INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO SAN ANTONIO

Escuela de Ciencias de la salud

Desarrollo de un Protocolo sobre Fabricación de férula oclusal impresa en 3D para paciente bruxista de sexo femenino de 31 años en la ciudad de Quito, en el año 2025.

Carla Dayana Luna Moreno

Jerson Danilo Flores Almeida

Aparatología dental

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

Tecnólogo Superior en aparatología dental

Quito, 15 de febrero de 2025

INSTITUTO SUPERIOR

TECNOLÓGICO SAN ANTONIO

Escuela de aparatología dental

HOJA DE CALIFICACIÓN

DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

Desarrollo de un Protocolo sobre Fabricación de férula oclusal impresa en 3D para paciente bruxista de sexo femenino de 31 años en la ciudad de Quito, en el año 2025.

Carla Dayana Luna Moreno

Jerson Danilo Flores Almeida

José Luis Miranda, Tpd

Quito, 15 de febrero de 2025

DERECHOS DE AUTOR

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

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

Nombres y apellidos:	Carla Dayana Luna Moreno
Código estudiante:	2120
Cédula de identidad:	1723544316
Lugar y fecha:	Quito, 20 de mayo de 2025
Nombres y apellidos:	Jerson Danilo Flores Almeida
Código estudiante:	2119
Cédula de identidad:	1725203622
Lugar y fecha:	Quito,20 de mayo de 2025

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

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

UNPUBLISHED DOCUMENT

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

DEDICATORIA

A quienes han sido mi raíz y mi impulso.

Dedico este trabajo, con todo el amor y respeto, a mi familia, que ha sido mi refugio en los días grises y mi mayor celebración en cada logro. A mis padres, por enseñarme que el verdadero valor del conocimiento está en ponerlo al servicio de los demás. Su esfuerzo silencioso y su fe en mí han sido el motor invisible de cada paso que he dado.

A mis docentes y mentores, quienes con paciencia y rigor encendieron en mí la pasión por esta profesión, gracias por sembrar no solo técnica, sino también humanidad.

Y a una persona muy especial —mi paciente— por brindarme la confianza de trabajar con su sonrisa como lienzo, por recordarme que detrás de cada prótesis hay una historia que merece ser cuidada con respeto y compromiso.

Este proyecto es una ofrenda a todos los que caminaron conmigo, incluso en silencio. A ustedes, que me ayudaron a llegar hasta aquí, gracias por estar, por creer y por sostenerme.

Con todo el cariño

Jerson

En primer lugar, agradezco profundamente a mi madre, cuyo amor, apoyo incondicional y fortaleza han sido pilares fundamentales en cada etapa de mi vida. Su ejemplo de esfuerzo y dedicación ha sido mi mayor inspiración para seguir adelante, incluso en los momentos más difíciles. Este logro también te pertenece, porque detrás de cada esfuerzo mío estuvo tu sacrificio silencioso, tu guía y tu cariño. Extiendo también mi gratitud a mi familia, por estar presente en cada paso de este camino, brindándome ánimo, comprensión y confianza en mí mismo.

A Sara, gracias por acompañarme con lealtad, amor y constancia. Tu apoyo incondicional y tu compañía han sido una fuente de motivación que ha hecho más llevadero este recorrido. Has sido uno de los pilares más importantes en mi vida y en la culminación de este logro. Este logro también es tuyo, porque sin ti, el camino habría sido mucho más difícil. Gracias por ser mi compañera, mi fuerza y mi inspiración.

A cada uno de ustedes, que han sido parte esencial de este proceso, les doy las gracias desde lo más profundo de mi ser. Este logro también les pertenece, porque ha sido posible gracias a su amor, su presencia y su incansable apoyo.

Carla

AGRADECIMIENTO

El trayecto recorrido para concretar este proyecto no solo representa la culminación de una etapa académica, sino también el resultado de la suma de aprendizajes, esfuerzos silenciosos y acompañamientos valiosos. Agradezco profundamente a quienes, desde sus distintos lugares, hicieron posible que este proceso se lleve a cabo con compromiso y sentido humano.

A mi familia, por ser mi ancla constante, por su fe inquebrantable en mis capacidades y por ofrecerme siempre palabras de aliento, incluso en los momentos más desafiantes. A mis docentes, gracias por su guía rigurosa pero generosa, por sembrar en mí el respeto por la técnica y por formar con criterio no solo a profesionales, sino a seres humanos comprometidos con su labor.

También extiendo mi gratitud al equipo del Laboratorio TESA, quienes no solo facilitaron un espacio de aprendizaje práctico, sino también un entorno de respeto y colaboración que me permitió desarrollar mis habilidades con libertad y responsabilidad. Y a la paciente que confió en este proceso, gracias por brindar la posibilidad de transformar el conocimiento en servicio concreto.

Este trabajo es el reflejo de muchos rostros, muchas manos y muchas voces. A todos ustedes, gracias por formar parte de este logro que, aunque lleve mi nombre, no me pertenece solamente.

Con todo el cariño

Jerson

Quiero expresar mi sincera gratitud por haber culminado con éxito esta etapa académica tan importante en mi vida. Este logro no es solo personal, sino el reflejo del apoyo, guía y enseñanza de muchas personas que marcaron mi camino.

A mis profesores, gracias por compartir sus conocimientos, por su dedicación y por haber sembrado en mí la pasión por aprender. Cada clase, cada consejo y cada corrección fueron valiosas herramientas que me ayudaron a crecer no solo como estudiante, sino también como ser humano y futuro profesional.

Gracias por su paciencia, compromiso y vocación, que dejaron una huella imborrable en mi formación. Este trabajo es también fruto del esfuerzo colectivo de quienes me guiaron con sabiduría a lo largo de estos años.

Carla

RESUMEN

El presente trabajo describe el desarrollo de un protocolo para imprimir en 3D férulas oclusales en una paciente de 31 años de edad con bruxismo, en la ciudad de Quito. La investigación surge de la necesidad de un protocolo estandarizado en Ecuador, ya que, en ese país, la digitalización odontológica está en una etapa incipiente. El estudio describe el protocolo desde la evaluación clínica del paciente, la toma de impresiones, la digitalización y el diseño mediante el software CAD Exocad, hasta la fabricación mediante fresado o impresión 3D de resinas biocompatibles. Se realizó una investigación del tipo descriptiva y experimental, con enfoque mixto, incluyendo encuestas de satisfacción tanto al paciente como al odontólogo. Los resultados obtenidos mostraron una alta satisfacción con respecto a la comodidad, ajuste y alivio de los síntomas del bruxismo. El protocolo digital mostró ventajas con respecto al convencional en cuanto a precisión y eficiencia. Las conclusiones apuntan a que el protocolo digital es viable y eficaz y se recomienda la implementación de tecnologías como el escáner intraoral, además de investigar en los materiales utilizados.

Palabras clave: Bruxismo, Férula oclusal, impresión 3D, Odontología digital, CAD/CAM, Exocad.

ABSTRACT

This paper describes the development of a protocol for 3D printing occlusal splints for a 31-year-old patient with bruxism in Quito. The research arose from the need for a standardized protocol in Ecuador, as dental digitalization is in its infancy in that country. The study describes the protocol from clinical evaluation of the patient, impression taking, digitalization, and design using Exocad CAD software, to manufacturing by milling or 3D printing of biocompatible resins. A descriptive and experimental study was conducted with a mixed approach, including satisfaction surveys for both the patient and the dentist. The results showed high satisfaction with comfort, fit, and relief of bruxism symptoms. The digital protocol demonstrated advantages over the conventional protocol in terms of accuracy and efficiency. The conclusions indicate that the digital protocol is feasible and effective, and the implementation of technologies such as intraoral scanning is recommended, in addition to research into the materials used.

Keywords: Bruxism, Occlusal splint, 3D printing, Digital dentistry, CAD/CAM, Exocad.

Tabla de Contenidos

DERECHOS DE AUTOR 3

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN 4

DEDICATORIA 5

AGRADECIMIENTO 7

RESUMEN 9

ABSTRACT 10

Indices de figuras 17

Indice de tablas 18

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN 19

1.1. Planteamiento del Problema 19

1.2. Justificación 20

1.3. Alcance 21

1.4. Objetivos Generales y Específicos 21

1.4.1. Objetivo general: 21

1.4.2. Objetivos específicos: 22

CAPITULO II 23

2. MARCO TEORICO 23

2.1. Bruxismo 23

2.2. Tipos de bruxismo 24

2.3. Síntomas y consecuencias 24

2.3.1. Síntomas 24

2.3.2. Consecuencias.....26

2.4. Causas del bruxismo 27

2.5. Diferencias del bruxismo diurno y nocturno 28

2.5.1. Momento de la aparición. 28

2.5.2. Causas y desencadenantes. 29

2.5.3. Frecuencia y duración. 29

2.5.4. Impacto en la salud dental. 29

2.5.5. Detección: 30

2.6. Tratamientos dentales 30

2.7. Tipos de férulas y materiales de fabricación 31

2.7. Tipos de Férulas Dentales.....31

2.7.1. Férulas Oclusales 31

2.7.2. Férulas de Protección.....32

2.7.3. Férulas Ortodóncicas y Retenedores 33

2.7.4. Férulas Periodontales.....34

2.7.5. Férulas Radiológicas y Quirúrgicas.....35

2.8. Materiales de Fabricación de Férulas Dentales. 36

2.8.1. Acrílico. 36

2.8.2. Resinas Compuestas. 37

2.8.3. Termoplásticos.....37

2.8.4. Fibra de Vidrio.....37

2.9. Trastornos en el desgaste dental. 37

2.12.1. Diagnóstico y evaluación del desgaste dental. 39

2.12.2. Tratamientos para el desgaste dental. 40

2.12.3. Prevención del desgaste dental. 40

2.13. Fabricación de férula oclusal en 3D 41

2.16.1. Materiales 43

2.16.2. Ventajas de la fabricación de férulas 43

2.16.3. Desventajas y desafíos de la fabricación de férulas oclusales 44

2.16.4. Futuro de la fabricación de férulas oclusales.....44

CAPITULO III.....45

MARCO METODOLOGICO 45

3.1. Tipo de Investigación 45

3.1.1. Según el propósito 45

3.1.2. Según la manipulación.....46

3.1.3. Según el tiempo de desarrollo.....47

3.2. Enfoque.....48

3.3. Herramientas metodológicas 49

3.3.1. Técnicas 50

3.3.2. Técnica.....51

3.4. Estudios iniciales 52

3.4.1. Gráfico de Variables 52

3.5.1. Matriz de operacionalización de Variables 52

3.5.2. Tabla de criterios de inclusión y exclusión 55

3.5.3. Muestreo no probabilístico por conveniencia y deliberado 56

3.5.4. Muestreo a conveniencia. 56

3.6. Plan de tratamiento 56

3.6.1. Fase 1: Evaluación clínica y diagnóstico 57

3.6.2. Fase 2: Registro y Digitalización 57

3.6.3. Fase 3: Desarrollo de la férula digital. 57

3.6.4. Fase 4: Producción y ajuste. 57

3.6.5. Fase 5: Monitoreo y mantenimiento. 58

3.6.6. Orden de trabajo 58

Orden de Trabajo – Laboratorio Dental 58

3.7. Desarrollo del producto 59

3.7.1. Toma de impresiones superiores e inferiores: 59

3.7.2. Toma de registro de mordida 60

3.7.3. Verificación de impresiones 60

3.7.4. Vaciado de modelos 61

3.7.5. Montaje de modelo 62

3.7.6. Escaneo de Modelos 63

3.7.7. Creación de orden de trabajo en exocad 64

3.7.8. Elección del material 65

3.7.9. Inserción de modelos en Exocad 65

3.7.10. Articulación digital de modelos de trabajo 66

3.7.11. Elaboración de la férula digital 67

3.7.12. Corrección de puntos de contacto 68

3.7.13. Fresado de la férula digital 68

3.7.14. Férula digital terminada 69

Capitulo IV 71

Resultados Y DISCUSIÓN 71

4.1. Análisis de resultados 71

4.1.1. Encuesta de satisfacción al paciente 71

¿Cómo clasificaría la comodidad de la férula oclusal? 71

¿La férula se ajusta adecuadamente a sus dientes? 72

¿Experimento alivio de los síntomas para el bruxismo (dolor, rechinamiento)? 73

¿Tuvo alguna molestia al hablar con la férula? 74

¿Cómo clasificaría la estética de su férula? 74

¿Le resulto fácil limpiar y cuidar la férula? 75

¿Recomendaría este tratamiento a otros pacientes? 76

¿La férula cumplió sus expectativas de tratamiento? 76

¿Qué sugerencia de mejora podría aportar sobre su férula? 77

4.1.2. Encuesta de evaluación realizada al doctor 78

¿Cómo clasifica el ajuste de la férula en el paciente? 78

¿El protocolo de diseño y fabricación facilito la adaptación final? 79

¿Cómo evalúa la calidad del material? 80

¿Observo una disminución en los signos del bruxismo en el paciente? 80

¿El paciente reporto mejoras en la sintomatología? 81

¿La férula mostro resistencia adecuada durante las pruebas de oclusión? 81

¿Recomendaría este protocolo de fabricación en otros casos? 82

¿Qué ventajas identifica en el uso de férulas 3D frente al método convencional? 82

¿Qué aspectos sugiere mejorar en el protocolo o en la fabricación? 83

4.2. Interpretación y discusión de resultados 84

4.2.1. Comparación entre férula digital y método convencional 84

4.2.2. Férulas convencionales 84

4.2.3. Férulas digitales 84

4.3. Ventajas y desventajas entre lo digital y lo convencional 85

4.3.1. Ventajas método digital 85

4.3.2. Ventaja método convencional 85

4.3.3. Desventajas método digital 85

4.3.4. Desventajas del método convencional 86

4.4. Matriz de procesos 86

Conclusiones y Recomendaciones 90

Conclusiones....90

Recomendaciones....91

REFERENCIAS....93

ANEXO A....97

ANEXO B....98

ANEXO C....99

ANEXO D....100

INDICES DE FIGURAS

Figura 1. Categorización de variables....52

Figura 2. Toma de impresión superior....59

Figura 3. Toma de impresión inferior....59

Figura 4. Toma del registro de mordida....60

Figura 5. Impresiones verificadas....61

Figura 6. Modelo Vaciado....62

Figura 7. Modelo en articulador....63

Figura 8. Escáner de mesa....64

Figura 9. Orden de trabajo EXOCAD....64

Figura 10. Elección de materiales....65

Figura 11. Modelo digitalizado....66

Figura 12. Diseño de férula articulado....67

Figura 13. Férula digital....67

Figura 14. Corrección de puntos de contacto....68

Figura 15. Fresado de férula digital....69

Figura 16. Producto final 69

Figura 17. Encuesta de satisfacción 69

Figura 18. Encuesta de evaluación por parte del odontologo 969

Figura 19. Orden de trabajo 69

Figura 20. Historia clinica.....69

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Historia Clínica del paciente.....51

Tabla 2. Matriz de Operacionalización para la Variable Independiente.....54

Tabla 3. Matriz de Operacionalización para la Variable Dependiente ..... 오류! 책갈피가 정의되어 있지 않습니다.

Tabla 4. Tabla de inclusión y exclusión.....55

Tabla 5. Orden de trabajo.....58

Tabla 6. Matriz de procesos 87

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1.Planteamiento del Problema

En los últimos años se ha observado que los problemas temporomandibulares en los pacientes son una de las causas más comunes en las consultas odontológicas. Esto se debe a un aumento significativo del estrés, lo cual ha conllevado a dolores en los músculos masticatorios, dolores de cabeza y cuello, movimientos irregulares de la mandíbula, rechinamiento de la articulación, desgastes dentales, sensibilidad dental, movilidad de ciertas piezas, entre otros.

El problema principal por el cual el paciente acude con más frecuencia a la consulta odontológica es por el dolor intenso y constante que presenta al despertarse sin estar consciente de los movimientos que realiza durante el sueño. Dicho dolor se presenta durante todo el día, dificultando sus actividades básicas como comer y/o hablar.

El tratamiento del bruxismo representa un gran desafío para el odontólogo, debido a que no existe un tratamiento aislado para poder solventarlo, sino que se requieren de diferentes técnicas y dispositivos para su manejo. Uno de estos dispositivos son las férulas oclusales, las cuales tienen como finalidad colocar la mandíbula en una postura adecuada de relajación y evitar el contacto de los dientes superiores con los inferiores.

Este problema ha impulsado a varios profesionales a crear diversos tipos de férulas oclusales con distintos materiales que puedan solventar el rechinamiento dental. No obstante, se ha observado que el mejor dispositivo para el tratamiento del bruxismo son las férulas oclusales impresas en 3D, debido a que estas se ajustan de una forma precisa y cómoda en los pacientes.

Para la fabricación de las férulas oclusales impresas en 3D se requiere un protocolo estandarizado para poder garantizar la calidad y seguridad de dichos dispositivos debido a que implica un proceso complicado y prolongado.

Las placas de bruxismo son cada vez más mas empleadas en la sociedad y en los últimos se ha convertido en un recurso esencial en cuanto a la búsqueda del bienestar bucodental.

Estos dispositivos, son elaborados con materiales de buena calidad, mitigan diversos problemas dentales y mandibulares, proporcionando así comodidad y resguardo de quienes lo utilizan. Pero, ¿qué son exactamente y por qué resultan tan relevantes? (Digital, 2024).

Las placas de bruxismo son aparatos de resina rígida, diseñados con medición para cada paciente que se emplea frecuentemente para tratar y aliviar el malestar en la mandíbula de personas que padecen de bruxismo o trastorno del (ATM) articulación temporomandibular. Además, ofrecen múltiples beneficios, ya que ayudan a disminuir la ansiedad y la tensión, un problema cada vez más común en la actualidad. ¿Cómo es esto posible? Porque algunos de los síntomas de estos trastornos incluyen el apretamiento de dietes y el rechinar, una de las principales manifestaciones en pacientes con bruxismo (Digital, 2024).

1.2. Justificación

El proyecto de investigación propuesto es necesario debido a que no existe un protocolo estandarizado que se enfoque exclusivamente en la fabricación de férulas oclusales impresas en 3D. Existen varios softwares utilizados por laboratorios dentales como 3Shape Dental System y Exocad que se enfocan en el diseño y ajustes de las férulas oclusales. Sin embargo, en Ecuador la digitalización dental es un tema nuevo del cual se conoce poco y la mayoría de los equipos son importados debido a que no son fabricados en este país.

El desarrollo de un protocolo estandarizado es fundamental para que estas tecnologías puedan ser adoptadas de una manera generalizada en la práctica odontológica en Ecuador. La falta de procedimientos claros y sistemáticos ha sido una barrera para que muchos odontólogos incorporen la impresión 3D, pese a sus evidentes ventajas.

Además, establecer un protocolo bien definido permitirá garantizar la confección de las férulas oclusales, asegurando el uso de materiales biocompatibles y procesos adecuados durante su fabricación. De esta manera, se fomentará una mayor confianza en el uso de estas tecnologías, ya que se cambiará la percepción de la complejidad de impresión en 3D y altos costos que a menudo desalientan su adopción.

Es innovador porque contribuye a modernizar los tratamientos odontológicos disponibles para el tratamiento del bruxismo, alineando la práctica clínica con los avances tecnológicos que están cambiando la odontología a nivel mundial. Con ello, se espera que esta propuesta impulse la transición hacia una odontología digital en Ecuador, posicionando así la impresión 3D como una solución viable y beneficiosa para el manejo del bruxismo dental.

1.3.Alcance

La investigación tiene un enfoque descriptivo que busca proporcionar una visión completa y detallada de cada paso necesario para la fabricación de férulas oclusales impresas en 3D, desde equipos digitales necesarios, materiales utilizados, técnicas aplicadas, softwares más comunes, con el objetivo de establecer un estándar exacto y contribuir al conocimiento en la mecánica dental con un enfoque digital.

