



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA

“Férulas Oclusales impresas en 3D”

Trabajo de Titulación para optar al título de Odontólogo

Autor:

Checa Yugsi, Fausto Rene

Tutor:

Dr. Manuel Alejandro León Velastegui

Riobamba, Ecuador. 2024

DERECHOS DE AUTORÍA

Yo, Fausto Rene Checa Yugsi, con cédula de ciudadanía 1750194696, autor (a) (s) del trabajo de investigación titulado: Férulas Oclusales impresas en 3D, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, a la fecha de su presentación.



Fausto Rene Checa Yugsi

C.I: 1750194696

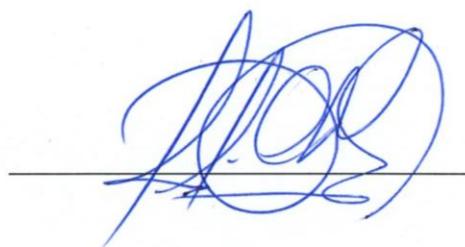
DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado del trabajo de investigación Férulas Oclusales impresas en 3D, presentado por Fausto Rene Checa Yugsi, con cédula de identidad número 1750194696, emitimos el DICTAMEN FAVORABLE, conducente a la APROBACIÓN de la titulación. Certificamos haber revisado y evaluado el trabajo de investigación y cumplida la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a la fecha de su presentación.

Dr. Christian Andrés Cabezas Abad

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



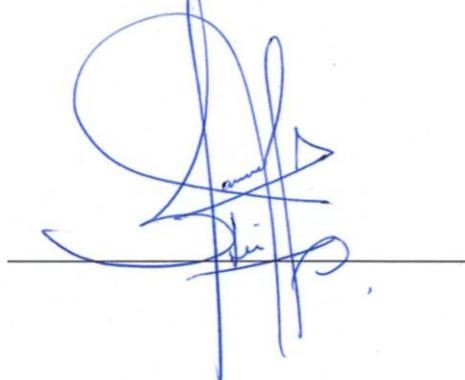
Dr. Cristian Roberto Sigcho Romero

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Dr. Manuel Alejandro León Velastegui

TUTOR



CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación Férulas Oclusales impresas en 3D, presentado por Fausto Rene Checa Yugsi, con cédula de identidad número 1750194696, bajo la tutoría de Dr. Manuel Alejandro León Velastegui; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a la fecha de su presentación.

Presidente del Tribunal de Grado
Dr. Raciél Jorge Sánchez Sánchez



Miembro del Tribunal de Grado
Dr. Christian Andrés Cabezas Abad



Miembro del Tribunal de Grado
Dr. Cristian Roberto Sigcho Romero





Dirección
Académica
VICERRECTORADO ACADÉMICO

en movimiento



SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD

UNACH-RGF-01-04-02.20
VERSIÓN 02: 06-09-2021

CERTIFICACIÓN

Que, **CHECA YUGSI FASUTO RENE** con CC: **175019469-6**, estudiante de la Carrera **ODONTOLOGÍA, NO VIGENTE**, Facultad de **CIENCIAS DE LA SALUD**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado **"FERULAS OCLUSALES IMPRESAS EN 3D"**, cumple con el 5 %, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **TURNITIN**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 15 de noviembre de 2024



Firma digitalizada por:
MANUEL ALEJANDRO
LEÓN VELASTEGUI

Dr. Manuel Alejandro León Velastegui
TUTOR(A) TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

DEDICATORIA

Dedico esta tesis en especial a la persona que siempre confío en mí y me apoyo incondicionalmente, mi madre. A mi padre en el cielo, que siempre me brindó un gran ejemplo como persona y profesional. A mi hermana y mi abuelo, que han alentado cada semestre, quienes me han aconsejado.

A mis profesores quienes fueron mis mentores en este camino. Gracias a su pasión por inculcar conocimientos en mí, me han inspirado a mejorar mis conocimientos día a día. Cada lección aprendida, dejara una huella, por lo que les estoy eternamente agradecido.

A mis amigos y compañeros, quienes han recorrido a mi lado, este hermoso camino que es la Odontología, agradezco a la vida por permitirme conocer a maravillosas personas y futuros colegas.

Por último, dedico esta tesis a todas las personas que tienen un sueño, para que se quiten el miedo y se atrevan a dar el siguiente paso, puesto que son ustedes quienes serán dueños de su destino.

Fausto Rene Checa Yugsi

AGRADECIMIENTO

En el presente trabajo de Titulación, quiero agradecer a Dios en primer lugar por brindarme salud, vida y toda la fuerza para cumplir día a día este sueño tan anhelado.

