.

Fuente: Briceño, J (2023)

$$\sigma_{\max \text{trac}} = \frac{257.46013N \cdot mm * 3.3795mm}{(23.56mm^2)(0.1205mm)(30.5mm)}$$

$$\sigma_{\max \text{trac}} = 10.0484MPa$$

$$\sigma_{\max} = Mfy + \frac{P}{A} \tag{Ec.7}$$

$$\sigma_{\max} = 10.0484MPa + \frac{4.6222644N}{23.56mm^2} = 10.2446686MPa$$

Ahora bien, en el plano Y-Z:

Existe un Momento Torsor producido por Pz

$$Pz = \text{Sen}(22.414^\circ) * (5N) = 1.90648N$$

$$MT = dy * Pz; MT = 55.7mm * 1.90648N = 106.190936N \cdot mm$$

$$\tau_{\max} = \frac{MT * r}{J}; \tag{Ec.8}$$

Donde J lo obtenemos de la misma tabla donde se obtuvo el Área (Ver Figura 42)

Para el caso de r (radio), debido a la complejidad de la sección se asumirá como una sección circular.

$$J = 427.20 \text{ mm}^4$$

$$d = \sqrt{\frac{A * 4}{\pi}}; \tag{Ec.9}$$

$$d = \sqrt{\frac{23.56mm^2 * 4}{\pi}} = 5.47699 \text{ mm}; r = 2.7384997mm$$

$$\tau_{\max} = \frac{(106.190936N \cdot mm * 2.73849975mm)}{427.20 \text{ mm}^4}$$

$$\tau_{\max} = 0.680720 \text{ MPa}$$

Por último, en el Plano X-Z:

Existen dos momentos flectores:

$$\sigma_{Mfx} = \frac{Mfy * c}{Ix} \tag{Ec.10}$$

Igualmente obtendremos la Ix de la tabla (Ver Figura 42)

$$Ix = 119.26mm^4; c = 3mm$$

Sabiendo que dz = 24.96mm

$$Mfx = Py * dz ; Mfy = (4.622264N) * (24.96mm)$$

$$Mfx = 115.3717N.mm$$

$$\sigma_{Mfx} = \frac{115.3717194N.mm * 3mm}{(119.26mm^4)}$$

$$\sigma_{Mfx} = 2.9021MPa$$

$$\sigma_{Mfx} = \frac{Mfz * c}{Ix} \tag{Ec.11}$$

Sabiendo que $dx = 55.02mm$

$$Mfz = Pz * dx ; Mfz = 1.90648N * 55.02mm = 104.8945296 N.mm$$

$$\sigma_{Mfx} = \frac{104.8945296N.mm * 3mm}{(119.26mm^4)}$$

$$\sigma_{Mfx} = 2.638634MPa$$

Ahora aplicando Von Mises:

$$\sigma_{VM} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x\sigma_y + 3\tau_{xy}^2} \tag{Ec.12}$$

$$\sigma_x = \sqrt{(2.9021MPa)^2 + (2.638634821MPa)^2}$$

$$\sigma_x = 3.922317MPa$$

Ahora por un efecto primario de corte P:

$$\tau_p = \frac{(1.90648N)}{23.56mm^2} = 0.08092MPa$$

$$\tau_{res} = \sqrt{(0.08092MPa)^2 + (0.680720MPa)^2}$$

$$\tau_{res} = 0.685512MPa$$

$$\sigma_{VM} = \sqrt{(3.92231795)^2 + (10.2446)^2 - (3.92231795)(10.2446) + 3(0.685512MPa)^2}$$

$$\sigma_{VM} = 9.0313MPa$$

El análisis de los esfuerzos concentrados de Von Mises en el abrebocas con eyector incluido fabricado de Polipropeno homopolímero para una carga de 5N indica que la estructura del material soporta esfuerzos de 9.03MPa, lo que se traduce en una tensión mecánica considerablemente por debajo del límite elástico del material, que se encuentra en los 40MPa (Ver Figura). Significa que el material es capaz de soportar las cargas de trabajo sin sufrir daños estructurales o deformaciones permanentes, lo que asegura la fiabilidad y durabilidad del abrebocas con eyector incluido fabricado de este material.

4.3.4 Simulación de Análisis Estático en SolidWorks

Aplicando los mismos parámetros que los cálculos de tensiones, las fuerzas de 5N y colocando la sujeción en el centro de la boquilla del abrebocas con eyector, queda entonces gráficamente:

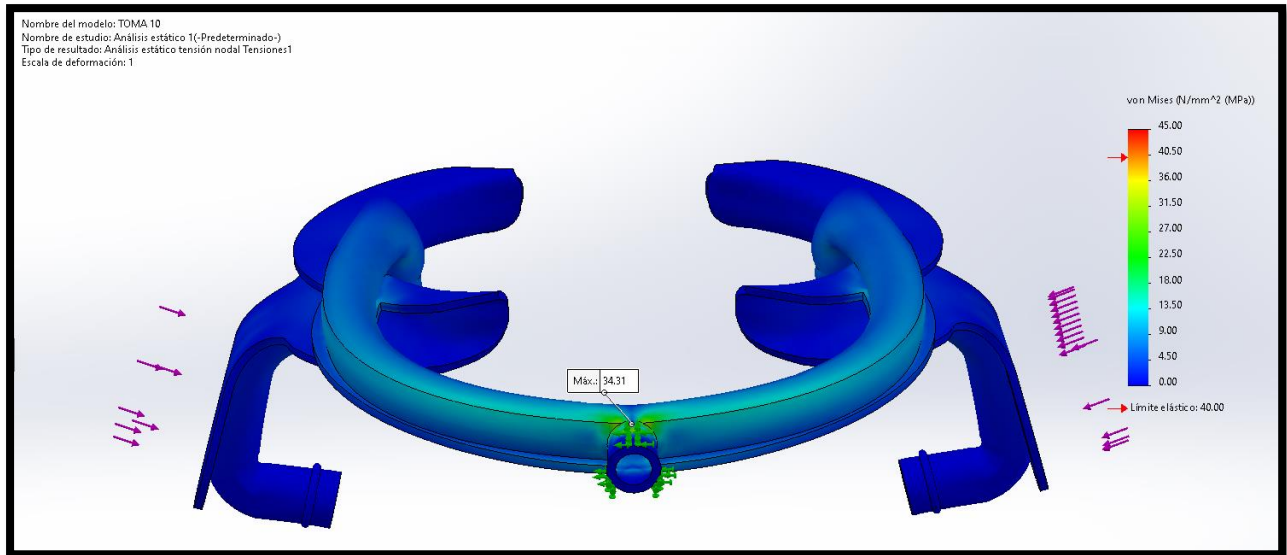


Figura 43. Resultados del Análisis Estático de SolidWorks (Tensiones VM).
Fuente: Briceño, J (2023)

El resultado de la simulación en SolidWorks del abrebocas con eyector demuestra que la estructura del material es lo suficientemente resistente para soportar las fuerzas aplicadas durante el uso. La máxima tensión generada por las fuerzas concentradas es de 34.31MPa, lo cual se encuentra por debajo del límite elástico del polipropeno homopolímero fijado en 40MPa, asegurando fiabilidad y durabilidad del abrebocas con eyector incluido.

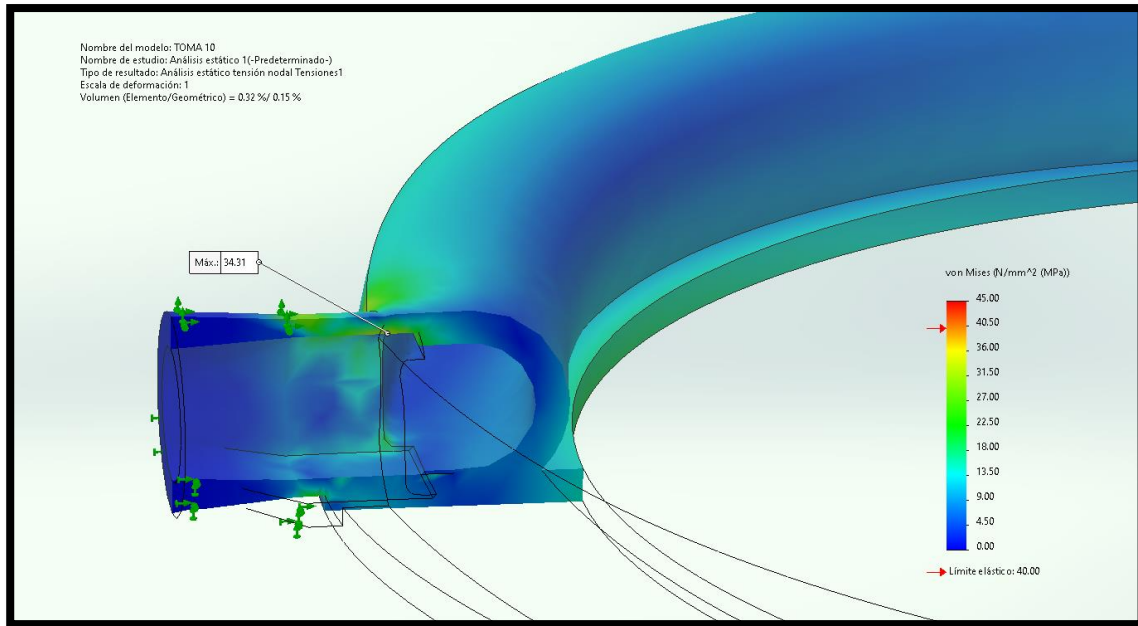


Figura 44. Resultados del Análisis Estático de SolidWorks en la Sección de Punto Crítico (Tensiones VM).
 Fuente: Briceño, J (2023)

En cuanto a la comparación entre los cálculos teóricos de tensiones de Von Mises y los resultados obtenidos en la simulación en SolidWorks, se debe destacar que existen ciertas diferencias que son el resultado de la complejidad de la forma de la sección crítica. En los cálculos teóricos no se tomó en cuenta con precisión la forma exacta de la sección (Ver Figura 43), además durante la trayectoria de esa sección se asumió en los cálculos por términos de simplicidad que las secciones serían constantes. Estos factores pueden afectar en la precisión de los resultados teóricos y pueden explicar en parte las diferencias encontradas en comparación de los resultados obtenidos en la simulación de SolidWorks.

Así mismo, dentro del resultado de la simulación de SolidWorks, se puede apreciar que el resultado máximo de las tensiones concentradas de 34.31MPa, corresponde a una fracción muy pequeña de un resultado promedio en esta sección. Mediante la escala de colores se puede observar que los colores azulados dominan la coloración de la sección (Ver Figura 44), siendo estos colores cercanos a las tensiones menores que van desde 0MPa hasta los 13MPa. Esto significa que el resultado de los cálculos teóricos está acorde con el promedio de las tensiones obtenidas en esa sección.

4.3.5 Simulación de Fluidos en SolidWorks

La simulación de fluidos realizada en SolidWorks permitió representar de manera precisa cómo funcionará la succión del abrebocas con el eyector, confirmando la efectividad del diseño. Para llevar a cabo esta simulación, se utilizaron los siguientes parámetros.

En primer lugar, se utilizó agua como fluido de simulación debido a que la densidad de la saliva es muy similar a la del agua, aunque la densidad de la saliva pudiese variar dependiendo de la persona, aun así, simular con agua es efectivo para motivos evaluativos. En segundo lugar, se estableció una velocidad de succión de 0.05m/s, que es una velocidad ajustable dependiendo de las necesidades del odontólogo.