1.4.Objetivos Generales y Específicos

1.4.1. Objetivo general:

Desarrollar un protocolo estandarizado para la elaboración de férulas oclusales impresas en 3D para el tratamiento del bruxismo, con el fin de establecer pasos principales para su fabricación efectiva.

1.4.2. Objetivos específicos:

- Analizar los diferentes materiales de impresión utilizados para las férulas oclusales impresas como resinas biocompatibles certificadas y las diversas técnicas de curado para asegurar la durabilidad y comodidad de dichos dispositivos en los pacientes.
- Diseñar un sistema con los diferentes softwares utilizados en el laboratorio dental para el manejo y diseño de las férulas oclusales, y así, poder enumerar los requisitos generales para la construcción de las férulas según el software.
- Evaluar la implementación de equipos digitales tanto en consultorios odontológicos como en laboratorios dentales para garantizar la fabricación de las férulas oclusales impresas en 3D.

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

2.1.Bruxismo

El bruxismo es una actividad no funcional que se manifiesta a través del rechinamiento o apretamiento involuntario de los dientes, este puede presentarse tanto en el día como en la noche. Se divide en dos categorías: el bruxismo diurno, asociado a factores psicológicos como el estrés y la ansiedad, y el bruxismo nocturno, vinculado a movimientos involuntarios durante el descanso (López, R, 2020).

El bruxismo ha sido documentado desde la antigüedad como una práctica caracterizada por la fricción y presión involuntaria de los dientes. Los primeros indicios de esta afección se remontan al siglo V a.C., cuando Hipócrates menciono casos de personas que presentaban un desgaste inusual en su dentadura. Durante la Edad Media, se creía que el rechinamiento dental se debía a fenómenos sobrenaturales o padecimiento de origen espiritual.

Fue en el siglo XX cuando estudios científicos empezaron a vincular el bruxismo con factores emocionales y neuromusculares. En la década de 1960, Ramfjord y Ash (1966) sugirieron una conexión entre dicha condición y el estrés. Mas adelante, en los años 80, se implemento técnicas diagnósticas como la electromiografía para analizar la actividad involuntaria muscular durante el sueño. En la actualidad, el bruxismo se clasifica como un trastorno del movimiento ligado al sistema nervioso central, y su investigación ha avanzado con el uso de tecnología y monitoreo del sueño y el empleo de placas oclusales como parte de su tratamiento (Martínez, P, 2019).

2.2.Tipos de bruxismo

El bruxismo se describe como un comportamiento repetitivo de los músculos responsables de la masticación, marcado por la presión o el rechinamiento dental. Dependiendo de cómo se presenta, se divide en:

Según en el momento del día:

- **Bruxismo nocturno:** Este se presenta involuntariamente durante el sueño y está asociada con alteraciones en el descanso, como la apnea obstructiva. Se caracteriza por episodios recurrentes de actividad muscular relacionada con la masticación.
- **Bruxismo diurno:** Ocurre mientras la persona esta despierta y suele ser asociada con factores como el estrés, la ansiedad y hábitos parafuncionales, como morderse las uñas, objetos o ejercer presión sobre los dientes sin rechinarlos (Lobbezoo, 2018).

De acuerdo con su origen:

- **Bruxismo primario o idiopático:** No está relacionado con ninguna otra condición médica y generalmente se asocia con factores como la ansiedad y el estrés.
- **Bruxismo secundario:** Está relacionado con otros trastornos neurológicos (como la enfermedad de Parkinson), el uso de ciertos fármacos (como antidepresivos) o trastornos respiratorios durante el sueño (Lobbezoo, 2018).

2.3.Síntomas y consecuencias

2.3.1. Síntomas

- **Dolor de los dientes:** El bruxismo puede ocasionar molestias en los dientes debido al esfuerzo continuo al que se ve sometido durante el rechinamiento. Este dolor puede manifestarse como sensibilidad a temperaturas extremas o a alimentos

dulces. Este dolor es mas frecuente en las áreas dentales que están en contacto repetido (López et al., 2019).

- **Dolor de cabeza:** Existe una relación entre la tensión muscular y el bruxismo muscular en las regiones cervical y mandibular lo que puede desencadenar dolores fuertes de cabeza al despertar. Este malestar suele clasificarse como tensionales, originadas por la sobrecarga muscular generada durante toda la noche debido al apretamiento dental nocturno de los dientes (Martínez, R, 2021).

- **Desgaste dental:** Uno de los signos más característicos del bruxismo es el desgaste dental que es muy notorio, lo cual puede ser un indicador muy evidente de esta condición. La fricción o apretamiento continuo de los dientes contribuye a la erosión del esmalte, provocando alta sensibilidad dentaria y así el aumento o riesgo de fracturas dentales incluso presencia de caries. Este desgaste puede afectar y provocar alteraciones de oclusión (Rodríguez et al., 2020).

- **Dificultad para dormir:** El bruxismo por la noche puede interferir en el sueño volviéndose molestoso, ya que la tensión muscular que se genera durante la noche interrumpe los ciclos de descanso. Por eso quienes padecen de esta afección suelen despertar con fatiga, dolor mandibular, lo que puede convertirse en irritabilidad y somnolencia diurna (Gómez, S, 2023).



Figura 1. Síntomas del bruxismo

Fuente: TUTOR, 2024, clínica tutor, https://dentaltutor.es/dice-bruxismo-estado-mental-mucha-gente-no-sabe-lo/

2.3.2. Consecuencias

Desgaste dental severo: Cuando el bruxismo no es tratado a tiempo, puede provocar un extremo desgaste de las piezas dentarias, afectando seriamente toda su estructura. Esto se puede derivar en las alteraciones de mordida, dando una sensación de que las piezas dentarias se mueven o incluso hasta la pérdida dental. En estos casos, se requiere la intervención odontológica con procedimientos mas avanzados, como la colocación de prótesis, coronas o tratamientos de restauración dental (Álvarez, V, 2021).

Problemas del ATM (articulación Temporomandibular): El bruxismo puede provocar alteraciones articulares, responsables de los movimientos mandibulares. La tensión constante y excesiva generada por dicha condición puede desencadenar disfunciones articulares, causando molestias, dolor y limitaciones al momento de abrir y cerra la boca muchas veces hasta ruidos. El uso excesivo de estas articulaciones, debido al rechinamiento y apretamiento, pueden generar inflamación, dolor e incluso dislocación de la mandíbula lo que dificultaría la masticación y puede llegar a complicaciones a largo plazo (Pérez et al., 2022).

Trastornos musculares: La actividad excesiva de los músculos muchas veces se asocia al bruxismo ya que genera dolor en los músculos masticatorios, así como en zonas cercanas al cuello y los hombros. Esta tensión con el tiempo puede originar contracturas y espasmos musculares, afectando así la postura corporal de la persona. En casos prolongados, el malestar puede volverse hasta crónico, siendo necesario recurrir a un tratamiento fisioterapéutico para su manejo (Gómez, S, 2023).

Riesgo de fracturas dentales: La constante presión sobre los dientes puede hacer que se debiliten y se vuelvan más propensos a fracturas. En algunos casos, los dientes tienden a

romperse o agrietarse durante el bruxismo, lo que podría requerir procedimientos odontológicos más invasivos como endodoncia o coronas. La presión excesiva también puede afectar a los trabajos realizados (Rodríguez et al., 2020).



Figura 2. Desgaste dental severo por bruxismo

Fuente: BQDC, Best quality dental centers, https://bqdentalcenters.es/odontologia-general/bruxismo/

2.4.Causas del bruxismo

Estrés y ansiedad: Estos son factores frecuentes que originan el bruxismo. Las personas que experimentan altos niveles de estrés suelen apretar o rechinar los dientes especialmente en las noches (Lobbezoo et al., 2018).

Trastornos emocionales y psicológicos: Está vinculado a trastornos emocionales como la depresión, el estrés postraumático y la ira. La tensión emocional puede llevar a una contracción involuntaria de los músculos mandibulares (Manfredini et al., 2013)

Trastornos del sueño: Trastornos relacionados, como la apnea obstructiva del sueño, están fuertemente relacionados con el bruxismo. Estos problemas alteran la respiración durante el descanso lo que genera movimientos involuntarios (Pérez et al., 2022).

Maloclusiones dentales: Mordidas incorrectas o los desajustes en la alineación de los dientes y la mandíbula pueden ejercer presión adicional durante el sueño, lo que favorece al bruxismo (Lavigne et al., 2018).

Medicamentos: Algunos medicamentos, como antidepresivos y otros que afecten al sistema nervioso central, pueden inducir al bruxismo, ya que estos provocan movimientos involuntarios y podrían alterar los hábitos del sueño (Gómez, S, 2023).

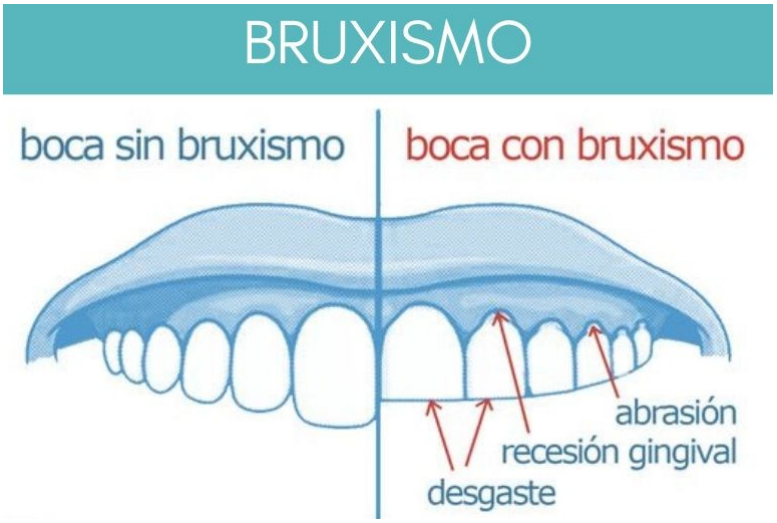


Figura 3. Diferencia entre paciente bruxista y no bruxista

Fuente: Pridental, 2023, pridental, https://www.pridental.es/bruxismo/

2.5.Diferencias del bruxismo diurno y nocturno

2.5.1. Momento de la aparición.

Bruxismo nocturno: Ocurre mientras la persona duerme, sin que sea consciente de ello. Se caracteriza por rechinar o apretar los dientes durante el sueño profundo. Los efectos como dolor en la mandíbula suelen ser notados al despertar. Este tipo es más difícil detectar debido a la falta de conciencia de la persona durante el sueño (Manfredini, L, 2013).

Bruxismo diurno: Esto ocurre cuando la persona esta despierta, generalmente se presenta en momentos de ansiedad, estrés o concentración. A menudo las personas aprietan los dientes sin darse cuenta hasta que experimentan el dolor o fatiga mandibular. Es más fácil detectar ya que la persona esta consciente de sus movimientos (Pérez et al., 2022).

2.5.2. Causas y desencadenantes.

Bruxismo nocturno: Suele estar asociado con trastornos del sueño, como la apnea obstructiva, que interfiere en la respiración durante el descanso y genera movimientos involuntarios en la mandíbula. Suele relacionarse con factores emocionales acumulados a lo largo del día, como estrés y las preocupaciones sin resolver (Manfredini, L, 2013).

Bruxismo diurno: Suele ser consecuencia de factores emocionales y psicológicos, como el estrés en el trabajo, la frustración, la ansiedad o la ira. En respuesta a dichos estímulos, la persona puede apretar los dientes de manera inconsciente. Esto se relaciona con la tensión acumulada a lo largo del día, provocando contracciones musculares involuntarias (Pérez et al., 2022).

2.5.3. Frecuencia y duración.

Bruxismo nocturno: Es más persistente ya que se manifiesta de forma involuntaria durante el sueño sin que la persona se dé cuenta o tenga control del mismo. Puede durar varias horas, especialmente en personas con niveles altos de ansiedad o estrés, lo que con el tiempo provoca desgaste dental y dalo en la articulación temporomandibular (ATM). Además, interrumpe el descanso, generando así fatiga diurna (Manfredini, L, 2013).

Bruxismo diurno: Se presenta en momentos cortos a lo largo del día, cuya duración varía según el nivel de estrés o emociones de la persona. Aunque suele ser menos perjudicial que el nocturno sin embargo puede causar daño con el tiempo, especialmente en situaciones de alta tensión (Pérez et al., 2022).

2.5.4. Impacto en la salud dental.

Bruxismo nocturno: Puede tener un impacto en la salud dental, ya que la presión constante mientras se duerme desgasta el esmalte, aumentando así la sensibilidad y riesgos de caries hasta fracturas dentales que requieren tratamientos más severos (Manfredini, L, 2013).

Bruxismo diurno: es menos agresivo también puede generar desgaste dental, fatiga muscular y dolor mandibular. Si este persiste puede ocasionar los mismos síntomas al bruxismo nocturno, como dolores de cabeza, rigidez en el cuello y problemas en el (ATM) (Pérez et al., 2022).

2.5.5. Detección:

Bruxismo nocturno: Sin duda es más difícil notarlo, ya que ocurre de manera inconsciente durante el sueño. Sus principales señales incluyen dolor al despertar, fatiga en la mandíbula y desgaste dental. Generalmente, su detección depende de la observación de un profesional, un compañero de cama que escuche el rechinamiento (Manfredini, L, 2013).

Bruxismo diurno: Es más fácil reconocerlo ya que la persona puede notar que aprieta los dientes. Sus síntomas son dolor de cabeza, fatiga mandibular y molestias musculares. Puede notarse cuando la persona se percata de la tensión o cuando un dentista identifica los signos de desgaste dental (Pérez et al., 2022).

2.6.Tratamientos dentales

Férulas o protectores nocturnos: Son un tratamiento común para el bruxismo, evitando el desgaste y reduciendo el impacto de los movimientos involuntarios. También ayudan al alivio y tensión muscular en la mandíbula, disminuyendo el dolor (Lobbezoo et al., 2018).

Terapias físicas para la mandíbula: Son masajes estiramientos y fisioterapia, pueden ayudar a disminuir la tensión en la mandíbula. Debe ser un fisioterapeuta especializado ya que puede guiar en la realización de ejercicios que contribuyen a reducir el dolor y mejorar la movilidad mandibular (Menfredini et al., 2013).

Tratamiento farmacológico ansiolíticos o antidepresivos: Si el bruxismo está vinculado a la ansiedad o la depresión, los ansiolíticos o antidepresivos pueden ser efectivos. Estos fármacos ayudan a controlar los síntomas emocionales y psicológicos que contribuyen al bruxismo (Rodríguez et al., 2020).

2.7.Tipos de férulas y materiales de fabricación

Las férulas dentales son dispositivos removibles utilizados en odontología con fines terapéuticos, protectores o funcionales. Estas estructuras se diseñan a medida y se fabrican con distintos materiales en función de la necesidad clínica del paciente. Su correcta elección es fundamental para garantizar su eficacia y comodidad.

2.7.Tipos de Férulas Dentales

2.7.1. Férulas Oclusales

Las férulas oclusales son una alternativa terapéutica ampliamente utilizada en odontología para el tratamiento de trastornos temporomandibulares y bruxismo. Su uso está respaldado por diversos estudios que demuestran su eficacia para reducir la actividad muscular involuntaria, disminuir la sobrecarga articular y mejorar la estabilidad oclusal. Ayuda a mejorar la carga articular (reduciéndola en la mayoría de los casos) y a mejorar o mantener la estabilidad oclusal. La férula oclusal es una interfaz terapéutica entre las arcadas dentales. Ayuda a redistribuir las fuerzas masticatorias y parece promover la relajación muscular (Erazo, 2022).

Investigaciones recientes han demostrado que las férulas oclusales no solo alivian afecciones articulares dolorosas y asintomáticas, sino que también parecen correlacionarse con alteraciones en la función articular neuromuscular. Cuando funcionan, diversas variables se han visto implicadas en las complejas interacciones que han dado lugar a los resultados

terapéuticos observados: el ajuste del dispositivo al paciente, la duración de su uso, el cumplimiento de las instrucciones del dispositivo y la naturaleza de la férula.

Esta se relaciona principalmente con el material del que está hecha. Por supuesto, el material debe ser biocompatible y duradero, pero también estable y lo suficientemente cómodo como para permitir un uso prolongado. Los polímeros acrílicos y termoplásticos han sido los materiales predilectos para la fabricación de férulas oclusales.

2.7.2. Férulas de Protección

Estas férulas están diseñadas para proteger los dientes en contextos específicos, como deportes de contacto o procedimientos dentales prolongados. Incluyen: protectores bucales deportivos: se utilizan para prevenir fracturas dentales y lesiones de tejidos blandos durante la práctica deportiva. Férulas posquirúrgicas: se utilizan después de procedimientos quirúrgicos para estabilizar huesos y dientes.

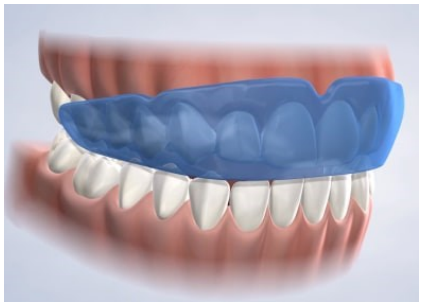


Figura 4 Protectores bucales

Fuente:Nalchajian,2025, Orthodontics, https://www.nalortho.com/es/instrucciones/protectores-bucales/

Los protectores bucales son cruciales para mantener la integridad dental y prevenir lesiones bucales. Se personalizan según el nivel de riesgo y la exposición del paciente, que puede ser muy variable. Por ejemplo, el peligro en algunos deportes de alto impacto (como el boxeo, el rugby y el baloncesto) es tal que un protector bucal/mate a menudo es la primera

línea de defensa contra traumatismos dentales (como fracturas por impacto, avulsiones y conmociones cerebrales) que pueden arruinar una sonrisa o causar un grave riesgo para la salud.

Estas férulas absorben y redistribuyen las fuerzas de los impactos directos en la boca y son muy eficaces para prevenir lesiones de tejidos blandos (encías, lengua y cara interna de las mejillas) y tejidos duros (esmalte y dentina). (El tejido duro es mucho más duro que el tejido blando; así es como está diseñado para funcionar). Mientras tanto, los brackets posquirúrgicos desempeñan un papel crucial en la recuperación después de una cirugía dental o maxilofacial. Ayudan a estabilizar los dientes y las estructuras óseas afectadas, promoviendo una curación adecuada y evitando movimientos no deseados. Estos brackets suelen estar hechos de materiales rígidos o semirrígidos para garantizar un soporte adecuado. (Hidalgo, Mora, & Bernardo, 2021)

2.7.3. Férulas Ortodóncicas y Retenedores

Se utilizan para mantener la posición de los dientes después del tratamiento de ortodoncia y para prevenir la recaída. Pueden ser: Retenedores fijos: alambres adheridos a las superficies linguales de los dientes anteriores. Retenedores removibles: dispositivos de plástico transparente o acrílico con alambre.

Las férulas ortodóncicas y retenedores tienen un papel fundamental en la estabilidad de los tratamientos ortodóncicos que previenen el desplazamiento no deseado de los dientes, y esto es muy importante porque el desplazamiento de los dientes después de los tratamientos ortodóncicos es un problema muy común y muy poco aceptado en el campo de la ortodoncia. En la remoción de los aparatos correctivos, los dientes tienden a desplazarse a menos que sean mantenidos en su nueva posición por mantenedores, que son dispositivos pasivos. En el período de contención, que es la fase inicial después de la remoción de los aparatos, los retenedores son cruciales. Sin ellos, los dientes en la mayoría de los casos tienden a volver a

su posición original. En nuestros días, con la ciencia ortodóntica que tenemos, eso no debería ocurrir. También es muy importante la ciencia detrás de los retenedores.



Figura 5 Retenedores bucales

Fuente:Bucco,2019, https://bucco.es/blog/ortodoncia/que-son-los-retenedores/

Por otro lado, los retenedores removibles como los de alambre acrílico y los modelos termo formados transparentes ofrecen una opción más cómoda y estética para los pacientes. Estos dispositivos permiten una higiene bucal regular y pueden retirarse durante las comidas, lo que aumenta la comodidad del usuario. Investigaciones recientes han demostrado que el uso constante de retenedores removibles durante los meses inmediatamente posteriores al tratamiento es clave para mantener los resultados de la ortodoncia. La elección entre un retenedor fijo o removible depende de las particularidades de cada caso, incluyendo la complejidad del tratamiento de ortodoncia previo, la cooperación del paciente y el pronóstico de estabilidad dental a largo plazo del ortodoncista. (Hidalgo, Mora, & Bernardo, 2021)

2.7.4. Férulas Periodontales

Estas están indicadas en los pacientes que presentan movilidad dental como consecuencia de enfermedades periodontales. Son dispositivos que estabilizan los dientes de modo que se evitan la migración dental y la movilidad, en gran parte recuperada, son un

problema menos preocupante. Su uso, al menos en nuestra experiencia, es fundamental en el tratamiento de la periodontitis avanzada.

Una cosa es disminuir la progresión de la enfermedad con la terapia periodontal y otra muy distinta es mejorar la funcionalidad de la dentición y prolongar la vida útil de los dientes que la periodontitis ha afectado. En esto, las férulas periodontales son unos dispositivos muy útiles. Cuando se combina su uso con una terapia periodontal adecuada, la progresión de la movilidad dental se detiene en muchos casos y, en algunos, se produce una recuperación que es muy satisfactoria para el paciente.



Figura 6 Férulas periodontales

Fuente: Ribbond, 2014, https://ribbond.es/ferula-periodontal.php

2.7.5. Férulas Radiológicas y Quirúrgicas

Las férulas radiológicas y quirúrgicas juegan un papel esencial en la planificación y realización de tratamientos implantológicos y quirúrgicos. Estas férulas están diseñadas con tecnología digital para guiar la instalación de implantes dentales con precisión milimétrica, reduciendo así los riesgos y mejorando la calidad de los resultados clínicos. Mediante el uso de estos dispositivos, se reduce el riesgo de complicaciones y se mejora el resultado del procedimiento. Los stents radiológicos se utilizan junto con estudios de imagen, como la tomografía computarizada, para analizar y evaluar la anatomía ósea y planificar la mejor ubicación de los implantes. Al igual que las férulas radiológicas, están fabricadas con

materiales biocompatibles y transparentes que garantizan la estabilidad y la visibilidad durante la intervención (Saavedra & Balarezo, 2014)



Figura 7 Férula radiológica

Fuente: Elsevier,2525, https://www.elsevier.es/es-revista-revista-internacional-protesis-estomatologica-315-articulo-nuevos-avances-el-diagnostico-protocolo-X1139979110912384

2.8. Materiales de Fabricación de Férulas Dentales.

Las férulas dentales pueden ser fabricadas con diferentes materiales. Entre ellos se cuentan el acrílico; las resinas compuestas; los termoplásticos; y la fibra de vidrio. Cada material tiene ventajas específicas en resistencia, adaptabilidad y comodidad para el paciente. Se privilegian aquellos que permiten obtener una buena terminación. La selección del material depende de la función de la férula, de su tipo y de las necesidades clínicas del paciente

2.8.1. Acrílico.

El acrílico es uno de los materiales más utilizados en la fabricación de férulas dentales. Sus características de alta resistencia, estabilidad y gran adaptabilidad a la anatomía del paciente lo convierten en un material ideal para la realización de férulas. Permite, además, realizar ajustes posteriores y si bien, es un material que no debería requerir modificaciones una vez terminado el trabajo, en caso de ser necesario, el acrílico permite realizar cambios sin que ello implique un gran gasto en materiales. Es un material que se manipula fácilmente y su durabilidad junto a su apariencia lo hacen el material adecuado para los usos antes

mencionados, dado que, es estéticamente muy similar al color del esmalte dental (Saavedra & Balarezo, 2014).

2.8.2. Resinas Compuestas.

Las resinas compuestas combinan propiedades estéticas y mecánicas, lo que las hace ideales para férulas dentales. Tienen una biocompatibilidad muy alta. Permiten una buena adhesión a los sustratos dentales, lo que supone una verdadera ventaja cuando se utilizan para férulas periodontales y dispositivos de retención fijos. También son muy resistentes al desgaste, por lo que son una buena opción para un uso prolongado.

2.8.3. Termoplásticos.

Los materiales termoplásticos, como el acetato y el poliuretano, se utilizan ampliamente en aparatos de ortodoncia, retenedores y protectores bucales debido a su flexibilidad, comodidad y estética. Son transparentes, se pueden moldear fácilmente con calor y, por tanto, permiten un ajuste personalizado para cada paciente.

2.8.4. Fibra de Vidrio.

La fibra de vidrio se utiliza en los dispositivos de contención(a) dentales por su alta resistencia y ligereza. Se emplea principalmente en los contenedores periodontales y en aquellos dispositivos de contención que son fijos, ya que proporciona estabilidad sin comprometer la estética dental. La combinación de la fibra de vidrio con resinas compuestas que están mejorando la durabilidad del tratamiento en los dispositivos de contención y evitando fracturas en la estabilidad que el mismo proporciona.

2.9.Trastornos en el desgaste dental.

El desgaste dental es un proceso patológico que conlleva la pérdida progresiva e irreversible de la estructura dental. Esta condición se debe a diversos factores, entre ellos: fricción mecánica (desgaste por fricción), química (desmineralización ácida) o incluso

biológica. Sus implicaciones funcionales y estéticas son significativas, y como dentista restaurador, considero que esta condición con frecuencia requiere que yo o algún otro dentista realicemos restauraciones importantes para solucionar el problema. Si bien el desgaste suele considerarse una condición asociada con el envejecimiento, cada vez es más evidente que los hábitos, las alteraciones oclusales y las enfermedades sistémicas también pueden tener un efecto significativo en el desgaste dental. (Saavedra & Balarezo, 2014)

2.10. Causas del desgaste dental.

Las causas del desgaste dental son múltiples y se dividen en tres categorías principales: el desgaste por abrasión, el desgaste por atricción y el desgaste por erosión. La abrasión se refiere al desgaste causado por factores externos como el uso de cepillos de dientes con cerdas duras o el hábito de morder objetos duros. La atricción ocurre debido al contacto directo entre los dientes durante la masticación o el bruxismo, un trastorno que involucra el rechinar o apretar los dientes. Por último, la erosión dental es el desgaste provocado por ácidos, ya sea por la ingesta frecuente de bebidas ácidas o por el reflujo gastroesofágico, que produce una disminución del esmalte dental (Santamaria, 2022).

2.11. Factores predisponentes:

Existen varios factores que pueden predisponer a una persona al desgaste dental. Entre ellos, los hábitos personales juegan un papel importante, como el bruxismo, que se refiere al apretamiento o rechinamiento involuntario de los dientes, a menudo asociado con el estrés. Asimismo, la dieta tiene una influencia significativa; el consumo excesivo de alimentos y bebidas ácidas, como frutas cítricas, refrescos y bebidas deportivas, incrementa el riesgo de erosión dental. Las mal oclusiones, que implican un mal alineamiento de los

dientes, también son factores predisponentes, ya que alteran la distribución de las fuerzas masticatorias y pueden acelerar el desgaste por atrición (Santamaria, 2022).

2.12. Consecuencias del desgaste dental:

Las consecuencias del desgaste dental son muchas y muy diversas. Por un lado, el daño a la salud oral es innegable. Si en el curso de la vida un diente desgastado no recibe el tratamiento que merece, hay que suponer que en un momento dado se empezarán a presentar problemas como caries, dientes muertos o excesivamente frágiles, y muy probablemente también alteraciones en la oclusión que nos llevarán al dentista.Por otro lado, la salud oral solo es en la actualidad un apartado de una agenda más amplia en la que se discute lo que podría ser la fisura de un diente y lo que en el fondo es la condición de un diente. En este sentido, el desgaste dentario es también un fenómeno estético. El diente es un fenómeno estético.



Figura 8 Desgaste dental

Fuente: Provenza,2022, https://www.clinicaprovenza.com/desgaste-dental-causas-y-como-corregirlo/

2.12.1. Diagnóstico y evaluación del desgaste dental.

Diagnóstico y evaluación del desgaste dental: El diagnóstico del desgaste dental se realiza mediante una evaluación clínica detallada, que incluye la inspección visual de los dientes para encontrar signos de desgaste, como superficies planas, bordes irregulares del

esmalte o exposición de la dentina. Además, se pueden utilizar radiografías para ver el grado de desgaste y si las estructuras dentales internas se han alterado. Es importante que el dentista identifique la causa subyacente del desgaste, ya que esto determinará el tratamiento adecuado. El diagnóstico temprano es vital para que la alteración no progrese y para que el paciente no sufra complicaciones más graves a largo plazo (Checa, 2024).

2.12.2. Tratamientos para el desgaste dental.

El tratamiento del desgaste dental varía según la causa y la gravedad de la afección. El desgaste erosivo puede requerir cambios en la dieta y el uso más frecuente de protectores bucales personalizados para limitar la exposición al ácido. El desgaste por atrición requiere principalmente un mejor manejo del bruxismo, la afección que hace que las personas rechinen y aprieten los dientes. Los casos graves que han llevado a una pérdida importante de la estructura dental a veces requieren restauraciones importantes, como coronas o incrustaciones/provisiones. Sin importar la situación, el manejo del desgaste requiere un diálogo frecuente entre el dentista y el paciente.

2.12.3. Prevención del desgaste dental.

Prevenir el desgaste dental es de suma importancia para protegerse contra sus efectos a largo plazo. Es por esto que lo siguiente es crucial: la promoción de prácticas adecuadas de higiene bucal. Dichas prácticas incluyen el uso de un cepillo de dientes con cerdas suaves. Por supuesto, también se debe evitar el uso excesivo de productos abrasivos. Modificar las prácticas mencionadas anteriormente podría desempeñar un papel importante en la prevención del desgaste. Esto implica tratar afecciones como el bruxismo o corregir

oclusiones. Otra parte importante implica controlar la dieta, en particular el consumo de alimentos y bebidas ácidas. Por último, el uso de productos fluorados puede ayudar a compensar cualquier esmalte debilitado.

2.13. Fabricación de férula oclusal en 3D

Las férulas oclusales son dispositivos ortopédicos que sirven para el arco dental. Están diseñadas para proteger los dientes, reducir la presión en las articulaciones temporomandibulares y mejorar la calidad de la oclusión de un paciente. Existe la idea errónea de que las férulas oclusales solo se utilizan en pacientes con bruxismo. Si bien es cierto que el bruxismo es uno de los trastornos más prevalentes para los que se indica una férula oclusal, estos dispositivos se utilizan en una gama mucho más amplia de aplicaciones. (Erazo, 2022)

Un avance en la odontología restauradora y el tratamiento de los trastornos de la articulación temporomandibular es la fabricación de férulas oclusales mediante impresión 3D. Este proceso comienza con el modelado digital preciso de la arcada dental del paciente. Esto puede realizarse mediante escaneo intraoral o por métodos totalmente analógicos que implican la creación de un modelo de yeso de los dientes del paciente. Una vez obtenido el modelo digital, la precisión de los procesos analógicos mencionados anteriormente (y ahora presumiblemente aún más eficientes) puede igualarse en el diseño de la férula oclusal terapéutica en el software de modelado. El desplazamiento de la oclusión a una posición diferente (digitalmente, por supuesto) se realiza utilizando los mismos parámetros que se utilizaban en los métodos analógicos anteriores (Santamaria, 2022).

2.14. Férulas oclusales en la odontología convencional:

Anteriormente, la fabricación de una férula oclusal se basaba en la toma de una impresión física de los dientes del paciente, comúnmente con alginato. Posteriormente, el laboratorio dental vertía esa impresión en yeso para crear un modelo funcional de la oclusión del paciente; a partir de ese modelo se fabricaba la férula acrílica. Si bien este método se utilizaba y aún se utiliza en muchas clínicas, está siendo reemplazado por un método más moderno, eficiente y preciso: el flujo de trabajo digital.

2.15. Introducción de la impresión 3D en odontología:

La incorporación de la impresión 3D a la odontología ha permitido que los secretos más recónditos del laboratorio dental salgan a la luz, ya que ahora, con esta increíble precisión y velocidad, podemos lograr lo que hace un técnico de laboratorio dental y en lo que se convierten las recetas que no se pueden surtir. La vida impresa, con sus infinitas posibilidades, ahora puede cumplir con lo que exige una prescripción, y puede hacerlo al instante con este tipo de precisión somática, este tipo de ajuste que simplemente exige que la anatomía sea su diseño (Checa, 2024).

2.16. Fabricación de férulas oclusales en 3D:

La creación de una férula oclusal 3D comienza con la digitalización de la cavidad oral del paciente con un escáner intraoral. Esto genera un modelo 3D preciso de los dientes y las encías. A continuación, en un software de diseño asistido por computadora (CAD), el dentista o técnico dental utiliza el modelo digital para crear la férula oclusal, y lo hace, por supuesto, considerando las necesidades específicas del paciente. Por ejemplo, ¿sufre el paciente algún tipo de maloclusión? Y, de ser así, ¿qué tan grave es? ¿O es bruxista? Una vez finalizado el diseño, no es raro que se pruebe exhaustivamente un modelo virtual de la férula para garantizar su eficacia. Después, el archivo se imprime en una impresora 3D..



Figura 9 Férulas oclusales en 3D

Nota:Imes-icore,2025, https://www.imes-icore.com/es/company/news/article/occlusal-splints-innovation-in-dental-technology

2.16.1. Materiales

Los materiales utilizados en la fabricación de dispositivos funcionales dentales, como las férulas oclusales dentales, a menudo varían de acuerdo con las situaciones clínicas y las propiedades específicas de los materiales. Uno de los materiales más comunes es el polímero fotopolimerizado; sin embargo, las resinas dentales también se utilizan con mucha frecuencia. Estos materiales exhiben propiedades que son muy cercanas o incluso indistinguibles de las propiedades del tejido duro dental en términos de color, translucidez, dureza, flexibilidad, resistencia al desgaste y resistencia a la fatiga.

2.16.2. Ventajas de la fabricación de férulas

La impresión 3D de guías de resolución de problemas ofrece varias ventajas sobre los métodos convencionales. La primera es que permite una personalización mucho más exacta. Cada guía se puede hacer a lo que uno pensaría que es lo más cercano a un estándar, que de hecho es la réplica digital del modelo del paciente que uno esperaría que fuera la representación perfecta. Pero eso es solo la impresión 3D para usted; es inherentemente estéril. Fabricar las guías de esta manera también permite utilizar materiales de calidad

biocompatibles. Estos son iguales o comparables a los materiales utilizados en los dispositivos actuales del mercado. La segunda ventaja es que, con la impresión 3D, se pueden utilizar materiales seguros y eficaces. Las guías también son duraderas. (Erazo, 2022)

2.16.3. Desventajas y desafíos de la fabricación de férulas oclusales

A pesar de las numerosas ventajas que ofrece la impresión 3D, aún existen algunos desafíos asociados con su implementación. Uno de los principales problemas es el prohibitivo costo inicial de algunos de los equipos, como las impresoras 3D, así como del software necesario como CAD; algunos laboratorios simplemente no pueden justificar el gasto. Además, aunque ha habido un gran progreso en el desarrollo de materiales de impresión 3D, algunos aún no igualan la longevidad de los materiales utilizados en la fabricación tradicional. Y finalmente, está el problema de la capacitación; no todos saben cómo usar la impresión 3D y, ciertamente, no todos están calificados para usarla en un entorno clínico.

2.16.4. Futuro de la fabricación de férulas oclusales

El futuro de la impresión 3D para producir férulas oclusales es muy brillante, considerando la constante progresión de las tecnologías de impresión, los materiales y el diseño digital. Según las tendencias actuales, se presentan algunos aspectos que se pueden esperar: los avances en materiales de impresión 3D permitirán la creación de férulas oclusales con mejores propiedades, es decir, una mejor adaptación a las superficies dentales y una mayor resistencia a las fuerzas que deben soportar. Esto significa que las férulas impresas en 3D serán tan duraderas (o incluso más) y cómodas (o incluso más) que las férulas oclusales

que se fabrican actualmente con métodos más tradicionales. La integración de la inteligencia artificial en la odontología permitirá una personalización aún mayor de la férula oclusal, es decir, una respuesta aún mejor a las necesidades individuales de cada paciente.(Erazo, 2022).

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

Una de las secciones fundamentales dentro de un proyecto de investigación es el marco metodológico, misma que describe los procedimientos, técnicas o métodos utilizados para cumplir los objetivos planeados. Está conformado por el tipo de investigación, enfoque, herramientas de recolección de datos. Se procura que la información manejada pueda ser replicada y entendida de manera fácil y correcta.

3.1.Tipo de Investigación

3.1.1. Según el propósito

La presente investigación es de tipo descriptivo, mismo que busca especificar las propiedades más importantes de un fenómeno o un caso en particular , estas miden y evalúan los aspectos , dimensiones y componentes de algún suceso que necesita ser investigado, A diferencia de otros tipos de investigación este mide conceptos de manera más independiente ya que el objetivo de este tipo de investigación no es como se relacionan las variables medidas, si no los resultados de las mismas.(Hernández & Sampieri, 2014)

La investigación descriptiva constituye una herramienta fundamental para un mejor aprovechamiento y desarrollo del presente proyecto. La investigación descriptiva permite

recopilar, organizar, analizar y describir con detalle las características del proceso de fabricación de la férula oclusal impresa en 3D diseñada para un paciente bruxista de sexo femenino, de 31 años de edad en la ciudad de Quito. Se pueden identificar y describir con precisión las etapas que forman parte de la fabricación de la fórmula oclusal impresa en 3D, que se consideran los límites del diseño, evaluación clínica inicial, impresión e impresión final. El conocimiento del procedimiento permite establecernos un protocolo predefinido, reproducible y fundamentado que ayudará a establecer el mejor tratamiento y efectivizar al máximo los recursos tecnológicos que se disponen en el año 2025.

3.1.2. Según la manipulación.

La investigación del tipo experimental es un método de corte científico que establece relaciones causales entre variables. Lo hace mediante la manipulación controlada de una o más variables independientes, para observar el efecto que tienen éstas en unas variables dependientes.

El enfoque experimental es de los más comunes en la investigación científica, en particular de la investigación de tipo cuantitativo. Se caracteriza por el control riguroso de las condiciones del entorno; la asignación aleatoria de los participantes a grupos experimentales y de control; y por utilizar técnicas de medición que son, en lo posible, objetivas(Hernández & Sampieri, 2014).

La presente investigación experimental tiene como objetivo evaluar la efectividad de un protocolo específico para la fabricación de férulas oclusales impresas en 3D, cuando se aplica a una paciente femenina residente en la ciudad de Quito durante el año 2025. La paciente tiene 31 años y es bruxista. Para ello, se diseñará un protocolo clínico que abarca desde el escaneo digital intraoral (inicial) hasta la colocación de la férula oclusal

(seguimiento), con una interrupción del proceso de montaje a los 3 meses (seguimiento intermedio).

En el presente estudio, la variable independiente es el protocolo de creación de diseños digitales para impresión 3D, mientras que la variable dependiente es el nivel de satisfacción del paciente con las dos férulas probadas, con énfasis en su adaptabilidad funcional y en la reducción de los signos de bruxismo.

Cabe mencionar que el bruxismo es una afección que se caracteriza por el rechinar de los dientes, generalmente al dormir, y puede provocar daños en los dientes, las articulaciones temporomandibulares y las estructuras circundantes. Al tratarse de una investigación experimental, el entorno clínico será controlado cuidadosamente y cada paso del proceso será monitorizado meticulosamente.