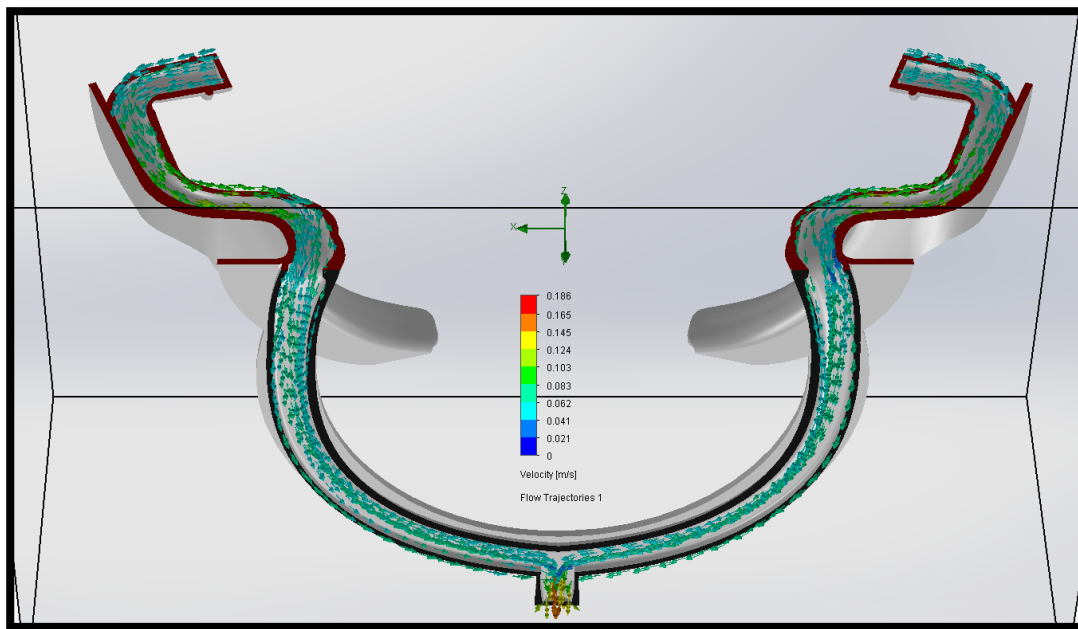


Figura 45. Resultados de la Simulación de Fluidos del Abrebocas en SolidWorks, valores de velocidad.
Fuente: Briceño, J (2023)

Los resultados de la simulación de fluidos en SolidWorks demostraron que la trayectoria de eyección del abrebocas es efectiva para permitir una succión adecuada de los fluidos presentes en la boca, incluyendo la saliva, agua u otros líquidos presentes. Esta trayectoria del eyector permite succionar los fluidos de ambos lados donde estos se acumulan, lo que resulta de gran ayuda para el odontólogo durante el procedimiento dental.

4.3.6 Limpieza y esterilización del abrebocas con eyección

La esterilización del abrebocas con eyector se llevará a cabo a través del procedimiento de autoclave, el cual es ampliamente utilizado en el campo odontológico para desinfectar y esterilizar instrumentos reutilizables. En el caso del abrebocas con eyector, este es compatible con el procedimiento de autoclave debido a su excelente propiedad térmica. El material utilizado para la fabricación, el polipropeno homopolímero, es capaz de soportar temperaturas de hasta 170C°, lo cual es capaz de resistir el calor generado durante una esterilización.

El procedimiento de autoclave utiliza agua y químicos para alcanzar temperaturas desde los 120C°, con una presión determinada y un tiempo estipulado, para eliminar todo tipo de bacterias y microorganismos presentes en el abrebocas con eyector. Además, este proceso es rápido y efectivo, lo que garantiza que el abrebocas pueda ser utilizado de manera segura en cada procedimiento odontológico.



Figura 46. Horno de esterilización por Autoclave.

Fuente: <https://www.medicalexpo.es/prod/dxp-sterilization/product-72008-861104.html>

A pesar de que el proceso de autoclave es suficiente para la esterilización del instrumento, es imprescindible recordar que la limpieza interna del eyector del abrebocas también es esencial para eliminar cualquier residuo acumulado y prevenir la propagación de una infección. Por lo tanto,

utilizar cepillos especializados para la limpieza de cánulas (Ver Figura 47) y asegurarse de que todo el equipo sea limpiado adecuadamente después de cada uso es vital.

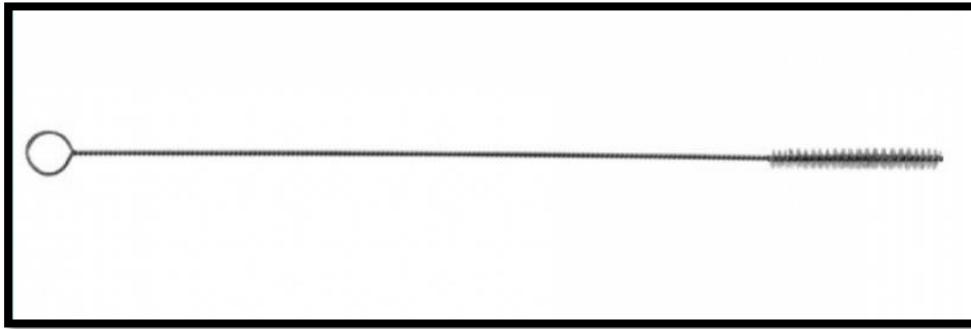


Figura 47. Cepillo para la limpieza de cánulas.

Fuente: <https://www.igaltex.com/es/producto/cepillo-para-instrumental-canulado>

4.3.7 Posibles soluciones para el abrebocas con la eyección

En la obtención de la mejor solución, es importante evaluar todas las posibles soluciones bajo diferentes criterios y compararlas entre sí con el fin de la obtención de la mejor solución que garantice los objetivos planteados.

4.3.7.1 Posible Solución 1 (PS1)

Como primera posible solución se encuentra el rediseño del abrebocas con eyector incluido mediante una serie de estudios y varios análisis que fueron necesarias para su creación.

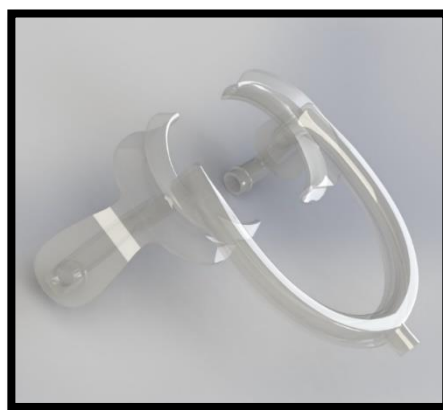


Figura 48. Render del Rediseño de Abrebocas en SolidWorks

Fuente: Briceño, J (2023)

4.3.7.2 Posible Solución 2 (PS2)

La segunda posible solución se trata del abrebocas con eyector incluido del cual se le aplicó un rediseño.



Figura 49. Abrebocas con eyección para el rediseño
Fuente: Briceño, J (2023)

4.3.7.3 Posible Solución 3 (PS3)

La posible solución 3 se trata de un abrebocas con eyección incluida y retractor de lengua, de la marca de Andent.



Figura 50. Abrebocas con eyección.
Fuente: <https://www.royal-dent.com/instrumental/abrebocas/abrebocas/>

4.3.7.4 Posible Solución 4 (PS4)

Por último, la posible solución 4 se trata de un abrebocas y retenedor con eyección incluida, de la marca de Mr. Thirsty.



Figura 51. Abrebocas con eyección 2.
 Fuente:
<https://vamasa.com.mx/producto/eyector-retenedor-abre-bocas-mr-thirsty/>

4.3.8 Aplicación de Restricciones a Posibles Soluciones

Las restricciones que se aplicaron para las posibles soluciones son:

- Succión (R1)
- Material (R2)
- Limpieza y Autoclave (R3)
- Campo Visual (R4)

Cuadro 4. Restricciones a Posibles Soluciones

Restricciones		PS1	PS2	PS3	PS4
Succión	R1	Si	Si	Si	Si
Material	R2	Si	Si	Si	Si
Limpieza	R3	Si	Si	No	Si
Campo Visual	R4	Si	Si	No	No

Fuente: Briceño, J (2023)

Según los resultados del cuadro de Restricciones, se puede tomar que las Soluciones serán la PS1 siendo S1 (Solución 1), PS2 como S2 (Solución 2) y PS4 como S3 (Solución 3). La PS3 queda por fuera debido a que posee mayor cantidad de restricciones no cumplidas.

4.3.9 Ponderación de Criterios

Para la evaluación de la mejor solución, se han definido criterios claves que serán ponderados para determinar la opción más adecuada. Los criterios a evaluar serán:

- Estética (C1)
- Efectividad de succión (C2)
- Versatilidad (C3)
- Comodidad del paciente(C4)
- Facilidad de uso (C5)

Ponderando los criterios queda como:

Cuadro 5. Asignación de Ponderación de Criterios

Criterios		Importancia	PC
Estética	C1	5to	1
Efectividad de Succión	C2	3ro	3
Versatilidad	C3	4to	2
Comodidad al paciente	C4	2do	4
Facilidad de uso	C5	1ro	5

Fuente: Briceño, J (2023)

Ahora para la comprobación lógica de criterios se debe realizar un cuadro donde su ponderación influye en la importancia entre ellos:

Cuadro 6. Comprobación Lógica de los Criterios

	C1	C2	C3	C4	C5	N° de Veces	PC
C1						0	1
C2	C2					2	3
C3	C3	C2				1	2
C4	C4	C4	C4			3	4
C5	C5	C5	C5	C5		4	5
	5to	3ro	4to	2do	1ro		

Fuente: Briceño, J (2023)

4.3.10 Ponderación de los Soluciones con respecto a cada Criterio

Luego de haber realizado la comprobación lógica de los criterios, se procede a ponderar las soluciones previamente obtenidas en cada uno de los criterios. El objetivo es obtener una valoración objetiva de cada alternativa y de esta manera seleccionar la solución más adecuada.

Comenzando con el Primer Criterio (C1):

Cuadro 7. Ponderación de Soluciones para C1

C1	S1	S2	S4	N° de veces	Px1 = N
S1				1	P11 = 2
S2	S1			0	P21 = 1
S4	S1	S4		2	P31 = 3
	2do	3ro	1ro		

Fuente: Briceño, J (2023)

Continuando con el Segundo Criterio (C2):

Cuadro 8. Ponderación de Soluciones para C2

C2	S1	S2	S4	Nº de veces	Px1 = N
S1				2	P12 = 3
S2	S1			0	P22 = 1
S4	S1	S4		1	P32 = 2
	1ro	3ro	2do		

Fuente: Briceño, J (2023)

Continuando con el Tercer Criterio (C3):

Cuadro 9. Ponderación de Soluciones para C3

C3	S1	S2	S4	Nº de veces	Px1 = N
S1				2	P13 = 3
S2	S1			1	P23 = 2
S4	S1	S2		0	P33 = 1
	1ro	2do	3ro		

Fuente: Briceño, J (2023)

Continuando con el Cuarto Criterio (C4):

Cuadro 10. Ponderación de Soluciones para C4

C4	S1	S2	S4	Nº de veces	Px1 = N
S1				2	P14 = 3
S2	S1			0	P24 = 1
S4	S1	S4		1	P34 = 2
	1ro	3ro	2do		

Fuente: Briceño, J (2023)

Por último, con el Quinto Criterio (C5):

Cuadro 11. Ponderación de Soluciones para C5

C5	S1	S2	S4	Nº de veces	Px1 = N
S1				2	P15 = 3
S2	S1			0	P25 = 1
S4	S1	S4		1	P35 = 2
	1ro	3ro	2do		

Fuente: Briceño, J (2023)

4.3.11 Ponderación Final

Después de haber ponderado cada solución con los criterios, se procede a calcular la ponderación final.