3.1.3. Según el tiempo de desarrollo

El método longitudinal de investigación es un diseño de estudio en el que se observan y registran los datos de los mismos sujetos o fenómenos a lo largo de un período extenso. Este enfoque permite el análisis de la evolución temporal de determinadas variables, lo que posibilita la identificación de patrones, tendencias y relaciones que podrían interpretarse como causales entre esas variables. A diferencia de los estudios transversales, que solo permiten captar una instantánea de la realidad en un momento dado y que, por lo tanto, no pueden ofrecer un análisis temporal de las variables en estudio, los estudios longitudinales permiten ofrecer una visión dinámica del objeto de estudio. Esta es una de las grandes ventajas de este diseño de investigación (Gallardo, 2017).

Se propuso un estudio longitudinal para evaluar la evolución clínica y funcional de un protocolo de fabricación de férula oclusal impresa en 3D. A continuación, se detalla el diseño del protocolo del estudio: la medición en cuatro momentos clave; el primero, en la línea base

(antes de la entrega de la férula); el segundo, a los 3 meses; el tercero, a los 6 meses; y el cuarto, a los 12 meses posteriores al ajuste inicial. En cada sesión se registrarán parámetros objetivos como la calidad del ajuste, la rigidez y desgaste de la resina biocompatible, y la actividad electromiografía de los músculos maseteros, así como indicadores subjetivos de confort y reducción de episodios de bruxismo recogidos mediante cuestionarios validados.

3.2.Enfoque

Los enfoques de esta investigación serán de tipo cualitativo que, según lo señala Gallardo (2017): “es una perspectiva de investigación que procura entender los fenómenos de manera profunda y en términos subjetivos, es decir, en función de las vivencias, la percepción y los significados que los sujetos dan a su propia realidad”. Este enfoque permite considerar cualidades no mensurables sino descripciones profundas de las interacciones que ocurren en un contexto y su determinación narrativa, utilizando métodos de entrevista no estructurada, grupos de discusión, observación y análisis de documentos o historias (Gallardo, 2017).

Su finalidad se coloca en la interpretación y descripción de la complejidad de los fenómenos sociales o humanos pretendiendo responder las preguntas que comienzan por: “en qué” y “por qué” “cuánto” o “qué tan frecuentemente”. Es propicio para el análisis de fenómenos con poca investigación o de tipo subjetivo, tales como las emociones, las relaciones sociales o enmarques culturales. Por otro lado, el enfoque cualitativo considera la intervención del investigador dentro del trabajo, a la vez que incorpora reflexividad y por lo tanto se acomoda a la naturaleza cambiante del fenómeno estudiado.

El enfoque cuantitativo se aplicará en este proyecto mediante la recolección de datos numéricos que permitirá evaluar de forma clara y objetiva la efectividad y valoración del protocolo metodológico de fabricación de una férula oclusal impresa en 3D. Para ello se considerarán variables como el tiempo de fabricación medido por el tiempo total en horas o

minutos que pasa entre la toma de la impresión digital y la obtención del producto final, y los costos de producción medidos como el total invertido en materiales, impresión 3D y mano de obra y así como la precisión alcanzada en el ajuste oclusal medido por número de ajustes necesarios a raíz de la entrega inicial.

También se considera la satisfacción del paciente según la escala de Likert que mide aspectos como comodidad, funcionalidad y estética de la férula. La reducción de síntomas de bruxismo se valorará mediante la comparación de la frecuencia e intensidad del dolor mandibular, así como las cefaleas o el desgaste dental antes y después del uso de la fórmula a partir de encuestas clínicas. Todos los datos serán recolectados a través de instrumentos estructurados como una ficha técnica, encuestas y hojas de cálculo y posteriormente procesadas estadísticamente para poder generar resultados objetivos que apoyen la validez del protocolo, la aplicación del enfoque cuantitativo permitirá generar conclusiones fundadas en evidencias medibles y comparables, aportando así la solidez científica del proyecto.

3.3.Herramientas metodológicas

Las herramientas de investigación son instrumentos, técnicas y estrategias que usan los investigadores para planificar, ejecutar y evaluar estudios de manera sistemática y rigurosa. Estas herramientas les permiten a partir del estudio de problemas muy complejos y mediante la recopilación y análisis de un inmenso cúmulo de datos, tomar decisiones muy informadas y en ocasiones salvar vidas. Las investigaciones con estas herramientas abren campo a muchas disciplinas, como la educación, la salud, la economía, entre muchas otras que involucran a la sociedad. Y es que irremediablemente todas estas disciplinas se entrelazan y se ven afectadas mutuamente (Junior & Vouillat, 2024).

3.3.1. Técnicas

La técnica es un instrumento específico que el investigador utiliza para recopilar, analizar y procesar datos en el curso de un estudio científico. Estas herramientas son esenciales para garantizar que los resultados del estudio sean válidos y confiables.

Consulta subsecuente

En el contexto del protocolo para la elaboración de una férula oclusal impresa en 3D para un paciente bruxista de 31 años en Quito en 2025, las siguientes consultas juegan un papel esencial en el seguimiento y ajuste del tratamiento. Estas visitas permiten evaluar la adaptación de la férula, realizar los ajustes necesarios en el diseño o el material y asegurar la comodidad y la eficacia del dispositivo. El seguimiento continuo es vital para detectar cualquier cambio en la oclusión o el bruxismo del paciente que pueda requerir un cambio en la férula para mantenerla como un dispositivo terapéutico eficaz.

Fichaje

El Fichaje es una técnica metodológica fundamental en la investigación documental. Su esencia es registrar, organizar y sistematizar la información relevante extraída de diversos medios, como libros, artículos científicos y documentos digitales. Consiste en hacer lo que yo llamo tarjetas de archivo, ya sean físicas o digitales, que contienen los datos esenciales, las citas clave y el tipo de comentarios críticos que creo que cualquiera que haga una teoría marco para un estudio realmente necesita hacer. Es una gestión de información muy eficiente. Y yo diría que también fomenta competencias investigativas vitales (Junior & Vouillat, 2024).

3.3.2. Técnica

Historia clínica

Para el inicio de la elaboración de la férula, se debe obtener todos los datos del paciente, en la que se identifica la necesidad del paciente de acuerdo a su condición. De tal manera que permita al odontólogo u odontóloga determinar el tipo de tratamiento.

Tabla 1. Historia Clínica del paciente

Nombre y Apellido	Carla Luna
Sexo	Femenino
Fecha de nacimiento	06 de junio de 1993
Edad	31
Cedula de Ciudadanía	1723544316
Provincia	Pichincha
Parroquia	Cotocollao
Dirección	Quito norte
Nivel de educación	Superior
Diagnostico	Realizar férula oclusal en 3D

Cuestionario semiestructurado

Es el instrumento más utilizado debido a la facilidad de alcance y de respuesta, consiste un conjunto de preguntas con relación a una o varias variables a medir. El contenido puede ser cambiante depende los que se quiera analizar a través del mismo, existen dos tipos de preguntas: abiertas y cerradas. Cada uno de los cuestionarios responde a las necesidades de la investigación por lo que en algunos casos pueden ser hasta realizadas los dos tipos de preguntas en una sola aplicación (Junior & Vouillat, 2024).

3.4.Estudios iniciales

3.4.1. Gráfico de Variables

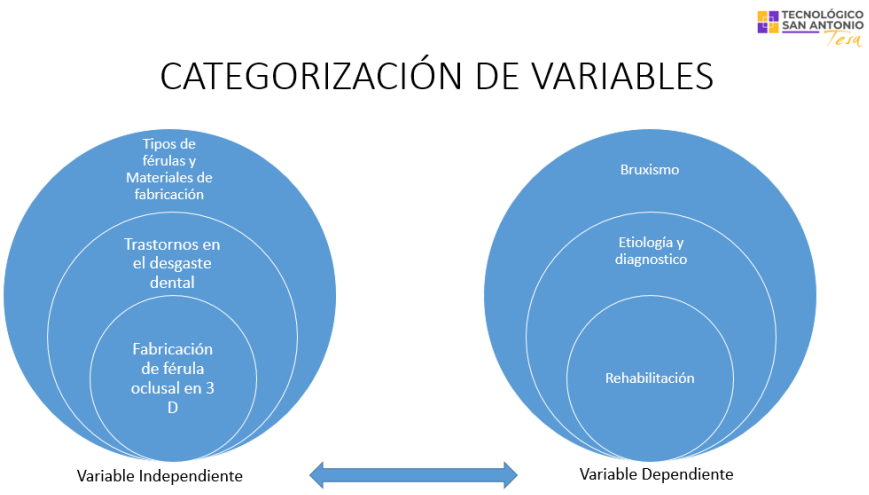


Figura 1. Categorización de variables

3.5.1. Matriz de operacionalización de Variables

Es una tabla sistemática que transforma variables abstractas en elementos concretos, observables y medibles. Esto se logra descomponiendo los elementos en dimensiones e indicadores empíricos y asignándoles niveles de medición adecuados. Cada fila de la matriz especifica la definición conceptual y operacional de la variable, las dimensiones (o facetas) de la variable a medir y los indicadores específicos (para cada dimensión) que hacen de la variable algo empíricamente observable (y, por lo tanto, medible), junto con el nivel de

medición (nominal, ordinal, de intervalo o de razón) para cada indicador. Esto facilita la construcción de cuestionarios y otros instrumentos para la recolección de datos. Por lo tanto, este proceso metodológico deficiente mejora considerablemente la validez del constructor y la coherencia del relato empírico.

Tabla 2. Matriz de Operacionalización de variables

Definición Conceptual	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Variable independiente: Fabricación de férula oclusal en 3 D La fabricación de férulas oclusales en 3D es una novedad tecnológica dentro de la odontología que ocupa la impresión 3D para crear dispositivos particulares destinados a corregir problemas relacionados con la oclusión dental **Variable dependiente:** El bruxismo es una para función oral caracterizada por el apretamiento y rechinamiento de los dientes durante el sueño o la vigilia. Su origen es multifactorial, incluyendo factores periféricos (morfológicos) y centrales (patofisiológicos y psicológicos), siendo estos últimos los más influyentes.	Productividad Técnica Funcionalidad Tecnológica	**Productividad** Tiempo de trabajo **Funcionalidad:** Precisión y ajuste adecuado. **Técnica:** Diseño digital. **Tecnológica:** Manejo y configuración de equipos y software	**Instrumentos en:** **Productividad** Registro fotográfico. **Funcionalidad:** Encuesta de satisfacción Encuesta del profesional **Técnica:** Registro fotográfico **Tecnológico:** Registro de proceso

3.5.2. Tabla de criterios de inclusión y exclusión

Los criterios de inclusión y exclusión son aquellos parámetros establecidos para poder determinar con claridad la población objeto de estudio, dándonos la garantía de la coherencia y validez de los resultados obtenidos. En este proyecto se incluyen a aquellos pacientes que cumplen con aquellas características específicas como ser mujer de entre 30 y 35 años o ser paciente diagnosticada clínicamente con el bruxismo o ser paciente que resida en la ciudad de Quito o ser paciente con buena salud general, haciendo de esta forma que el análisis se pueda centrar en un perfil clínico homogéneo que favorezca la estandarización del protocolo.

En el lado opuesto se excluyen a aquellos pacientes con múltiples alteraciones neuromusculares severas o a aquellos pacientes que están en tratamientos ortodrómicos activos o a aquellos pacientes que cuidan de múltiples piezas dentales o a aquellos pacientes con alergias a materiales utilizados en la impresión 3D o a aquellos pacientes que no firmen el consentimiento informado. Este tipo de exclusiones se hacen de manera que evitemos variables clínicas o técnicas que puedan interferir con la correcta elaboración, adaptación o evaluación de la férula, de forma que aseguramos la validez y seguridad del procedimiento propuesto.

Tabla 3. Tabla de inclusión y exclusión

Criterios de Inclusión	Criterios de Exclusión
Paciente diagnosticada clínicamente con bruxismo.	Pacientes con alteraciones neuromusculares severas que interfieran con el uso de férulas.
Sexo femenino.	Pacientes que no otorguen su consentimiento informado para participar en el estudio.
Edad comprendida entre 30 y 35 años.	Pacientes con ausencia de múltiples piezas dentales que impidan el correcto diseño de férula.
Residente en la ciudad de Quito.	Pacientes en tratamiento ortodóntico activo.
Buena salud general y sin enfermedades sistémicas que alteren la función mandibular.	Pacientes con alergias conocidas a los materiales utilizados en la impresión 3D.

3.5.3. Muestreo no probabilístico por conveniencia y deliberado

La población en un estudio de este tipo hace referencia al grupo de individuos o casos que tienen características en común y que se estudian. Representa el universo al que se dirigen los objetivos de la investigación y del cual se pretende obtener información. Para el caso de esta investigación la elaboración de un manual para la elaboración de férulas oclusales para pacientes con bruxismo, nuestra población es los pacientes que padecen bruxismo.

Esta población puede ser infinita o finita de ya sea por su tamaño puede ser analizada de manera total o mediante una pequeña parte de la población llamada muestra, el saber definir a la población de estudio es de suma importancia para que la recopilación de datos sea concreta.

3.5.4. Muestreo a conveniencia.

Este estudio emplea un enfoque de muestreo no probabilístico, específicamente el muestreo por conveniencia. Se define por la selección de participantes que están fácilmente accesibles y cumplen con algunos requisitos sustanciales para la investigación. En comparación al muestreo probabilístico, mismo en que los individuos que forman parte de la población tienen la misma probabilidad de ser elegidos, el muestreo por conveniencia se centra en el fácil acceso y la disponibilidad de los sujetos, lo que simplifica la recopilación de datos en contextos prácticos.

3.6. Plan de tratamiento

Este tratamiento se caracteriza por cinco fases. Se elabora un dispositivo de oclusión que ha de ser impreso en 3D, y que ha sido concebido para un paciente de 31 años de edad,

que padece bruxismo. El paciente reside en Quito, Ecuador. La sala del paciente en la clínica dental está equipada con tecnología de última generación.

3.6.1. Fase 1: Evaluación clínica y diagnóstico

Se realizará una evaluación clínica del bruxismo y validará la necesidad de usar una férula oclusal. Comience con la obtención o recopilación de la siguiente información. Historia clínica. Examen físico (en este caso, es directo, porque no tenemos una fotografía del paciente). Exploración intraoral. Evaluación de la ATM (articulación temporomandibular). Documentación fotográfica. Asesoramiento al paciente sobre el diagnóstico y sus posibles consecuencias.

3.6.2. Fase 2: Registro y Digitalización

Se imprimen las arcadas dentarias superior e inferior, junto con un registro de mordida en máxima intercuspidación. Luego, estos modelos se digitalizan para su representación, lo que garantiza una vista topográfica anatómica más precisa de la arquitectura dental del paciente.

3.6.3. Fase 3: Desarrollo de la férula digital.

Mediante software CAD/CAM, los investigadores construirán un dispositivo digital personalizado para cada paciente, que se ajustaba con precisión a la anatomía de su dentición y oclusión. Seleccionaran un material adecuado para la impresión 3D del dispositivo: una resina biocompatible de alta resistencia.

3.6.4. Fase 4: Producción y ajuste.

La impresión 3D produce la férula con los materiales seleccionados. A continuación, se completa y se pule para garantizar la comodidad del paciente. Se prueba en la boca del paciente y se ajusta según sea necesario para asegurar un ajuste óptimo.

3.6.5. Fase 5: Monitoreo y mantenimiento.

Se programa una cita de seguimiento para supervisar la eficacia del tratamiento y realizar los cambios necesarios. En estas citas, se evalúa el desgaste de la férula por parte del paciente y se le dan instrucciones sobre su cuidado (incluyendo cómo mantenerla segura al comer). Se reevalúa periódicamente para decidir si es necesario ajustar o reemplazar la férula. Hacemos esto como parte de un plan de tratamiento que utiliza tecnología digital avanzada y proporciona una solución eficaz y personalizada para el bruxismo.

3.6.6. Orden de trabajo

La orden de trabajo en el laboratorio dental es un documento que contiene las instrucciones del odontólogo para la elaboración de prótesis u otros dispositivos. Detalla el tipo de trabajo, materiales, color y fecha de entrega, y permite al técnico dental fabricar el producto según las necesidades del paciente, garantizando precisión, calidad y buena comunicación entre clínica y laboratorio.

Tabla 4. Orden de trabajo

Orden de Trabajo – Laboratorio Dental	
Campo	**Información**
Fecha de solicitud	23 de abril de 2025
Clínica Dental	Clínica Odontológica Gama Bucal
Odontóloga tratante	Dra. Sara García
Paciente	Carla Luna
Edad / Sexo	31 años / Femenino
Diagnóstico clínico	Bruxismo nocturno
Tipo de tratamiento	Férula oclusal rígida impresa en 3D
Arcada	Superior
Material solicitado	Resina biocompatible de alta resistencia
Color	Translúcido neutro
Tipo de diseño	Férula Michigan con contactos planos y guía anterior
Software de diseño	Exocad
Registro de mordida	Sí, en céntrica habitual
Escaneos digitales	Adjuntos (formato STL)

Fecha de entrega solicitada	28 de abril de 2025

3.7. Desarrollo del producto

A continuación, se detalla paso a paso la elaboración de la férula oclusal en 3D, cabe recalcar que este procedimiento es general para los pacientes que padezcan bruxismo.

3.7.1. Toma de impresiones superiores e inferiores:

Este es el primer paso para la elaboración de la férula, se procede a tomar los moldes de manera precisa, para llegar a asegurar la impresión precisa de las piezas a replicar.



Figura 2. Toma de impresión superior

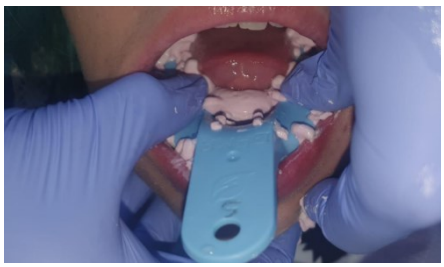


Figura 3. Toma de impresión inferior

La obtención de impresiones de los maxilares superior e inferior se lleva a cabo mediante la técnica convencional que consiste en la utilización, principalmente, de cubetas metálicas o plásticas y material de impresión de tipo alginato. Este paso permite obtener moldes de las dos arcadas dentales que serán determinantes en la confección del modelo de yeso. El tiempo aproximado para este paso suele ser de entre 10 y 15 minutos.

El instrumental empleado consiste en espátula para mezcla, vaso de goma, cubetas seleccionadas por arcadas y el alginato como material base para la obtención del modelo, cuyo tiempo de mezcla es de aproximadamente 1 minuto – dependiendo de la marca – y el material tarda entre los 2 y 3 minutos en polimerizarse. Además, se utilizará guantes de látex y mascarilla a fin de mantener la higiene y la seguridad en el procedimiento. Una vez tomadas las impresiones, se lleva a cabo el vaciado en yeso tipo III en los primeros 10 minutos a fin de mantener la exactitud del molde, obteniendo así el modelo maestro que nos servirá como modelo para la planificación, y en el diseño de la férula oclusal

3.7.2. Toma de registro de mordida

En este apartado es muy importante registrar la mordida con materiales como cera o silicona, se procede a que el paciente realice la oclusión para una elaboración precisa de la férula.



Figura 4. Toma del registro de mordida

3.7.3. Verificación de impresiones

El siguiente paso es revisar que las impresiones no tengan ninguna anomalía o imprecisión que pueda echar a perder el producto final.