Cuadro 12. Ponderación Final.

PCx	P1x	PCx*P1x	P2x	PCx*P2x	P3x	PCx*P3x
PC1	P11		P21		P31	
PC2	P12		P22		P32	
PC3	P13		P23		P33	
PC4	P14		P24		P34	
PC5	P15		P25		P35	

Fuente: Briceño, J (2023)

Que, sustituyendo los valores resultaría:

Cuadro 11. Valor Resultante de cada Solución

PCx	P1x	PCx*P1x	P2x	PCx*P2x	P3x	PCx*P3x
1	2	2	1	1	3	3
3	3	9	1	3	2	6
2	3	6	2	4	1	2

4	3	12	1	4	2	8
5	3	15	1	5	2	10
		44		17		29

Fuente: Briceño, J (2023)

De acuerdo con el resultado obtenido en el cuadro del valor resultante de cada solución, se ha determinado que la mejor selección de solución para las restricciones y los criterios establecidos es la Solución 1.

4.4 Fase IV: “Evaluación de la viabilidad técnica, operativa, ambiental, social y financiera del equipo diseñado”.

La viabilidad es un aspecto esencial en cualquier proyecto, ya que permite evaluar las posibilidades de éxito antes de su ejecución. Esta cualidad se refiere a las condiciones actuales y las características de un proyecto y mide la probabilidad de que pueda llevarse a cabo con éxito. Es prudente considerar la viabilidad de un proyecto de un antes de invertir recursos y tiempo en su ejecución o en la producción de un producto, es por esto que la viabilidad es un recurso fundamental que permite tomar una decisión fundamentada antes de iniciar cualquier proyecto.

4.4.1 Viabilidad Técnica

La viabilidad técnica se refiere a la capacidad y posibilidad de llevar a cabo o implementar una idea con éxito y eficiencia desde el punto de vista tecnológico. Dicha viabilidad es un aspecto fundamental en la implementación y desarrollo de nuevas tecnologías que buscan solucionar problemáticas.

Por lo cual, el rediseño del abrebocas con eyector es un proyecto que considera la innovación del mecanismo de eyección, lo que permite mejorar significativamente la succión de los abrebocas en comparación de modelos existentes en el mercado. Este rediseño garantiza una mayor eficiencia y efectividad en la succión, asegurando también mejor higiene y seguridad en los procedimientos odontológicos.

4.4.2 Viabilidad Operativa

En cuanto a la viabilidad operativa, el rediseño del abrebocas con eyector tiene muchas ventajas con respecto a los abrebocas con eyección convencionales. En primer lugar, el nuevo diseño proporciona mayor campo visual para el odontólogo, aumentando la eficacia del

procedimiento. También, el rediseño del eyector del abrebocas elimina el uso de los eyectores convencionales, siendo ergonómicamente favorable para el odontólogo ya que estos solo succionaban de un solo lado, a diferencia del nuevo diseño que succiona por ambos lados de las mejillas, aumentando la eficiencia del procedimiento odontológico.

4.4.3 Viabilidad Ambiental

La viabilidad ambiental del rediseño del abrebocas con eyector es uno de los puntos fuertes de este proyecto. Durante el proceso de investigación y diseño se realizaron los estudios para seleccionar el material más adecuado para la fabricación del abrebocas, y se encontró que el mejor material es el PP. Este material es altamente resistente y duradero, lo cual lo hace apto para las esterilizaciones, significando que puede ser utilizado múltiples veces, apoyando la sostenibilidad ambiental y reduce la cantidad de residuos generados.

En comparación con los eyectores convencionales, estos son desechables, en cambio el rediseño del abrebocas con eyector incluido permite reducir significativamente la cantidad de estos residuos plásticos.

4.4.4 Viabilidad Social

Desde el punto de vista de la viabilidad social, el rediseño del abrebocas con eyector es una propuesta muy beneficiosa para los pacientes odontológicos. Con el rediseño del abrebocas con eyector se ha logrado un diseño que reduce significativamente el trauma y la incomodidad del paciente al utilizar el abrebocas con eyección. Así mismo, la eyección del abrebocas elimina los líquidos generados durante el procedimiento, lo cual reduce la probabilidad de náuseas del paciente. Es por esto que el rediseño del abrebocas busca la comodidad del paciente durante los procedimientos dentales.

4.4.5 Viabilidad Financiera

En lo que respecta a la viabilidad financiera del rediseño, es frecuente que se deba adquirir eyectores desechables para llevar a cabo las consultas y procedimientos. Lo cual, el rediseño del abrebocas con eyector permitiría reducir la cantidad de residuos producidos durante las prácticas y al mismo tiempo mejorar la sostenibilidad financiera de los consultorios médicos eliminando la necesidad de comprar eyectores desechables. El rediseño del abrebocas con eyector se ha diseñado con la consideración de ser reutilizado tras procesos de esterilización, lo que aumenta la eficacia de los procedimientos, así mismo, reduce la duración de estos permitiendo así una mayor cantidad de consultas en un menor tiempo.

Para el cálculo del precio unitario por abre bocas se procede a analizar varios parámetros. En primer lugar, se considera el rendimiento de impresión 3D, calculando que se puede fabricar 2.6667 abre bocas por jornada de 8 horas, con un tiempo estimado de 3 horas por impresión.