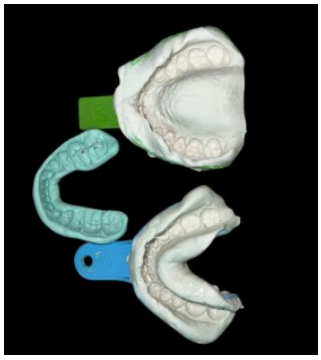


Figura 5. Impresiones verificadas

3.7.4. Vaciado de modelos

La tarea de vaciado de los modelos se lleva a cabo con yeso tipo III, el cual resulta apropiado para la adecuada reproducción de los detalles y para alcanzar la resistencia necesaria en la producción de férulas oclusales. Para el proceso se opta por una mezcla de 100 gramos de yeso para 30 ml de agua, la cual nos permite conseguir una consistencia fluida y, a la vez, lo suficientemente espesa como para evitar que no se reproduzcan bien las impresiones. El tiempo de trabajo para la mezcla del yeso es del orden de 2 minutos, de manera que queda bien eliminada cualquier burbuja de aire por efecto de la vibración del recipiente.

Una vez completada la mezcla, se vierten las impresiones correctamente, asegurando cubrir por completo las arcadas dentales. El tiempo de fraguado del yeso dura 30 minutos, en

función de las condiciones ambientales, transcurridos los cuales se efectúa al desmolde, obteniendo el modelo maestro que se utilizará en la fabricación de la férula oclusal.

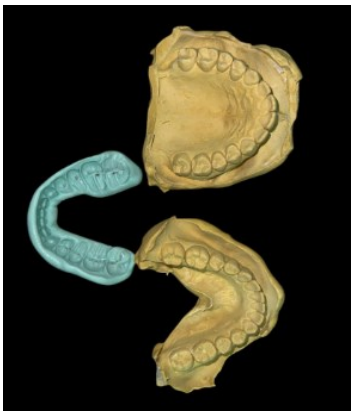


Figura 6. Modelo Vaciado

3.7.5. Montaje de modelo

El montaje de los modelos en la f é rula oclusal en el articulador se lleva a cabo con la finalidad de reproducir la funcionalidad y el movimiento mandibular, como se puede observar en el diseño de la férula oclusal. Para ello se recurre a un articulador semiajustable, el cual permite que las arcadas dentales encajen en función de la relación céntrica que posee el paciente. En primer lugar, se coloca el modelo superior en la parte superior del articulador, mientras que el modelo inferior se coloca en la parte inferior, y se comprueban los contactos oclusales.

A continuación, se utiliza una cera para el montaje, de la cual se utilizan pequeñas cantidades para asegurar que los modelos se mantengan en el articulador de forma que no cambien de posición durante el proceso del montaje. Este proceso es de aproximadamente 15 a 20 minutos en base a la habilidad del operador. El montaje en articulador es básico para verificar la relación funcional de las arcadas y por tanto para asegurar que la férula oclusal diseñada no interfiera con los movimientos de la mandíbula del paciente.



Figura 7. Modelo en articulador

3.7.6. Escaneo de Modelos

La digitalización del modelo se lleva a cabo solo una vez los modelos de yeso han sido correctamente colocados en el articulador. Para la digitalización de los modelos de yeso se utiliza un escáner de mesa de alta precisión computadorizado como el 3Shape E3 o el Medit T500, que permite el escaneado de la morfología dental y su relación con las arcadas. El proceso de digitalización consiste en escanear cada uno de los modelos de yeso por separado, primero el superior, después el inferior y después la relación oclusal, generando archivos digitalizados en formato STL. El diseño posterior virtual de la férula oclusal se hace con archivos STL en un software CAD.

La digitalización del modelo permite la obtención de un modelo digital exacto del modelo físico, reducir significativamente los errores manuales y optimizar el tiempo de trabajo de forma clínica o de laboratorio, además de permitir el almacenamiento digital del modelo y de realizar posteriormente las correcciones o duplicados del modelo sin repetir el proceso desde el principio.



Figura 8. Escáner de mesa

3.7.7. Creación de orden de trabajo en exocad

Exocad es un software para diseño dental digital (CAD) que permite diseñar prótesis personalizadas como coronas, puentes, férulas oclusales y diversos otros dispositivos a partir de modelos escaneados. Es un software que se caracterizaba por su alta exactitud, facilidad de uso y compatibilidad con escáneres e impresoras 3D, con lo que se ha convertido en un estándar muy ampliamente utilizado. En el marco del presente proyecto,

Exocad se utiliza para conseguir el diseño de la férula oclusal en forma de plano virtual, manejando parámetros como el propio espesor de la férula, oclusión y adaptación anatómica, mejorando así la eficiencia del método y la exactitud del resultado final (Damian et al., 2023).

En el software exocad se procede a realizar la orden de trabajo, en donde se detallan todas las especificaciones que va a contener la férula, así como los datos del paciente y el plan de tratamiento.

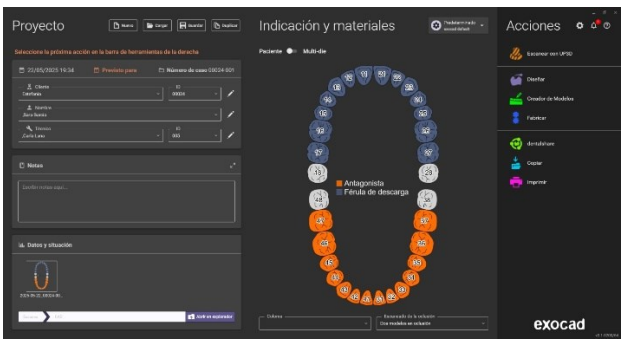


Figura 9. Orden de trabajo EXOCAD

3.7.8. Elección del material

El paso a seguir es elegir el material que va a ser utilizado para la fabricación de la férula, en este caso será resina biocompatible un material que se ajusta a temas de durabilidad y salud bucal.



Figura 10. Elección de materiales

3.7.9. Inserción de modelos en Exocad

El procedimiento para insertar los modelos en el software de Exocad se inicia al finalizar la digitalización de las arcadas. Los archivos generados por el escáner de mesa se exportan en la extensión STL, correspondientes a los modelos de arcada superior, arcada inferior y la relación oclusal entre ambas. En el programa Exocad se empieza un nuevo caso seleccionando el tipo de aparato a diseño (nuestra elección es una férula de oclusión) y cargamos los archivos STL de ambas arcadas.

Posteriormente, el software pide alinearlos por medio de puntos de referencia comunes en ambas superficies escaneadas, permitiendo así alinear el modelo superior al inferior. Acto seguido realizaremos la comprobación de la oclusión mediante la función simulación de contactos, que garantiza que el montaje digital respeta la relación funcional del

paciente. El sistema, por tanto, se hallará alineando ambos archivos y con ello preparado para iniciar el diseño digital de la férula de forma precisa y personalizada.

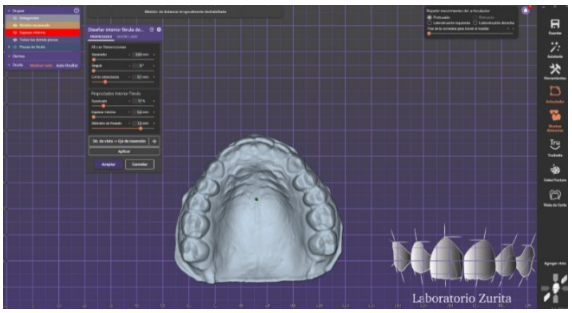


Figura 11. Modelo digitalizado

3.7.10. Articulación digital de modelos de trabajo

La ejecución del articulado digital es una fase que permite simular los movimientos funcionales de la mandíbula con indicaciones prácticas para evaluar y modificar la oclusión de forma precisa en un programa con las unidades de manejo indicadas que oferta en la práctica para la intervención. Luego de importar los modelos STL superior, inferior y de mordida se procede a la alineación de las arcadas respecto a las unidades de referencia anatómica, como cúspides, fosas, bordes incisales, hasta que el programa genere la relación oclusal que puede ser verificada en calma señalando las zonas de contacto oclusales en estática y también en los movimientos de dinámica.

Se permite activar el articulador virtual de Exocad que simula un articulador semiajustable, con los parámetros como la inclinación condilar, el ángulo de Bennett protocolar y una vez configurado, permite mostrar las ejecuciones de protrusiva y lateralidad y apertura. Permite detectar interferencias, ajustar los contactos prematuros e ir configurando la férula de oclusión con un ajuste funcional ajustado y evitar correcciones una vez impresa.

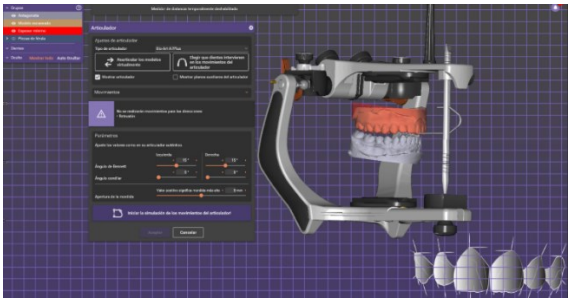


Figura 12. Diseño de férula articulado

3.7.11. Elaboración de la férula digital

Durante el procedimiento del diseño digital de la férula oclusal en Exocad, se valoran determinadas medidas para proporcionar comodidad, funcionalidad y durabilidad a dicha férula. El grosor mínimo recomendado de la férula es de 1,5 mm en el plano oclusal y de 2 mm en los planos de soporte o planos de oclusión, ya que la resistencia no debe ser la causa de una mala adaptación.

En la zona palatina o lingual se mantiene un grosor uniforme de 1,5 a 2 mm, y se tiene en cuenta la anatomía del paciente para no interferir con el habla o provocar incomodidades en los tejidos blandos. La férula debe cubrir las superficies oclusales y vestibulares de los dientes hasta 1-2 mm por debajo del margen gingival, pero evitando la presión sobre los tejidos blandos. Además, la regla debe ser verificada para asegurarse de que los contactos oclusales estén distribuidos sobre la superficie oclusal sin interferencias en los movimientos excesivos de los dientes, así como una guía funcional suficientemente adecuada en pacientes bruxistas.

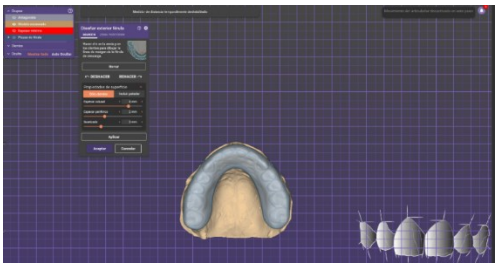


Figura 13. Férula digital

3.7.12. Corrección de puntos de contacto

La corrección de los contactos se realiza en el programa Exocad utilizando una plaqueta de colores que explica las zonas de mayor presión entre la férula y las arcadas dentales; una vez con los contactos prematuros o en exceso, el técnico dental hace una modificación digital de estas zonas mediante herramientas de edición y así llegar a una distribución equilibrada de las fuerzas oclusales. Este procedimiento mejora la adaptación de la férula, disminuye las interferencias de los movimientos mandibulares y disminuye los ajustes clínicos posteriores.

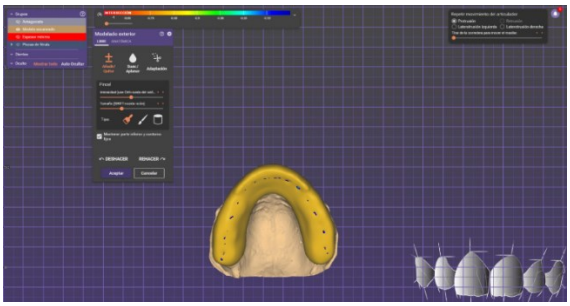


Figura 14. Corrección de puntos de contacto

3.7.13. Fresado de la férula digital

Se realiza la férula con una impresora 3D o una fresadora CNC, siguiendo las indicaciones dadas al programa de diseño.

El fresado de la férula digital representa un método más preciso y eficiente que el de impresión 3D, especialmente empleado en los casos que requieren alta resistencia de material y mayor estabilidad dimensional. Para el desarrollo de este trabajo se utilizó la máquina fresadora dental de 5 ejes y un disco de resina acrílica prepolimerizada especialmente diseñado para dispositivos oclusales. Una vez terminada la parte del diseño en Exocad, se envió al archivo STL de la férula al software CAM pues aquí se desarrollan parámetros como la velocidad, la profundidad del fresado o la orientación del modelo dentro del disco.

El proceso de fresado se desarrolla entre 30 y 45 minutos dependiendo de la complejidad del diseño realizado y del tamaño de la férula. Este método permite obtener un ajuste de gran precisión con una superficie lisa evitando el acabado manual posterior. Por otro lado, la resina fresada presenta un mejor comportamiento biomecánico a la presión oclusal, es muy recomendable para la intervención del bruxismo.



Figura 15. Fresado de férula digital

3.7.14. Férula digital terminada

Se realizan los acabados finales junto con el pulido, la verificación y ajuste de la férula, para después entregar al paciente.



Figura 16. Producto final

- **Inspección visual inicial:** Tras finalizado el fresado de la férula, se procede a inspeccionar visualmente dicha férula, asegurándose de que el tamaño y la forma se adaptan a la parte digital y que no existen irregularidades visibles a simple vista en dicha férula.

- **Eliminación de excesos**: Con el uso de fresas y fresadoras pequeñas se eliminan todos los excesos de material o rebabas producidas de la pieza en el proceso de fresado. Este paso es fundamental para evitar que se crean zonas ásperas que puedan resultar incómodas para el paciente.
- **Ajuste de la adaptación oclusal:** En este paso, se lleva a cabo la adaptación oclusal de la férula, para obtener una correcta distribución de las fuerzas oclusales, ajustando los puntos de contacto de la férula; este paso se suele llevar a cabo como en el paso de eliminación de excesos con el uso de instrumentos manuales de precisión como limas o fresas de diamante.
- **Pulido:** Para la obtención de la superficie lisa y brillante de la férula se recurre a un sistema de pulido el uso de discos de algodón y pasta de pulir, el cual elimina las marcas del fresado y mejora la estética de la férula, contribuyendo a su comodidad y evitando irritaciones sufridas en los tejidos blandos.
- **Control de ajuste final**: Tras el pulido, se vuelve a comprobar la adaptación de la férula en el modelo del paciente, asegurándose de que se adapta sin que se produzcan presiones innecesarias sobre encías o dientes, realizando si fuera necesario pequeños ajustes de presión.
- **Lavado y desinfección:** Se lleva a cabo el lavado de la férula con agua y jabón, para posteriormente llevar a cabo la desinfección con soluciones específicas con el fin de eliminar residuos de material y garantizar la higiene del dispositivo.
- **Entrega al paciente:** Finalmente se realiza la revisión, una vez más, de la férula para proceder a su entrega al paciente con el objetivo de que quede colocado en la boca del paciente, asegurándose de que no queda ningún defecto y que se cumple la funcionalidad y esté tica previamente establecidas.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.Análisis de resultados

4.1.1. Encuesta de satisfacción al paciente

Este estudio aborda el caso de una paciente de 31 años a quien se le recomendó el uso de la placa miorrelajante como parte de su tratamiento para el bruxismo. En el trascurso se llevó a cabo una encuesta de satisfacción con el propósito de ir valorando su experiencia y percepción del tratamiento, lo que permitió realizar un análisis cualitativo de los resultados.

¿Cómo clasificaría la comodidad de la férula oclusal?

La comodidad de un dispositivo intraoral, como una férula oclusal, es uno de los factores determinantes para su aceptación y continuo uso por parte del paciente. En el caso se evalúa que la paciente califica la férula como “muy cómoda”, esto permite inferir una excelente adaptación desde el inicio y sostenida al tratamiento. Esta percepción positiva de la comodidad suele estar muy relacionada con la correcta toma de impresiones que es hecha por el Dr, diseño digital personalizado y sobre todo la precisión en la fabricación del dispositivo.

La literatura nos indica que la comodidad es proporcional al nivel de la adhesión del paciente sobre todo al tratamiento y que cuando los dispositivos resultan incómodos o invasivos existe un alto porcentaje que el paciente no use la férula.

La respuesta que obtuvimos cobra mucho valor si se considera que dicho tratamiento está orientado al manejo del bruxismo, un trastorno funcional que implica precisiones elevadas sobre tejidos dentales y articulares. Una férula mal adaptada no solamente va a generar incomodidad, sino que esta puede agravar los síntomas y generar problemas nuevos,

como dolores articulares y musculares. Por lo siguiente, la valoración de “muy cómoda” sugiere que es un diseño exitoso tanto desde el punto de vista anatómico cómo funciona.

La comodidad subjetiva también está medida por la estética, el grosor del material y la inferencia con actividades básicas como hablar o dormir. Si la férula interfiere significativamente en estas funciones, es posible que la respuesta no haya sido tan positiva. Esta evaluación inicial permite sustentar que la férula diseñada digitalmente con tecnología 3D Cumple con los estándares modernos de confort y ergonomía, lo cual valida la eficiencia del proceso de diseño y su fabricación. Aportando este dato constituye un indicador clave para replicar el modelo de intervención en otros pacientes con necesidades similares.

¿La férula se ajusta adecuadamente a sus dientes?

El ajuste correcto de una férula oclusal es el aspecto clave para asegurar su efectividad durante el tratamiento, ya que influye directamente en la distribución equilibrada de las fuerzas masticatorias, el confort del paciente y la estabilidad del dispositivo, en cuanto su uso sea nocturno como diurno. En la presente evaluación, la paciente nos manifestó que la férula se adapta “totalmente” a su bendición lo que genera una elaboración precisa y una adaptación clínica exitosa. Se ha investigado que estos dispositivos intraorales personalizados destacan que un ajuste exacto minimiza microtraumatismos, optimiza la retención pasiva del aparato y también previene movimientos indeseados.

Desde la vista técnica, este resultado es posible gracias a una planificación digital muy detallada, el uso del escáner intraoral de alta resolución y tecnologías de impresión 3D que aseguran la reproducción fiel de las estructuras orales. Cuando el dispositivo no se ajusta correctamente, puede presentar molestias lesiones en los tejidos blandos dolor o incluso el fracaso del tratamiento. En el contexto de la atención odontológica general, la correcta adaptación de estos dispositivos es considerada un indicador de alta calidad. Ya que esta

respuesta favorable nos refleja tanto la pericia técnica de laboratorio dental como la efectividad clínica del tratamiento con férulas digitales

¿Experimento alivio de los síntomas para el bruxismo (dolor, rechinamiento)?

El principal propósito de utilizar férulas oclusales en pacientes con bruxismo es reducir los síntomas asociados con esta condición, la cual se ha manifestado mediante el rechinamiento involuntario de los dientes o apretamiento, generando así un desgaste dental, molestias musculares y trastornos de la articulación temporomandibular. En el caso analizado, la paciente afirmó sentir alivio, lo que representa una clara señal de qué dicho tratamiento ha sido eficaz. Este resultado indica que la férula fue correctamente diseñada y fabricada cumpliendo su rol de protección al distribuir de manera adecuada las fuerzas sucursales y evitando así el contacto directo entre las superficies. Esto también se da con la ayuda de la Dra. ya que se encarga que la férula quede bien adaptada y que la paciente no tenga puntos altos y se sienta lo más cómoda posible. Se han realizado investigaciones y se ha mostrado que las férulas producidas con tecnología digital 3D ofrecen mayores beneficios clínicos, ya que permiten que su fabricación sea más precisa, los tiempos de entrega son más reducidos y sobre todo una mejor adaptación. Cuando la paciente tiene sensación de alivio también se puede relacionar con el nivel de confort y ajuste que la paciente nos mencionó anteriormente lo que favorece su uso continuo durante el sueño momento en el que el paciente bruxa y es más activo. La disminución del dolor implica a que dicho tratamiento tuvo un efecto positivo no sólo mecánico sino también funcional, mejorando el estado de los músculos masticatorios la articulación temporomandibular desde un enfoque integral. Esto también ha mejorado la calidad de vida del paciente, su descanso nocturno ha reducido la dependencia de analgésicos o relajantes musculares. Cómo conclusión los resultados destacan la eficiencia de las férulas digitales como una opción terapéutica y moderna en la aparatología dental.