Además, está relacionado con el tipo de Impresora 3d, tomando en cuenta el costo de esta, que en este caso será de gama Media y teniendo un valor de 270\$. Se estima que su vida útil es de 3 años, lo cual es considerado normal para electrodomésticos de este tipo, esto para hacer una aproximación a la depreciación lineal.

Continuando, con estos primeros datos se construye un cuadro que permita conocer el precio unitario por abre bocas, teniendo en cuenta la inversión del material, la inversión de equipos, gastos administrativos aproximados y mano de obra.

Cuadro 15. Análisis del Precio Unitario del Abrebocas.

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				
Rendimiento de Fab.	2.66667	pza/día		
MATERIALES				
Descripción	Unidad	Cantidad por pza	Costo (\$)	Total, por pza (\$)
Filamento de Polipropeno (1000gr)	gr	15.00	0.09	1.44
			Costo total	1.44
EQUIPOS				
Descripción	Cantidad	Costo (\$)	Depreciación	Total, por pza (\$)
Laptop	1	150.00	0.001	0.15
Impresora 3D	1	270.00	0.001	0.35
			Costo Unitario de Equipos	0.19
MANO DE OBRA				

Descripción	Cantidad	Jornada diaria (\$)	Total (\$)
Operador de la Impresora	0.13	10	1.25
Costo Unitario de mano de obra			0.47
TOTAL COSTO UNITARIO			2.10
10%		Gastos Admin.	0.21
		SubTotal	2.31
40%		Ganancia	0.92
		PVP (\$)	3.23

Fuente: Briceño, J (2023)

Una vez finalizado el cuadro del precio unitario por abre bocas, es necesario compararlo con el costo del abre bocas con eyector incluido que se encuentra actualmente en el mercado. Según los datos recogidos, el precio promedio de este producto en las casas dentales es de \$5. A partir de esta información, se puede concluir que el rediseño del abre bocas es viable financieramente. El costo por unidad de este producto rediseñado es de \$3.23, lo que representa un ahorro significativo en comparación con el precio actual del abre bocas en el mercado.

Es importante destacar que esta viabilidad financiera se basa únicamente en el costo de producción del abre bocas rediseñado. Otros factores como la calidad del producto, la demanda del mercado y la competencia en el sector también pueden influir en el éxito comercial del producto.

CONCLUSIONES

Finalmente, se ha llevado a cabo el estudio “**REDISEÑO DE UN ABREBOCAS DENTAL QUE MINIMICE EL TRAUMA AL PACIENTE DURANTE SU USO**”. Debido a las necesidades encontradas dentro de los consultorios odontológicos que realizaban algunos procedimientos con el abrebocas con eyección, generando un trauma durante su uso en los procedimientos más duraderos, causando disgusto de parte del paciente y la inconformidad del odontólogo en la mala efectividad succionadora del abrebocas, ocasionando retardos en las consultas odontológicas y mala ergonomía hacia el profesional dental. Por lo cual se decidió buscar una alternativa el cual pudiese cumplir con la función del abrebocas y con la succión dentro de los procedimientos dentales. Ahora bien, dicho lo anterior, se concluyen las fases realizadas de la investigación en cuestión, debido a que fueron parte de los pasos para el desarrollo de la misma.

Fase I: Durante la esta fase, se concluye mediante los instrumentos para la recolección de datos se pudo profundizar la problemática de los odontólogos con respecto a los abrebocas en general. Los criterios y aspectos más valorados durante el uso de los abrebocas, los tiempos de duración promedio de los procedimientos dentales y la problemática de la succión con respecto al abrebocas a estudiar, obteniendo valores promedios bajos sobre la efectividad de la succión de este. También se profundizó en el trauma generado por el abrebocas con eyector en los pacientes durante los procedimientos dentales, dando los aspectos claves para la consideración del rediseño de este.

Fase II: Mediante los métodos para el análisis de la recolección de datos se identificaron y establecieron las variables más destacadas en la consideración durante el rediseño del abrebocas con eyector. Se interpretaron los datos obtenidos y se registraron para mejor comprensión de estos.

Fase III: Igualmente, un análisis del rediseño del abrebocas considerando las variables más importantes para el nuevo diseño. Siendo entre estas variables la comodidad del paciente, la facilidad de uso del odontólogo, la succión efectiva y el campo visual como unas de las principales variables a considerar durante el rediseño. Durante esta fase se realizaron múltiples estudios de la mano de los expertos dentales y de mecánicos para concluir en el mejor rediseño. Se realizaron los cálculos necesarios para las demostraciones de resistividad del abrebocas como las simulaciones planteadas concluyendo en un diseño óptimo para las consultas odontológicas.

Fase IV: Por último, se demostró la innovación en el área de los instrumentos odontológicos. La viabilidad operativa, señalando la facilidad de uso del abrebocas en

comparación con los abre bocas con eyección presentes actualmente en el mercado. La viabilidad Ambiental, destacando la disminución de desechos plásticos creados en cada consulta odontológica mediante la reutilización del abre bocas con eyección por esterilizaciones previas. La viabilidad Social, disminuyendo las molestias ocasionadas por el anterior abre bocas con eyección y originando mayor satisfacción del paciente y del odontólogo. Y, por último, la viabilidad financiera, demostrando que existe una reducción económica en los consultorios al no comprar los eyectores desechables, reutilizando el abre bocas con eyección y aumentando la cantidad de consultas debido a la eficiencia de este abre bocas.

RECOMENDACIONES

- Realizar pruebas y ensayos exhaustivos del abrebocas rediseñado en entornos odontológicos reales para evaluar su desempeño y comodidad para el paciente como también al odontólogo.
- Realizar una investigación de mercado para evaluar la demanda del abrebocas diseñado específicamente para niños.
- Analizar los procesos de fabricación para el rediseño del abrebocas en masa con el material recomendado, evaluando las ventajas y consideraciones específicas.

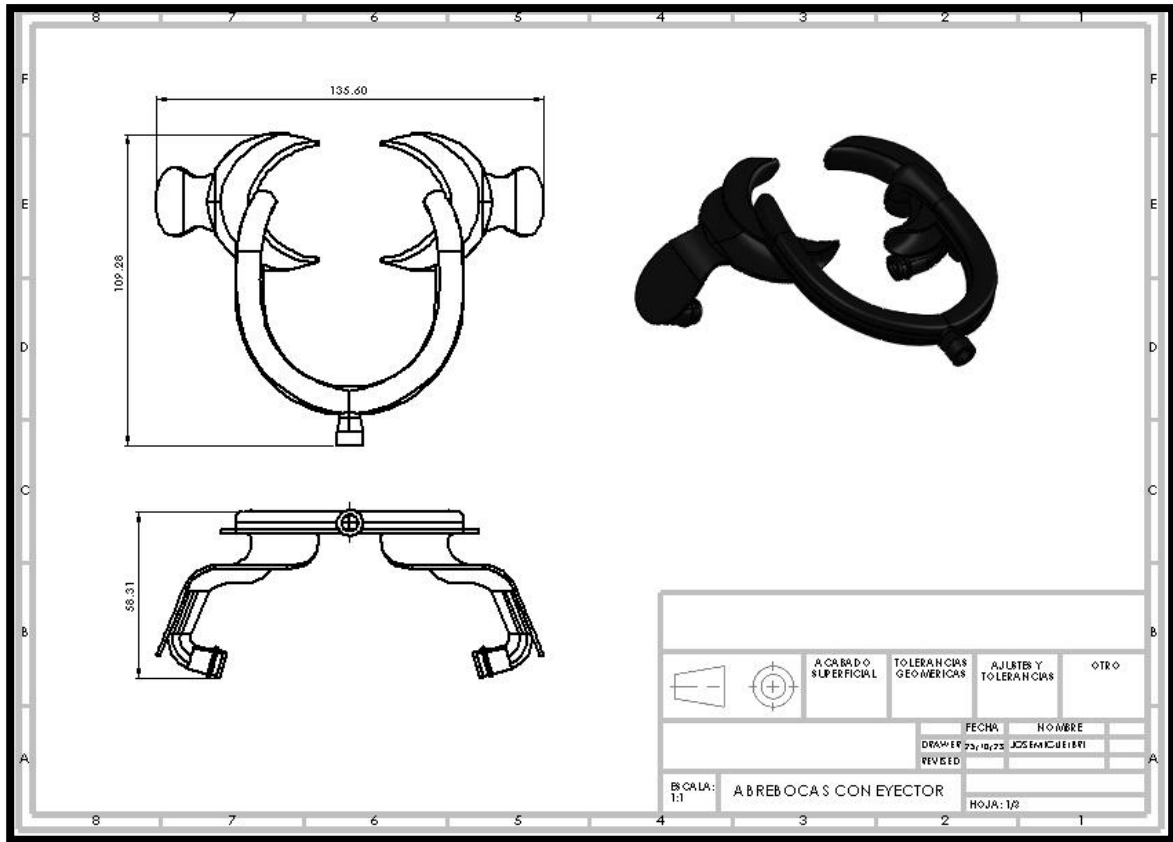
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