¿Tuvo alguna molestia al hablar con la férula?

Las molestias al hablar durante el uso de la férula oclusal son de aspecto importante a considerar, ya que afectan directamente a la capacidad de comunicación del paciente, una función esencial de la vida diaria. En esta encuesta, la paciente nos manifestó que sentía "incomodidad parcialmente" lo que indica que aún se encuentra en proceso de adaptación funcional. Aunque esta molestia no compromete la eficacia del tratamiento, si no señala una posible área de mejora en cuanto al diseño o ajuste del dispositivo. Desde el punto de vista técnico este tipo de incomodidades puede originarse por grosor excesivo del material, la extensión del aparato hacia zonas de tejido blando, o un diseño interno que dificulta los movimientos del habla. Se ha demostrado que estas molestias suelen ser pasajeras, especialmente al inicio de su oso. Y tienden a desaparecer conforme el paciente se acostumbra a la férula. La respuesta "parcialmente" sugiere que la paciente se encuentra en la etapa inicial de adaptación. Debemos resaltar que, pese a esta dificultad, la paciente calificó previamente la férula como muy cómoda, lo que demuestra que esta molestia no afectará su percepción general del tratamiento. Esta dificultad puede estar influida por factores personales como la sensibilidad de la lengua o el estado emocional frente a un tratamiento odontológico nuevo. Por consecuente el seguimiento clínico es clave para realizar ajustes que optimicen el confort y funcionalidad del dispositivo, se recomienda asistir cada seis meses para su respectivo control.

¿Cómo clasificaría la estética de su férula?

Actualmente la estética de las férulas ha cobrado mayor importancia en el ámbito Odontológico, ya que los pacientes buscan tratamientos que no sólo sean funcionales, sino también estéticos agradables a la vista. En este caso, la paciente calificó la apariencia de su

férula como “buena”, lo que representa una positiva evaluación, sin presentar defectos evidentes ni causar un rechazo estético o malestar.

El aspecto estético de una férula está influenciado justamente por elementos como el tipo de material utilizado generalmente transparente, su grosor y el grado en que sus bordes o sistemas de retención se hacen visibles al hablar o sonreír. El uso de la tecnología digital 3D en la elaboración permite controlar mejor estos aspectos, logrando así dispositivos más discretos. Sin embargo, al calificarla como “buena” y no “excelente”, se puede inferir que aún hay margen para perfeccionar pequeños detalles estéticos, aunque estos no interfieran con la funcionalidad. Generalmente en pacientes jóvenes con alta exposición social la estética juega un papel clave en la aceptación del tratamiento, por ello, muchos laboratorios están utilizando materiales más finos y técnicas de acabado que mejoran la transparencia y así reducen la visibilidad del dispositivo. Cómo podemos observar esta valoración indica un buen nivel de aceptación estética, pero también una oportunidad para seguir perfeccionando el diseño.

¿Le resulto fácil limpiar y cuidar la férula?

La facilidad con la que se puede limpiar y mantener una férula oclusal es fundamental para garantizar la salud bucal del paciente como la durabilidad del dispositivo. En este caso, la paciente indicó que el cuidado de la férula fue “muy fácil”, lo cual nos refleja una experiencia positiva que puede atribuirse a un diseño funcional adecuado y a una correcta orientación brindada por la doctora. Esta facilidad no sólo alivia la carga de mantenimiento diario, sino que previene complicaciones como acumulación de placa bacteriana infección por hongos, mal aliento. Un dispositivo bien diseñado, con superficies lisas y materiales biocompatibles impresos en 3D, facilita la limpieza con herramientas simples como un cepillo, agua y jabón, no se recomienda usar pasta dental. Estos materiales hacen que su cuidado sea práctico y accesible. Esta percepción refleja la calidad de la instrucción

proporcionada por el profesional al momento de entregar el aparato. Explicar al paciente como limpiar, almacenar y manipular su férula es clave para evitar deformaciones, acumulación de microorganismos y el abandono del tratamiento.

¿Recomendaría este tratamiento a otros pacientes?

Cuando un paciente recomienda un tratamiento, es considerado una de las formas más confiables de medir su satisfacción y el éxito del procedimiento realizado. En esta encuesta, la paciente expresó que sí recomendaría el uso de la férula a otras personas con bruxismo, lo cual evidencia que dicha experiencia fue positiva en términos funcionales, estéticos y terapéuticos. Esta respuesta va más allá de la simple efectividad clínica: refleja que el tratamiento tuvo un impacto favorable en su bienestar emocional y percepción de mejora en su calidad de vida.

La recomendación del paciente implica que la férula no sólo alivió los síntomas de bruxismo, como el dolor mandibular desgaste dental, sino que también fue cómoda y de fácil limpieza con una apariencia estética aceptable.

Además, esta recomendación fortalece el valor del trabajo realizado tanto por el laboratorio dental, por el equipo clínico, quienes han sabido diseñar, fabricar e instruir correctamente sobre el uso del aparato al paciente. En tratamientos prolongados como el bruxismo, donde la constancia es fundamental, este tipo de fidelización resulta clave.

La respuesta afirmativa a la recomendación firma una experiencia integralmente positiva que valida efectividad del tratamiento y posiciona como una opción viable y replicable dentro de la práctica odontológica.

¿La férula cumplió sus expectativas de tratamiento?

La evaluación positiva del cumplimiento de expectativas por parte de la paciente es fundamental para valorar el éxito completo de un tratamiento Odontológico. En esta encuesta la paciente manifiesta que la férula cumplió con sus expectativas, lo cual indica que tanto los resultados clínicos como la experiencia general estuvieron alineados con lo que ella anticipaba antes de iniciar dicho tratamiento. Esta valoración favorable no sólo se limita únicamente al aspecto funcional, sino también a lo emocional.

Dentro del campo de la odontología funcional, las expectativas del paciente suelen estar orientadas a la disminución del dolor, la reducción del bruxismo nocturno, y sobre todo una mejora en la calidad del sueño. El hecho de que la paciente afirme haber cumplido esas expectativas sugiere que la férula proporcionó beneficios concretos y que fue utilizada de manera constante, lo que incrementa un éxito en el tratamiento. Esta respuesta refleja que hubo una comunicación efectiva entre el profesional y la paciente. Una información clara sobre los objetivos, cuidados y posibles resultados del tratamiento son esenciales para evitar malentendidos y más bien generar confianza. En este caso en este caso, la alineación entre lo prometido y lo vivido muestra una correcta planificación y ejecución clínica.

La afirmación de qué la férula si cumplió con lo esperado valida todo proceso terapéutico, destacando así su eficiencia.

¿Qué sugerencia de mejora podría aportar sobre su férula?

Debido a la ausencia de sugerencias por parte de la paciente, junto con una declaración de comodidad y adaptación progresiva, refleja un éxito clínico claro y una alta satisfacción personal. En el tratamiento con férulas oclusal, donde pacientes comúnmente experimentan incomodidades iniciales, presión o dificultad para hablar, el hecho de que no haya complicaciones en adaptación es una señal de qué el Diseño es ergonómico, material adecuado y el seguimiento de un profesional.

El comentario de qué la férula fue “muy cómoda” indica que el dispositivo fue fabricado correctamente, gracias a la tecnología avanzada como el CAD/CAM o impresión 3D, que permite una personalización precisa. La adaptación progresiva muestra que la paciente se ajustó sin rechazo, siendo un factor crucial en tratamientos prolongados como los indicados para el bruxismo.

Aunque la falta de sugerencias también implica que las expectativas en cuanto a funcionalidad, estética y facilidad de uso fueron completamente satisfechas, algo que no siempre ocurre con este tipo de dispositivos. Al no haber observaciones críticas, se refuerza la percepción de un servicio de alta calidad Tanto Odontológico como de laboratorio, destacando un tratamiento bien centrado en el paciente.

4.1.2. Encuesta de evaluación realizada al doctor

En la presente encuesta, que se llevó a cabo al profesional odontológico con el propósito de realizar una evaluar desde su experiencia directa, la eficacia y funcionalidad de la férula oclusal, fabricada mediante tecnología dental 3D. Esta encuesta nos ayuda a poder recolectar datos que fueron muy cuidadosamente estructurados, como para el técnico que tiene aspectos claves como la resistencia del material y el ajuste adecuado para el paciente, así como las ventajas que se pueden apreciar frente a métodos tradicionales convencionales.

¿Cómo clasifica el ajuste de la férula en el paciente?

El ajuste de la férula oclusal es sin duda uno de los aspectos más importantes en la evaluación de dicho tratamiento para el paciente bruxista, ya que de este depende la eficacia del tratamiento como la aceptación del paciente ha dicho dispositivo dental. La especialista marco la respuesta como excelente lo que evidencia que dicho dispositivo se adaptó con precisión al paciente y no tuvo ninguna complicación.

Lo que nos evidencia un éxito en la fase de deseño como en la de elaboración, ya que este tipo de férulas elaboradas por impresión 3D, se pueden beneficiar por la exactitud del diseño digital, la cual nos puede proporcionar una personalización milimétrica de dicho dispositivo. En contraste a métodos tradicionales que su realización y adaptación es completamente manual.

Desde un punto de vista más clínica, un buen ajuste de la férula nos ayuda a que no se desplace durante el sueño, nos favorece a la distribución equilibrada de las fuerzas oclusales y aliviar las tenciones musculares que se pueden generar.

¿El protocolo de diseño y fabricación facilito la adaptación final?

La adaptación final de una férula es resultado clínico de muchos factores, como la calidad del protocolo de diseño y fabricación. Todo esto esta evidenciado en la férula que cumplió con la función principal de facilitar la colocación de dicho aparato al especialista con estabilidad y funcionalidad, sin necesidad de realizar ajustes mayores al momento de entregar dicha placa al paciente.

Este resultado fue si, completamente eso es gracias a una base clara de la implementación de tecnología digital lo que ha permitido una evolución notable a la confección de férulas, este flujo digital garantiza una reproducción exacta de estructuras dentales. A diferencia de la manera tradicional que pueden influir en materiales susceptibles a deformaciones por calor o uso, como también errores humanos.

Por el mismo echo que el protocolo de diseño y fabricación nos ayudó a la adaptación final de la férula nos sugiere que limitamos los puntos de presión que pudieran generar el paciente, los desplazamientos involuntarios durante el uso, lo que también optimiza el tiempo de clínico y mejora la experiencia para el paciente.

¿Cómo evalúa la calidad del material?

La respuesta fue excelente indica que la calidad del material utilizado para la férula cumplieron con los altos estándares desde la perspectiva del clínico la resistencia, estética y durabilidad, ayudaron a optimizar la experiencia del paciente generando así también una percepción positiva durante su manejo y uso terapéutico.

En la actualidad las férulas pueden ser elaboradas de diferentes métodos y materiales, como en este caso una férula impresa en 3D es compuesta por resina biocompatible especialmente elaborada para poder soportar cargas dentales generadas por el bruxismo, esta resina tiene propiedades únicas superiores a materiales convencionales como el acrílico. Esta resina presenta una mayor resistencia al desgaste, una menor fragilidad antes las tenciones y una mejor estabilidad, lo que mejora el rendimiento del clínico y también beneficia al paciente económicamente.

La biocompatibilidad de este material es más seguro para el contacto prolongados de los tejidos orales, lo que evitaría irritaciones de la mucosa, sabores desagradables o acumulación de placa bacteriana.

¿Observo una disminución en los signos del bruxismo en el paciente?

La respuesta fue un si lo que nos ayuda hacer una afirmación que el clínico pudo observar una disminución de los signos del bruxismo y representa uno de los hallazgos más relevantes dentro de este estudio, y nos validad la eficacia de este tratamiento con la férula digital 3D.

El bruxismo representa una condición multifactorial de origen neuromuscular y emocional, haciendo énfasis en el desgaste dental oclusal progresivo y molestias musculares como articulares, poder ayudar al paciente a reducir estos signos implica una mejor condición de vida para el paciente.

La férula su función principal es poder reducir de manera significativa las cargas oclusales generadas por el apretamiento involuntario durante el sueño. Gracias a esta férula y a su diseño digital que es completamente personalizado logra establecer una guía estable y armoniosa que evita el contacto con el antagonista, permitiendo que los músculos masticatorios puedas relajarse y reducir su actividad en la hiperfunción nocturna.

¿El paciente reporto mejoras en la sintomatología?

La respuesta fue un sí, lo que se supondría que el clínico desde la percepción directa del paciente tubo una mejora a los síntomas relacionados con el bruxismo, lo cual refuerza la eficacia de la férula digital 3D, esta mejora subjetiva es importante para el clínico ya que nos permiten valorar el impacto real de la férula en la vida del usuario.

Los síntomas más frecuentes que presenta los pacientes bruxistas se encuentran los dolores musculares de la zona de la boca, la cara y el cuello como las molestias de las articulaciones tempo mandibulares, fatiga mandibular al despertar y alteraciones en el descanso nocturno. La reducción de dichas molestias después del uso de la férula representa un avance terapéutico.

Etas mejoras son atribuidas a varios factores del protocolo como el tratamiento y diseño digital, que es asistido por un computador (CAD) y un programa especializado que nos permite la confección de férulas que se adaptan con más precisión a la anatomía natural del paciente lo que nos ayuda a garantizar una oclusión estable y funcional durante su uso nocturno.

¿La férula mostro resistencia adecuada durante las pruebas de oclusión?

La resistencia de la férula frente a las fuerzas masticatorias es unos de los puntos más importantes para la evaluación de calidad de este dispositivo y su viabilidad a largo plazo. En esta pregunta la respuesta fue positiva y se señala que este aparato supero las pruebas de

oclusión realizadas por el especialista, confirmando que el material y el diseño fueron totalmente adecuadas a las necesidades del paciente bruxista.

Esta prueba nos permitió comprobar cómo se comporta la férula cuando se somete a fuerzas directas e indirectas generadas durante el apretamiento de los dientes diurno y nocturno, estas fuerzas suelen ser intensas y repetitivas, por lo que este aparato debe ser capaz de absorber las fuerzas de masticación sin presentar fracturas, ni deformaciones.

Este nivel de resistencia se logra gracias a los materiales como las resinas especializadas utilizados para la impresión de 3D. posee un módulo de elasticidad adecuado para absorber el impacto oclusal sin quebrarse, y al mismo tiempo tiene una dureza necesaria para evitar el desgaste del dispositivo.

¿Recomendaría este protocolo de fabricación en otros casos?

La disposición de un profesional para poder recomendar un protocolo a otro clínico es un indicador significativo de su efectividad, por su confianza generada durante su uso. En este caso la respuesta de odontólogo fue positiva y valida el uso de la férula fabricada mediante forma digital 3D ya que no solo sus resultados funcionaron sino también por la claridad del proceso en cada una de sus fases.

Recomendar un protocolo no es una decisión tomada a la ligera por un especialista, implica que ha cumplido con varios parámetros que el clínico dio, como la precisión y ajuste, la calidad del material y sobre toda la adaptación sin necesidad de ajustes adicionales. Todo esto sugiere que el tratamiento no solo fue eficaz, sino que también podría replicarse con resultados similares en otros pacientes.

¿Qué ventajas identifica en el uso de férulas 3D frente al método convencional?

Respuesta escrita:

"Anula la tensión muscular tanto en músculos de cara, cuello y oído. Reduce dolor y

molestias en la ATM. Mejora la calidad del sueño. Reduce los movimientos mandibulares durante el sueño (fase REM del sueño).”

esta respuesta hace observaciones clínicas qué reflejan de una forma clara y concisa los beneficios que puede generar una férula oclusal impresa en 3D a diferencia de métodos tradicionales. se trata de una interpretación directa del profesional por la validación de sus experiencias para ayudar a mejorar la calidad de vida del paciente.

El alivio de las tensiones musculares tanto como en el cuello como en otras regiones de la cara se relaciona a la capacidad del aparato de distribuir las fuerzas sociales. Gracias a un diseño preciso que genera contactos continuos con el antagonista y a los movimientos mandibulares de una manera armónica.

Por otro lado, la disminución de dolor de las articulaciones tempo mandibulares (ATM) unas consecuencias directas de la correcta aplicación de una férula qué ayuda a la estabilidad interoclusal

¿Qué aspectos sugiere mejorar en el protocolo o en la fabricación?

Respuesta escrita:

“Utilizando un escáner intraoral se podría tener una mejor adaptación en uso de usuario con bordes optimizados y reducir el tiempo de entrega de la placa.”

La respuesta planteada por el profesional aplica puntos claves para la realización de un protocolo clínico actual, la implementación directa de instrumentos tecnológicos ayuda como punto de partida a la fabricación y diseño de férulas. Aunque el tratamiento realizado ha sido exitoso Se observa potencial del manual para poder hacer mejoras continuas.

El uso de escáneres tanto como de mesa o intraoral captura los detalles mínimos de la morfología dentaria, lo cual eso repercutirá al momento de la adaptación de la férula, esta

precisión se traduce a una mejor necesidad de realizar ajustes posteriores, una mejor conformidad al paciente.

4.2.Interpretación y discusión de resultados

4.2.1. Comparación entre férula digital y método convencional

En el ámbito de la aparatología dental, el desarrollo tecnológico ha transformado notablemente en cuanto a la elaboración de férulas oclusales. En el pasado su fabricación de la realizaba de forma convencional, hoy en día el uso de tecnología digital ha permitido alcanzar mayores niveles sobre todo en precisión y personalización.

4.2.2. Férulas convencionales

El proceso tradicional nos indica que debemos tomar impresiones físicas utilizando materiales como alginato y cubetas de impresión. Se procede al vaciado en yeso y se confecciona la férula con acrílico, mediante técnicas como el termoformado, presión. El proceso manual puede presentar fallas o distorsiones como burbujas durante el vaciado, además de estar fuertemente condicionado por la destreza del técnico (Zarb et al.,2014).

Adicionalmente, los tiempos de elaboración suelen ser más prolongados lo que puede requerir varias sesiones clínicas para reparaciones o ajustes. Teniendo en cuenta la necesidad de conservar físicamente los modelos de trabajo, lo que conlleva un aumento en costos operativos a largo plazo (Rufenacht,2010)

4.2.3. Férulas digitales

Por otro lado, la tecnología digital introdujo el uso de escáneres intraorales, los cuales pueden capturar arcadas dentales sin necesidad de impresión, lo cual ha mejorado la experiencia de paciente reduciendo así los errores comunes del método convencional. A través del sistema CAD (Diseño Asistido por Computadora), donde se diseña la férula con

mayor exactitud, y mediante el CAM (Fabricación Asistida por Computadora), este se produce en resina o mecaniza a partir de materiales biocompatibles (Kohorst et al.,2020).

La principal ventaja del flujo digital se destaca la alta precisión en el ajuste, un mejor control en el grosor y el diseño oclusal, reducción del tiempo clínico y la posibilidad de almacenar digitalmente los modelos, esto facilitará la reproducción futura de la férula en caso de ser necesario (AlHelal et al.,2019).

4.3.Ventajas y desventajas entre lo digital y lo convencional

4.3.1. Ventajas método digital

Tiene una alta precisión gracias el escaneo intraoral y diseño CAD, no se usan cubetas ni materiales de impresión evitando así molestias, su diseño y fabricación son rápidos debido a los flujos digitales, el archivo digital puede guardarse y ser reutilizado si se pierde la férula, es de fácil integración con el historial clínico digital del paciente.

4.3.2. Ventaja método convencional

Puede tener precisión, aunque puede haber distorsión en las impresiones o modelos, puede generar arcadas incluso incomodidad por el uso de cubetas y alginato, el proceso es más lento por etapas manuales esto quiere decir impresión, vaciado, recorte, pulido. En caso de rehacer la férula esto implica repetir todo el proceso desde cero, en cuanto al control del diseño es limitado al trabajo manual del técnico dental, los trabajos solo se guardan físicamente o registros en papel.

4.3.3. Desventajas método digital

Costos iniciales una fuerte inversión en el escáner intraoral, software y fresadora o impresora 3D, requiere de formación técnica ya que necesita capacitación para manejar el software CAD y equipos digitales, limitaciones clínicas con pacientes que tengan una

abertura pequeña de la boca, no todos los laboratorios cuentan con tecnología digital, posibles fallos con el software esto hace que afecte el flujo de trabajo

4.3.4. Desventajas del método convencional

Una de las principales desventajas es la posibilidad de errores durante las distintas etapas del proceso manual. Desde la toma de impresiones con alginato, el vaciado con yeso, hasta el ajuste final de la férula, puede haber presencia de burbujas, un fraguado deficiente hasta errores de articulación. Estos errores pueden afectar al ajuste oclusal, lo que disminuye la eficiencia del tratamiento contra el bruxismo y puede generar molestias hacia el paciente. Además, si se pierde el modelo o se daña la férula, se debe repetir el proceso desde cero, lo que implicaría más tiempo y recursos.

La formación en aparatología dental implica dominar tanto método tradicional como digitales, lo cual permite adaptarse a los recursos disponibles en el entorno clínico o de laboratorio, y al mismo tiempo, adquirir un criterio más integral para brindar al profesional una atención adecuada conforme a la necesidad y a las capacidades tecnológicas del lugar.

4.4.Matriz de procesos

Una matriz de proceso es una herramienta metodológica que organiza y visualiza de forma estructurada las etapas, actividades y elementos clave de un estudio. Actúa como una representación esquemática que ayuda a garantizar la coherencia entre los objetivos, las hipótesis, la clave y la metodología del proyecto que se está planificando, y también sirve como guía durante la investigación. La coherencia a menudo se da por sentada en la presentación de la investigación, pero es esencial para la validez, la fiabilidad y la comprensión de la investigación para el público. Una matriz de proceso es una forma de garantizar la coherencia y, por lo tanto, contribuye a la validez y la fiabilidad de la investigación. Además de estas funciones esenciales, una matriz de proceso también puede

ayudar a identificar los componentes clave de la investigación y servir como un práctico recordatorio de los mismos.

Tabla 5. Matriz de procesos

N.º	Etapa del Proceso	Descripción	Responsable	Observaciones
1	Toma de impresiones superiores e inferiores	Captura precisa de las arcadas dentales utilizando materiales de impresión adecuados para obtener modelos detallados.	Odontólogo	Asegurar la ausencia de burbujas o distorsiones en las impresiones.
2	Toma de registro de mordida	Registro de la relación oclusal del paciente para garantizar un ajuste correcto de la férula.	Odontólogo	Utilizar materiales que permitan una reproducción fiel de la mordida.
3	Revisión de impresiones	Evaluación de la calidad de las impresiones tomadas, identificando posibles errores o distorsiones.	Odontólogo / Técnico	Repetir la toma si se detectan imperfecciones significativas.
4	Vaciado de modelos	Vertido de yeso o material equivalente en las impresiones para obtener modelos físicos de las arcadas.	Técnico de laboratorio	Utilizar materiales de alta precisión para evitar deformaciones.
5	Montaje de modelos	Colocación de los modelos en un articulador para simular la relación mandibular del paciente.	Técnico de laboratorio	Asegurar una correcta alineación según el registro de mordida.
6	Escaneo de modelos	Digitalización de los modelos físicos mediante escáner 3D para obtener archivos digitales precisos.	Técnico de laboratorio	Verificar la calidad de los escaneos y corregir posibles errores de malla.

7	Creación de una orden de trabajo en Exocad	Ingreso de los datos del paciente y especificaciones del caso en el software Exocad para iniciar el diseño digital.	Técnico de laboratorio	Incluir detalles como tipo de férula, material y preferencias del clínico.
8	Selección de material	Elección del material adecuado para la fabricación de la férula, considerando factores como biocompatibilidad y resistencia.	Odontólogo / Técnico	Consultar con el proveedor sobre las propiedades del material seleccionado.
9	Inserción de los modelos al Exocad	Importación de los archivos digitales de los modelos escaneados al software Exocad para su manipulación y diseño.	Técnico de laboratorio	Confirmar la correcta orientación y escala de los modelos en el software.
10	Articulación digital de los modelos de trabajo	Simulación de la relación oclusal en el entorno digital para planificar el diseño de la férula.	Técnico de laboratorio	Utilizar el articulador virtual de Exocad para una representación precisa.
11	Elaboración de la férula digital	Diseño de la férula en el software, ajustando parámetros como grosor, extensión y superficie oclusal según las necesidades del paciente.	Técnico de laboratorio	Seguir las guías clínicas y preferencias del odontólogo tratante.
12	Corrección de puntos de contacto	Revisión y ajuste de los contactos oclusales en el diseño digital para asegurar una distribución equilibrada de las fuerzas masticatorias.	Técnico de laboratorio	Utilizar herramientas de análisis oclusal en el software para identificar y corregir interferencias.
13	Fresado de la férula digital	Fabricación física de la férula mediante fresado en una máquina CNC, utilizando el material previamente seleccionado.	Técnico de laboratorio	Asegurar que la máquina esté calibrada y que las herramientas estén en buen estado.

14	Férula digital terminada	Inspección final de la férula fabricada, verificando su ajuste, acabado y calidad antes de la entrega al paciente.	Odontólogo / Técnico	Realizar pruebas de ajuste en el modelo y, si es posible, en la boca del paciente antes de la entrega final.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El desarrollo de un protocolo para la realización de una férula oclusal 3D, resulto ser una medida muy viable por su eficiencia y clínicamente ayudo a la reducción de los síntomas del bruxismo. La realización de la férula digital que se realizó permite una mayor precisión, comodidad y funcionalidad de la férula, con una adaptación totalmente personalizada a las necesidades anatómicas y fisiológicas del paciente. La combinación de tecnología del escáner de mesa y el software(CAD) que nos ayuda a realizar el diseño digital, como la resina biocompatible que es utilizada la fabricación de la férula 3D redujo significativamente los errores que podrían cometer los seres humanos a comparación de utilizar métodos tradicionales, optimizando el tiempo de elaboración y de entrega, haciendo una gran evidencia que estos métodos son completamente recomendables para la práctica de los laboratorios dentales elevando aún más los estándares de calidad y satisfacción de los pacientes como de los odontólogos.

Se comprobó la resina biocompatible utilizadas para la fabricación de la férula digital 3D ofrecieron unas ventajas superiores a frente de materiales utilizados por el método tradicional como lo es el acrílico. Entre sus ventajas más evidentes que se pudieron apreciar resalta su resistencia al desgaste y su estabilidad ante las cargas oclusales que el paciente puede ejercer, haciendo que el paciente tenga una tolerancia más prolongada al contacto de dicho material. La especialista califico al material como ¨Excelente¨, haciendo énfasis en la durabilidad, estética y el confort del paciente, lo cual influye directamente a la eficacia del tratamiento.

El software Exo-cad es una herramienta clave para la composición de la férula digital logrando una personalización altamente precisa y funcional para el paciente. Haciendo que este programa haga simulaciones de las relaciones oclusales y así poder corregir puntos de contacto como también controlar el grosor y extensión de la férula, teniendo una mejor adaptación al paciente a sus necesidades específicas. La utilización de herramientas digitales facilito el trabajo de colaboración entre la clínica y el laboratorio, logrando así una disminución considerable en los tiempos del clínico como en la calidad de los resultados.

En conclusión, la incorporación de la tecnología tanto como en el laboratorio con en el consultorio nos ayudó a evidenciar unos beneficios relevantes en términos de una precisión diagnostica, eficacia de producción. El uso de escáneres de mesa como el uso de software especializados optimismo el flujo de trabajo volviéndolo más preciso hasta la realización final de la férula. La Doctora confirmo la efectividad de este protocolo y recomiendo el mismo para futuros casos clínicos. Este resultado demuestra que, aunque la barrera económica exista la innovación de técnicas como de tecnología deben ser implementadas progresivamente haciendo una transformación a la atención odontológica como al laboratorio dental.

Recomendaciones

Para futuras implementaciones de protocolo de fabricación de férulas digitales 3D, se sugiere ir integrando tecnologías desde las fases iniciales, como es el caso del escaneo intraoral y modelos impresos de alta precisión. Permitiendo poder captar con la fidelidad de las impresiones la morfología dentaria de los pacientes y reducir la probabilidad de errores en su adaptación o confección para así evitar ajustes posteriores a la colocación de la férula. Un uso continuo de flujo digital cerrado entre el laboratorio y la clínica van a favorecer una mayor trazabilidad de cada caso, optimizando tiempos de producción y mejorando la experiencia del paciente.

Asimismo, se recomienda hacer un análisis de los materiales nuevos que sean biocompatibles especialmente diseñados para poder soportar cargas funcionales en pacientes bruxistas. La correcta elección de un material puede influir en la longevidad de las piezas dentales del paciente como también influir en gran manera a la comodidad y estética de dicho dispositivo, además de influir a la disminución de fracturas y deformaciones por el tiempo de uso.

Finalmente, se recomienda hacer una documentación de forma sumamente detallada de los casos de los clínicos que sean exitoso y hacer un repositorio institucional de diseños y protocolos, lo que favorecería su difusión como una buena práctica, dentro de los entornos académicos y profesionales. Difundir los resultados entre los técnicos y odontólogos haciendo más accesible la eficacia y claridad terapéutica.

REFERENCIAS

Álvarez, J., & Vélez, R. (2021). Bruxismo: diagnóstico y tratamiento en odontología. Editorial Universitaria.

Checa, F. (2024). Férulas Oclusales impresas en 3D. Universidad Nacional de Chimborazo, 61.

Erazo, V. (2022). El diseño, la manufactura y análisis asistido por computadora (CAD/CAM/CAE) y otras técnicas de fabricación digital en el desarrollo de productos en América Latina. Información tecnológica, 297-308.

Gómez, F., & Salazar, M. (2023). Impacto del bruxismo en la salud dental y mandibular. Revista de Odontología, 45(2), 80-95.

Gómez, J., & Salazar, M. (2023). Trastornos de la masticación y su relación con el bruxismo. Editorial Médica.

Hidalgo, S., Mora, M., & Bernardo, R. (2021). Efecto de las férulas oclusales en la disfunción Temporomandibar: Revisión Sistemática. AVANCES EN ODONTOESTOMATOLOGÍA, 67-77.

Lavigne, G. J., Khoury, S., & Abe, S. (2018). Bruxism: Impact of sleep disorders and general health. Journal of Oral Rehabilitation, 45(10), 863-877.

Lavigne, G., et al. (2018). The relation between sleep disorders and bruxism. Sleep Medicine Reviews, 23(1), 65-72.

Lobbezoo, F., Ahlberg, J., & Manfredini, D. (2018). Management of bruxism. Journal of Clinical Sleep Medicine, 14(8), 1347-1356.

Lobbezoo, F., Ahlberg, J., Raphael, K. G., Wetselaar, P., Glaros, A. G., Kato, T., ... & Manfredini, D. (2018). International consensus on the assessment of bruxism: Report of a work in progress. Journal of Oral Rehabilitation, 45(11), 837-844. https://doi.org/10.1111/joor.12663

Lobbezoo, F., et al. (2018). Stress and bruxism: A review. Journal of Clinical Sleep Medicine, 14(3), 314-321.

López, A., Rodríguez, M., & Fernández, L. (2019). Bruxismo nocturno: prevalencia y síntomas en adultos. Journal of Clinical Dentistry, 35(1), 112-118.

López, M., & Ramírez, J. (2020). *Bruxismo y su impacto en la salud oral*. Editorial Odontológica Ecuatoriana.

Manfredini, D., & Lobbezoo, F. (2013). Bruxism and its association with temporomandibular disorders. Journal of Oral Rehabilitation, 40(6), 475-485.

Martínez, L., & Rodríguez, C. (2021). Efectos del bruxismo en la salud oral. Editorial Médica Hispanoamericana.

Martínez, R., & Pérez, L. (2019). *Bruxismo: Diagnóstico y tratamiento basado en evidencia científica*. Editorial Odontológica Ecuatoriana.

Pérez, M., García, P., & Hernández, V. (2022). Trastornos temporomandibulares: un enfoque integral del bruxismo. Revista Odontológica, 28(3), 150-160.

Pérez, M., García, P., & Hernández, V. (2022). Bruxismo y sus repercusiones: Una revisión de la literatura. Revista Odontológica, 28(3), 150-160.

Pérez, S., et al. (2022). The role of sleep disorders in the development of bruxism. Journal of Sleep Disorders, 7(2), 85-92.

Rodríguez, L., Jiménez, A., & González, M. (2020). Desgaste dental y trastornos relacionados con el bruxismo. Journal of Dental Research, 55(6), 32-40.

Rodríguez, J., Salazar, E., & Gómez, M. (2020). Tratamientos farmacológicos en el manejo del bruxismo. Revista de Medicina Oral, 15(2), 88-95.

Saavedra, J., & Balarezo, J. (2014). Férulas oclusales. Revista Estomatológica Herediana.

Santamaria, C. (2022). Influencia de las férulas oclusales en el tratamiento del bruxismo en pacientes de la clínica diseño dental Chiclayo 2021. Universidad Alas Peruanas, 55.

Damian, A., Ordoñez, M., & Rivera, K. (2023). *Revisión de materiales para impresión en 3D* [Universidad Cayetano Heredia]. https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/14005/Revision_DamianAsmat_Alexandra.pdf?sequence=6&isAllowed=y

Gallardo, E. (2017). *Metodología de la Investigación* (Universidad Continental, Vol. 1). http://repositorio.continental.edu.pe/

Hernández, C., & Sampieri, P. (2014). *Metodologia de la investigacion* (Vol. 4). https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Metodologia-de-la-Investigaci%C3%83%C2%B3n_Sampieri.pdf

Junior, M. A. C., & Vouillat, S. E. (2024). Metodología de la Investigación: Del tema a la publicación de los datos. *Revista Ciências Humanas*, *17*(1), Article 1. https://doi.org/10.32813/2179-1120.2024.v17.n1.a976

AlHelal, A., AlRumaih, H. S., AlThobiani, M., AlMofleh, A., & AlShahrani, M. (2019). **Comparison between conventional and digital occlusal splints: A clinical pilot study**. *Journal of Prosthodontics*, *28*(7), 755–760. https://doi.org/10.1111/jopr.13048

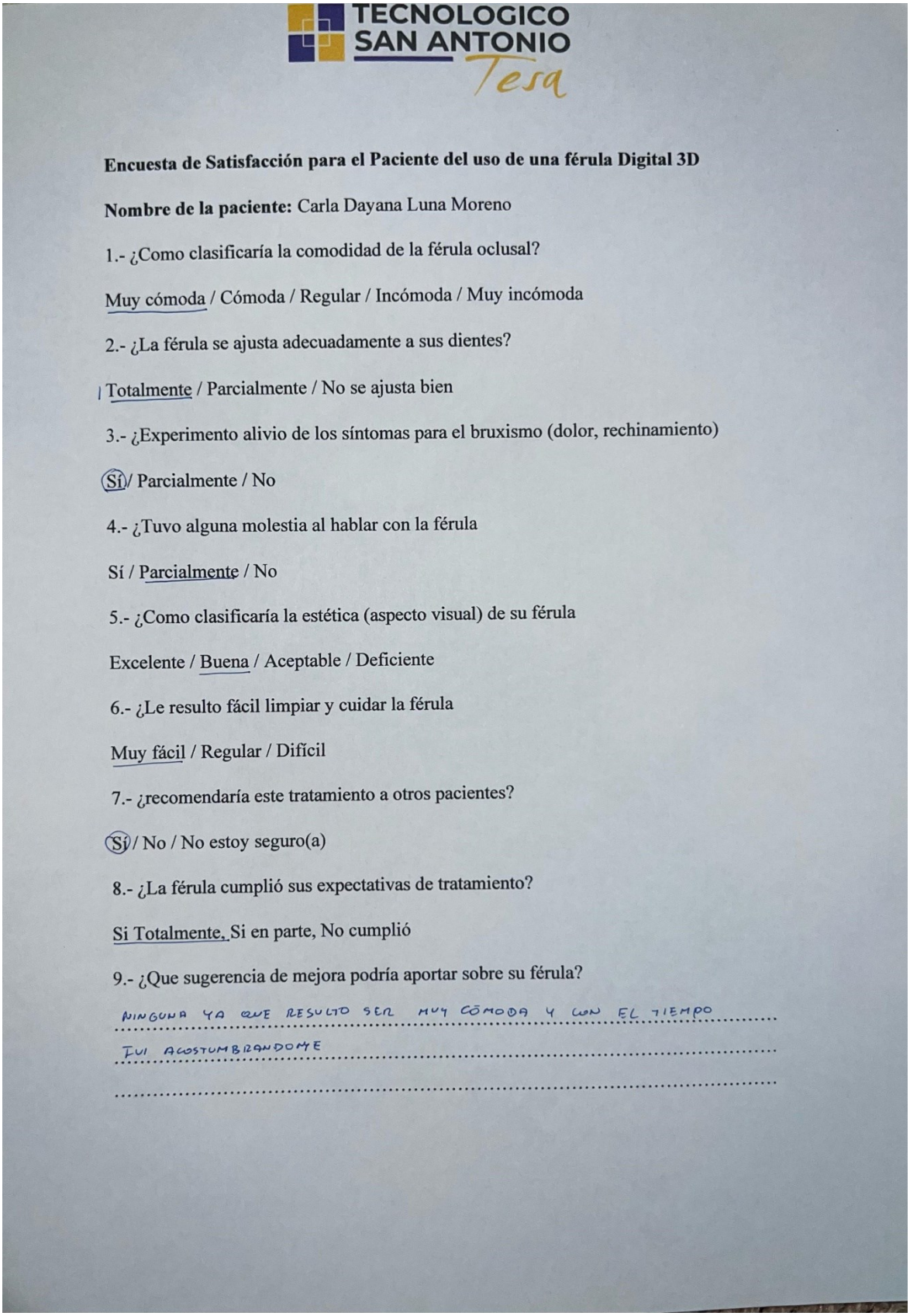
Kohorst, P., Brinkmann, H., Dittmer, M. P., Borchers, L., & Stiesch, M. (2020). **CAD/CAM fabricated occlusal splints for the treatment of bruxism or temporomandibular disorders**. *Dental Materials Journal*, *39*(2), 123–129. https://doi.org/10.4012/dmj.2019-087

Rufenacht, C. R. (2010). *Prótesis dental avanzada: Función y estética en armonía*. Quintessence Publishing.

Zarb, G. A., Hobkirk, J., Eckert, S., & Jacob, R. (2014). *Prótesis sobre implantes: Principios y prácticas* (5.ª ed.). Elsevier Health Sciences.

ANEXO A

Figura 17.Encuestas de satisfacción



TECNOLOGICO SAN ANTONIO Tesa

Encuesta de Satisfacción para el Paciente del uso de una férula Digital 3D

Nombre de la paciente: Carla Dayana Luna Moreno

1.- ¿Como clasificaría la comodidad de la férula oclusal?

Muy cómoda / Cómoda / Regular / Incómoda / Muy incómoda

2.- ¿La férula se ajusta adecuadamente a sus dientes?

Totalmente / Parcialmente / No se ajusta bien

3.- ¿Experimento alivio de los síntomas para el bruxismo (dolor, rechinamiento)

Sí / Parcialmente / No

4.- ¿Tuvo alguna molestia al hablar con la férula

Sí / Parcialmente / No

5.- ¿Como clasificaría la estética (aspecto visual) de su férula

Excelente / Buena / Aceptable / Deficiente

6.- ¿Le resulto fácil limpiar y cuidar la férula

Muy fácil / Regular / Difícil

7.- ¿recomendaría este tratamiento a otros pacientes?

Sí / No / No estoy seguro(a)

8.- ¿La férula cumplió sus expectativas de tratamiento?