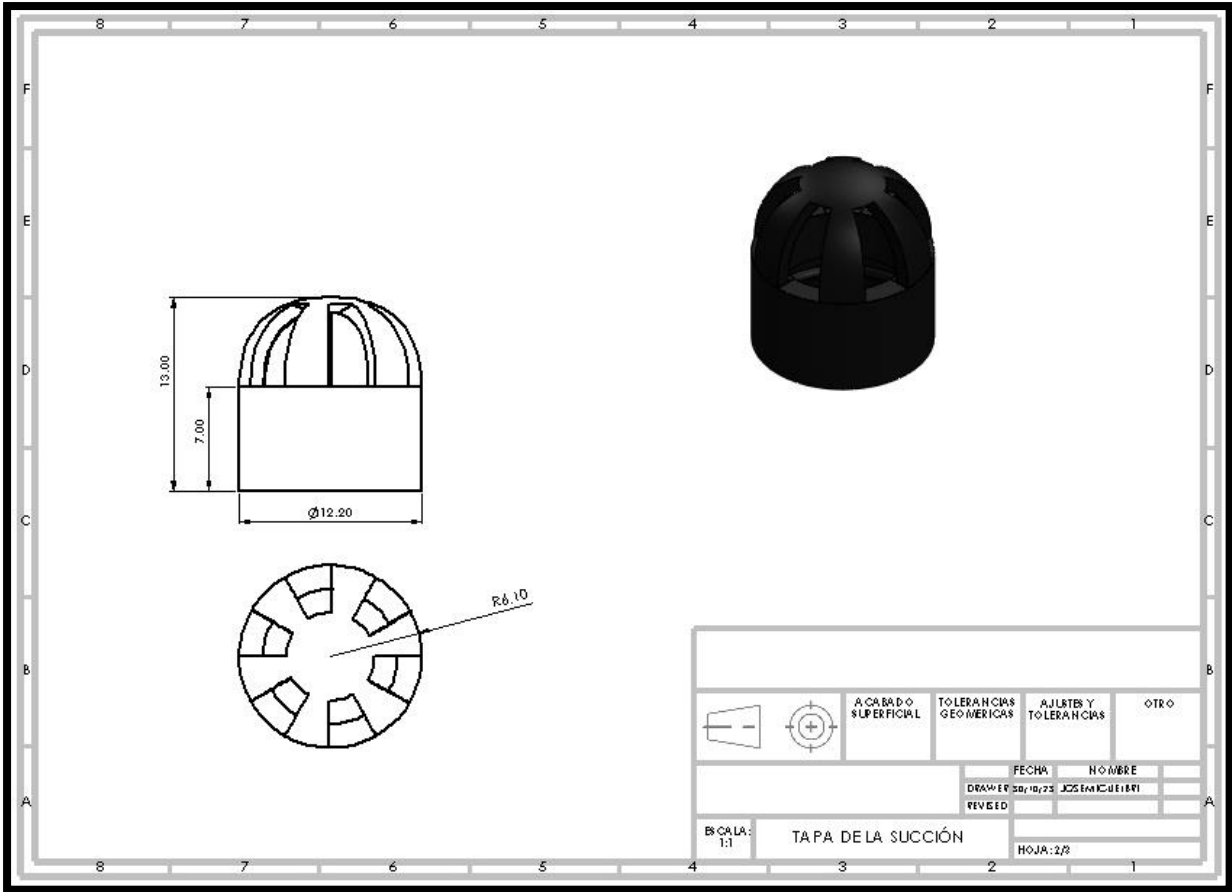
- Antonsl. (2020). *Antonsl.es*. Obtenido de **Anton Suministros Dentales**:
<https://www.antonsl.es/blog/abrebocas-dental/>
- Arias, F. (2006). *El Proyecto de Investigación*. Caracas: Episteme.
- Boresi, S. S. (1993). *Advanced Mechanics Of Materials*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Cordero, A. (2008). *El Paradigma Inconcluso*. Guatemala.
- Cosme, & Waldir. (2019). *Diseño e implementación de un sistema de medición del nivel de consumo de gas para un balón de uso doméstico*. Bogota.
- Croos Medical. (2018). Obtenido de *Croos Medical, Equipos e insumos odontológicos*:
<https://crossmedical.co/products/0159-abreboca-con-succion-coxo>
- Dental Cost. (s.f.). *Dental Cost*. Obtenido de Dental Cost: <https://www.dentalcost.es/separadores-infantiles/1279-abrebocas-molt-11-cm-14-cm-masters.html>
- DENTO Shop. (s.f.). *DENTO Shop*. Obtenido de DENTO Shop:
<https://www.dentoshop.pe/categories/abrebocas-con-retractor-de-lengua>
- Diario Siglo XXI. (13 de Agosto de 2021). *Diario Siglo XXI*. Obtenido de
<https://www.diariosigloxxi.com/texto-diario/mostrar/3096423/instrumentos-dentales-calidad-sacar-mejor-sonrisa-pacientes-star-dent>
- DJL Dental. (s.f.). *DJL Dental*. Obtenido de DJL Dental:
<https://www.djldental.com/ABREBOCAS-SPANDEX-ADULTOS-2U-HAGER-WERKEN>
- Forrest, J., & Miller, S. (2002). *Evidence-Based Decision Making in Action*. California: Seer Publishing.
- HuFriedyGroup. (s.f.). *HuFriedyGroup*. Obtenido de HuFriedyGroup.
- Hurtado, J. (2010). *Metodología de la Investigación*. Caracas: Quirón.
- Instrumental JMO quirúrgico. (s.f.). *JMO*. Obtenido de JMO:
<https://instrumentalquirurgico.com/es/ofertas/290-abrebocas-jennings-13cm.html>
- Jaime, I. (2002). *Manual de Bioseguridad en odontología*. Lima.
- Ortiz. (1990). *Resistencia de Materiales*. Madrid: McGraw-Hill.
- Othman, Abdullah, Abdul, & Rashid. (2018). *New Mouth Spacer Desing For Dental Application*. Selangor: Trans Tech Publications.



- Palella, S., & Martins, F. (2012). *Metología de la Investigación Cuantitativa*. Caracas: FEDUPEL.
- Pané, G., & Cuenca, E. (1999). *La Odontología Basada en la Evidencia*. Barcelona: RCOE.
- Pérez, Cabeza, Cáceres, & Caicedo. (2021). *Diseño de dispositivo mecánico para el traslado de pacientes con discapacidad motriz*. Táchira: RUI.
- Pytel, S. (1994). *Resistencia de Materiales*. New York: HARLA.
- Tamayo, M. (2003). *El Proceso de la Investigación Científica*. Monterrey: LIMUSA.
- Tassoni. (s.f.). *Elementos de Máquina*. Ediciones Facultad de Ingeniería Universidad de Carabobo. Valencia Venezuela
- TienDental. (s.f.). *TienDental*. Obtenido de TienDental: <https://www.tiendental.com/producto/abrebocas-mirahold-block-hager-werken/>
- Vega del Barrio, J. (2010). *Instrumental en Odontología*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid.
- Vilchez, N. (2001). *Estrategias Creativas en el Diseño Mecánico*. Valencia: Universidad de Carabobo.
- Yamamoto, Hamasaki, Tokieda, & Matsumoto. (2023). *Design of Dental Mouth Prop*. Nagasaki.
- Yuquilema, R. (2022). *Eficacia de Procesos de Esterilización en Odontología*. Riobamba: Universidad Nacional de Chimborazo.

ANEXOS

PLANOS DEL REDISEÑO DEL ABREBOCAS CON EYECTOR





 		A CABADO SUPERFICIAL	TOLERANCIAS GEOMÉTRICAS	AJUSTES Y TOLERANCIAS	OTRO
ESCALA: 1:1			TAPA DE LA SUCCIÓN		FECHA: _____ NOMBRE: _____
DRAWER: 20/10/23 JOSÉ MARÍA IBARRI			REVISOR: _____		HOJA: 2/2