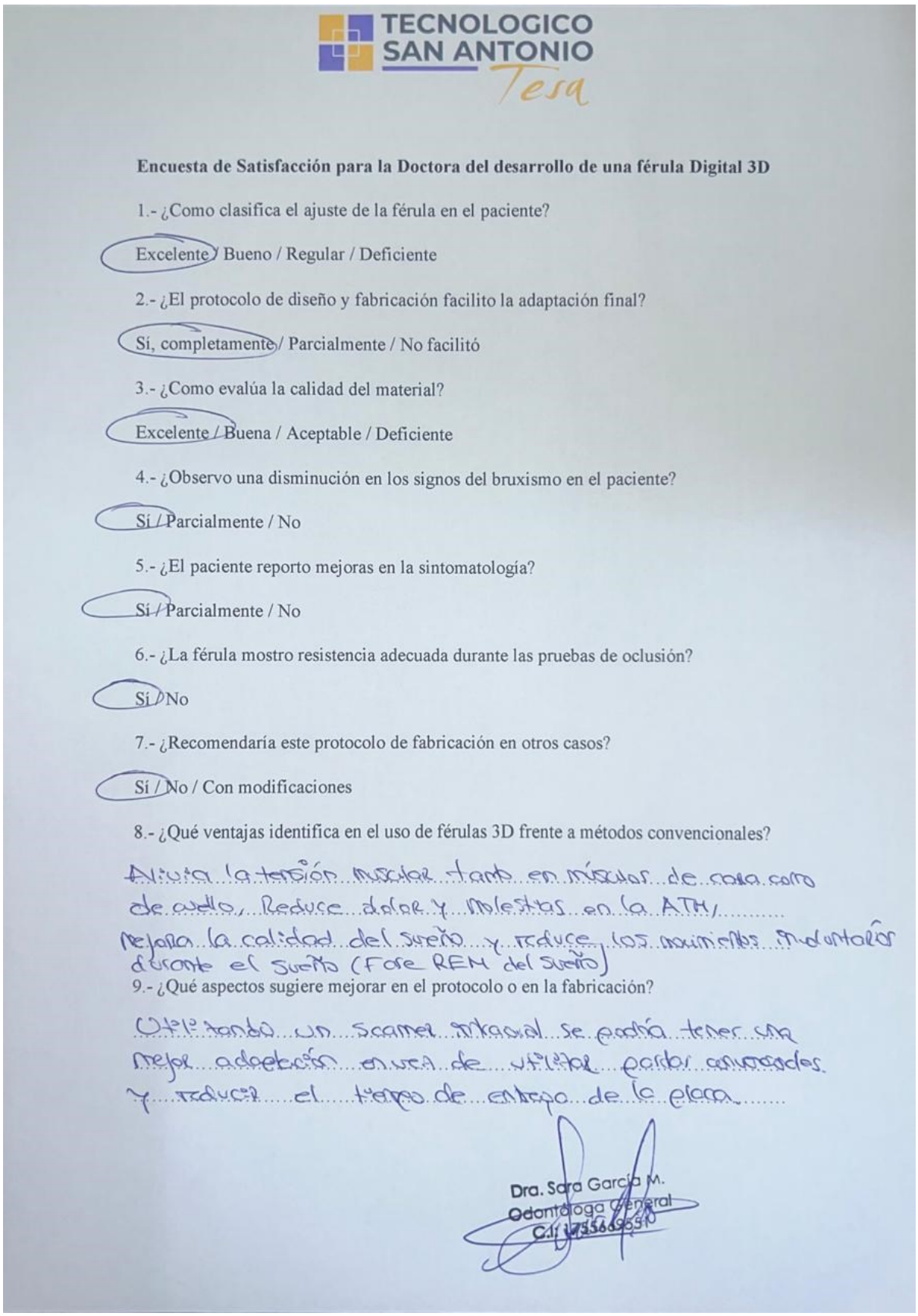
Si Totalmente, Si en parte, No cumplió

9.- ¿Que sugerencia de mejora podría aportar sobre su férula?

NINGUNA YA QUE RESULTO SER MUY CÓMODA Y CON EL TIEMPO FUI ACOSTUMBRANDOME

ANEXO B

Figura 18. Encuesta de evaluación por parte del odontólogo



TECNOLOGICO SAN ANTONIO Tesa

Encuesta de Satisfacción para la Doctora del desarrollo de una férula Digital 3D

1.- ¿Como clasifica el ajuste de la férula en el paciente?

Excelente / Bueno / Regular / Deficiente

2.- ¿El protocolo de diseño y fabricación facilito la adaptación final?

Sí, completamente / Parcialmente / No facilitó

3.- ¿Como evalúa la calidad del material?

Excelente / Buena / Aceptable / Deficiente

4.- ¿Observo una disminución en los signos del bruxismo en el paciente?

Sí / Parcialmente / No

5.- ¿El paciente reporto mejoras en la sintomatología?

Sí / Parcialmente / No

6.- ¿La férula mostro resistencia adecuada durante las pruebas de oclusión?

Sí / No

7.- ¿Recomendaría este protocolo de fabricación en otros casos?

Sí / No / Con modificaciones

8.- ¿Qué ventajas identifica en el uso de férulas 3D frente a métodos convencionales?

Alivia la tensión muscular tanto en músculos de cara como de cuello, Reduce dolor y molestias en la ATM, mejora la calidad del sueño y reduce los movimientos mandibulares durante el sueño (Fase REM del sueño)

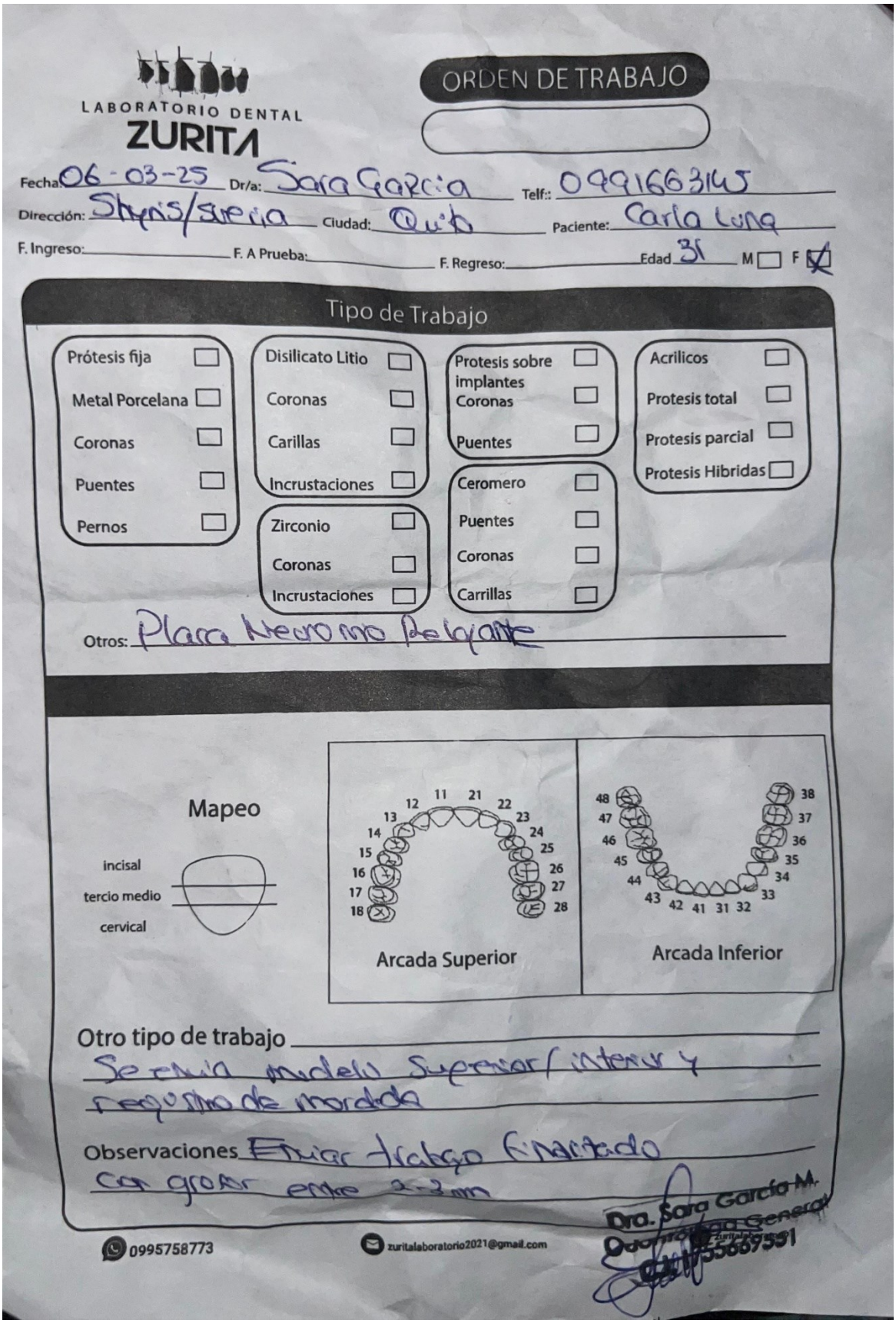
9.- ¿Qué aspectos sugiere mejorar en el protocolo o en la fabricación?

Utilizando un scanner intraoral se podría tener una mejor adaptación en vez de utilizar pastas asentadas y reducir el tiempo de entrega de la placa.

Dra. Sara García M.
Odontóloga General
C.I: [illegible]

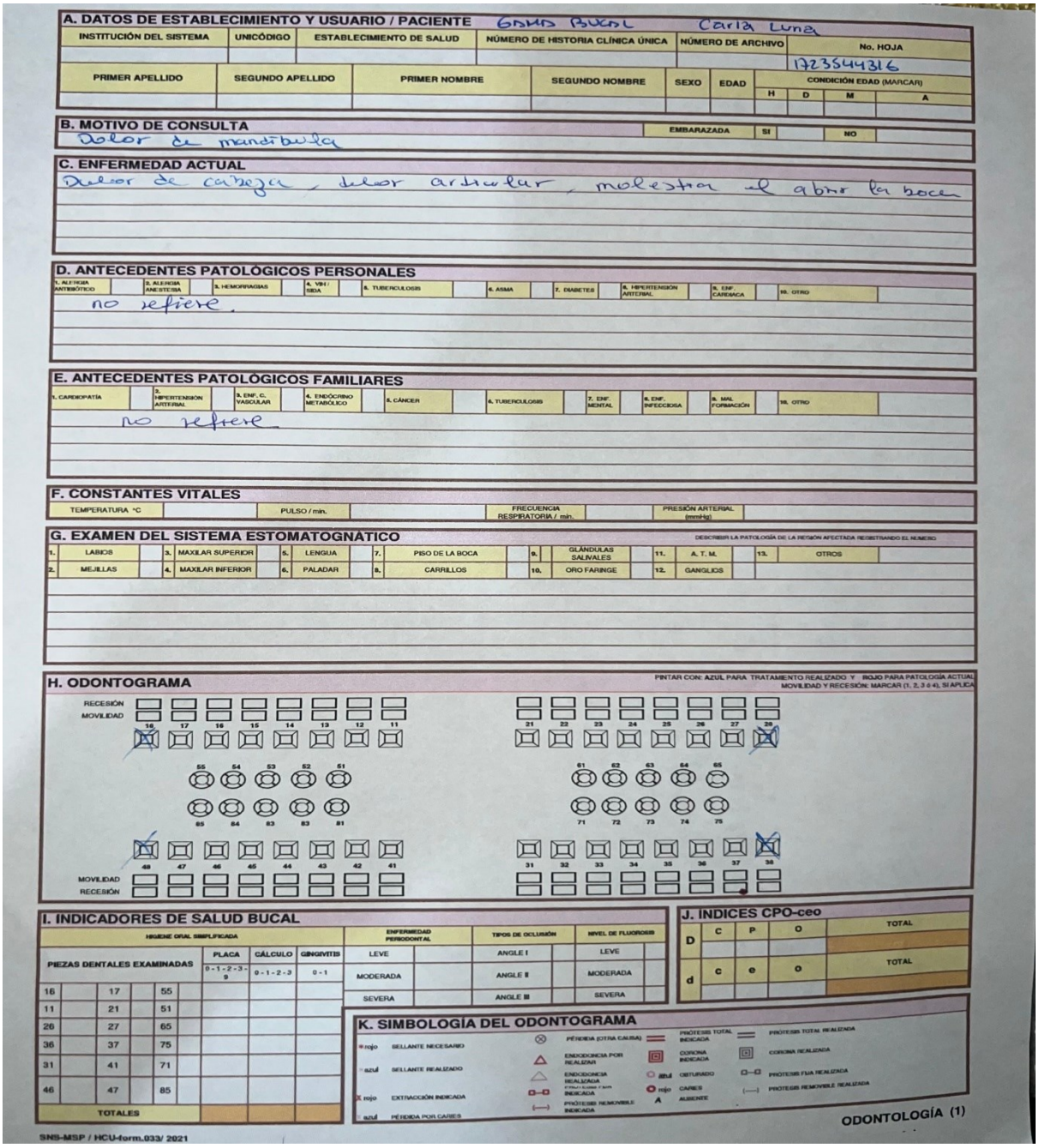
ANEXO C

Figura 19. Orden de trabajo



ANEXO D

Figura 20. Historia clínica



A. DATOS DE ESTABLECIMIENTO Y USUARIO / PACIENTE — GDMD BUCAL — Carla Luna

INSTITUCIÓN DEL SISTEMA | UNICÓDIGO | ESTABLECIMIENTO DE SALUD | NÚMERO DE HISTORIA CLÍNICA ÚNICA | NÚMERO DE ARCHIVO | No. HOJA

1723544316

PRIMER APELLIDO | SEGUNDO APELLIDO | PRIMER NOMBRE | SEGUNDO NOMBRE | SEXO | EDAD | CONDICIÓN EDAD (MARCAR): H D M A

B. MOTIVO DE CONSULTA

Dolor de mandibula

EMBARAZADA: SI NO

C. ENFERMEDAD ACTUAL

Dolor de cabeza, dolor articular, molestia al abrir la boca

D. ANTECEDENTES PATOLÓGICOS PERSONALES

1. ALERGIA ANTIBIÓTICO | 2. ALERGIA ANESTESIA | 3. HEMORRAGIAS | 4. VIH / SIDA | 5. TUBERCULOSIS | 6. ASMA | 7. DIABETES | 8. HIPERTENSIÓN ARTERIAL | 9. ENF. CARDIACA | 10. OTRO

no refiere.

E. ANTECEDENTES PATOLÓGICOS FAMILIARES

1. CARDIOPATÍA | 2. HIPERTENSIÓN ARTERIAL | 3. ENF. C. VASCULAR | 4. ENDÓCRINO METABÓLICO | 5. CÁNCER | 6. TUBERCULOSIS | 7. ENF. MENTAL | 8. ENF. INFECCIOSA | 9. MAL FORMACIÓN | 10. OTRO

no refiere

F. CONSTANTES VITALES

TEMPERATURA °C | PULSO / min. | FRECUENCIA RESPIRATORIA / min. | PRESIÓN ARTERIAL (mmHg)

G. EXAMEN DEL SISTEMA ESTOMATOGNÁTICO

DESCRIBIR LA PATOLOGÍA DE LA REGIÓN AFECTADA REGISTRANDO EL NÚMERO

1. LABIOS | 2. MEJILLAS | 3. MAXILAR SUPERIOR | 4. MAXILAR INFERIOR | 5. LENGUA | 6. PALADAR | 7. PISO DE LA BOCA | 8. CARRILLOS | 9. GLÁNDULAS SALIVALES | 10. ORO FARINGE | 11. A. T. M. | 12. GANGLIOS | 13. OTROS

H. ODONTOGRAMA

PINTAR CON: AZUL PARA TRATAMIENTO REALIZADO Y ROJO PARA PATOLOGÍA ACTUAL
MOVILIDAD Y RECESIÓN: MARCAR (1, 2, 3 ó 4), SI APLICA

RECESIÓN / MOVILIDAD

18 17 16 15 14 13 12 11 | 21 22 23 24 25 26 27 28

55 54 53 52 51 | 61 62 63 64 65

85 84 83 82 81 | 71 72 73 74 75

48 47 46 45 44 43 42 41 | 31 32 33 34 35 36 37 38

MOVILIDAD / RECESIÓN

I. INDICADORES DE SALUD BUCAL

HIGIENE ORAL SIMPLIFICADA

PIEZAS DENTALES EXAMINADAS				PLACA 0-1-2-3-9	CÁLCULO 0-1-2-3	GINGIVITIS 0-1
16	17	55				
11	21	51				
26	27	65				
36	37	75				
31	41	71				
46	47	85				
TOTALES						

ENFERMEDAD PERIODONTAL		TIPOS DE OCLUSIÓN		NIVEL DE FLUOROSIS	
LEVE		ANGLE I		LEVE	
MODERADA		ANGLE II		MODERADA	
SEVERA		ANGLE III		SEVERA	

J. ÍNDICES CPO-ceo

	C	P	O	TOTAL
D				

	c	e	o	TOTAL
d				

K. SIMBOLOGÍA DEL ODONTOGRAMA

rojo SELLANTE NECESARIO
azul SELLANTE REALIZADO
rojo EXTRACCIÓN INDICADA
azul PÉRDIDA POR CARIES
PÉRDIDA (OTRA CAUSA)
ENDODONCIA POR REALIZAR
ENDODONCIA REALIZADA
PRÓTESIS REMOVIBLE INDICADA
PRÓTESIS TOTAL INDICADA
CORONA INDICADA
azul OBTURADO
rojo CARIES
A AUSENTE
PRÓTESIS TOTAL REALIZADA
CORONA REALIZADA
PRÓTESIS FIJA REALIZADA
PRÓTESIS REMOVIBLE REALIZADA

ODONTOLOGÍA (1)

SNS-MSP / HCU-form.033/ 2021

TECNOLÓGICO SAN ANTONIO Tesa

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

TESA

La Dirección de Carrera de Aparatología Dental, certifica que el trabajo de titulación denominado, "Desarrollo de un Protocolo sobre Fabricación de férula oclusal fresada mediante diseño digital para paciente bruxista de sexo femenino de 31 años en la ciudad de Quito, en el año 2025.", presentado por Jerson Danilo Flores Almeida, ha sido sometido a un análisis de similitud mediante la herramienta Turnitin.

El resultado obtenido refleja un 3 % de similitud, porcentaje que se encuentra dentro de los parámetros establecidos por el Instituto Superior Tecnológico San Antonio – TESA, cumpliendo con los criterios de originalidad y autenticidad académica exigidos por la institución.

Quito, 26 de mayo de 2025

FIRMA Y SELLO

Dirección de Carrera

TECNOLÓGICO SAN ANTONIO Tesa

DIRECCIÓN DE CARRERA APARATOLOGÍA DENTAL

TECNOLÓGICO SAN ANTONIO Tesa

CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD

TESA

La Dirección de Carrera de Aparatología Dental, certifica que el trabajo de titulación denominado, "Desarrollo de un Protocolo sobre Fabricación de férula oclusal fresada mediante diseño digital para paciente bruxista de sexo femenino de 31 años en la ciudad de Quito, en el año 2025.", presentado por Carla Dayana Luna Moreno, ha sido sometido a un análisis de similitud mediante la herramienta Turnitin.

El resultado obtenido refleja un 3 % de similitud, porcentaje que se encuentra dentro de los parámetros establecidos por el Instituto Superior Tecnológico San Antonio – TESA, cumpliendo con los criterios de originalidad y autenticidad académica exigidos por la institución.

Quito, 26 de mayo de 2025

FIRMA Y SELLO

Dirección de Carrera

TECNOLÓGICO SAN ANTONIO Tesa
DIRECCIÓN DE CARRERA APARATOLOGÍA DENTAL