A la Universidad Nacional de Chimborazo, por permitirme ocupar un lugar en sus instalaciones, brindándome la oportunidad de instruirme con profesionales de renombre. Aptos para enseñar con humildad y cariño a todos los estudiantes.

Agradezco a mis docentes quienes me inculcaron el trabajo duro y el sacrificio con finalidad de mejorar día a día. Quienes con dedicación supieron orientarme en este camino y cuyos conocimientos fueron fundamentales para la elaboración de este trabajo.

Quiero expresar mi profundo agradecimiento al Dr. Manuel León por su apoyo, que sirvió como una guía sólida al atravesar este proceso de titulación. Nada de esto podría haberse logrado sin su conocimiento y apoyo. Por lo que le estoy profundamente agradecido.

Fausto Rene Checa Yugsi

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR Y MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

RESUMEN

ABSTRACT

Capítulo I. Introducción	13
1.1 Introducción.....	13
1.2 Objetivos.....	15
1.2.1 Objetivo general	15
1.2.2 Objetivos específicos	15
Capítulo II. Marco Teórico.....	16
2. Marco Teórico.....	16
2.1 Trastornos temporomandibulares y bruxismo.....	16
2.2 Concepto de férula oclusal.....	16
2.3 Tipos de férulas oclusales.....	16
2.4 Fabricación de férulas, protocolo o especificaciones	18
2.5 Historia de la impresión 3D.....	18
2.6 Concepto de impresión 3D	19
2.7 Comparación entre Férulas fresadas e impresas	19
2.8 Ventajas de las resinas impresas en 3D.....	20
2.9 Aplicaciones contemporáneas y limitaciones del 3D.....	20
2.10 Aplicación del software.....	21
2.11 Materiales de fabricación.....	21
2.11.1 Fabricación aditiva.....	21
2.12 Parámetro de creación de férulas oclusales en 3D	22
2.12.1 Posición.....	22
2.12.2 Tiempo	22
2.12.3 Espesor de capa	22
2.13 Tipos de impresión 3D	22

2.14	Poscurado	22
2.15	Influencia biomecánica del dispositivo	23
2.16	Nuevos métodos de impresión con antimicrobianos	23
2.17	Ventajas y desventajas.....	24
2.18	Perspectiva futura.....	25
2.19	Tecnología que beneficia a la impresión 3d	26
Capítulo III. Metodología.....		27
3.	Metodología.....	27
3.1	Protocolo y Registro.....	27
3.2	Pregunta de Investigación.....	27
3.3	Medidas de Resultado	27
3.4	Criterio de Elegibilidad	27
3.5	Fuentes de información y estrategia de búsqueda.....	27
3.6	Selección de estudios	30
3.7	Extracción de datos	30
Capítulo IV. Resultados y Discusión		32
4.	Resultado y Discusión	32
4.1	Resultados.....	32
4.2	Discusión	48
Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones		50
5.	Conclusiones y recomendaciones	50
5.1	Conclusiones.....	50
5.2	Recomendaciones.....	51
6.	Bibliografía.....	52
7.	Anexos.....	54

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Ecuaciones de búsqueda	29
Tabla 2. Tabla general de categorización por estudio y país.....	33
Tabla 3. Tipos de archivos e impresoras utilizados en impresión 3D	34
Tabla 4. Materiales evaluados en los estudios impresos 3D y su mayor prevalencia.	35
Tabla 5. Materiales usados en un método de elaboración alternativo	36
Tabla 6. Parámetros de impresión en 3D.....	37
Tabla 7. Análisis de enfoques de estudio.	37
Tabla 8. Análisis Estadístico.....	38
Tabla 9. Resultados en cuanto a dureza.....	40
Tabla 10. Resultados al desgaste	41
Tabla 11. Resultado a la flexión	43
Tabla 12. Biocompatibilidad y citotoxicidad.....	43
Tabla 13. Tenacidad y precisión.....	44
Tabla 14. Rugosidad y Crecimiento bacteriano.	44
Tabla 15. Características metodológicas de los estudios	47

RESUMEN

El uso de férulas ha ido en aumento en diversas aplicaciones, como el tratamiento de trastornos de la articulación temporomandibular, bruxismo, apnea obstructiva del sueño, y como prótesis provisionales en rehabilitaciones bucales completas.

El método tradicional para la fabricación de férulas oclusales es muy parecido al de las dentaduras convencionales. Este proceso incluye revestirlas en un frasco, hervirlas en cera y rellenarlas con resina acrílica de polimetilmetacrilato transparente. Se retira el revestimiento, limpian, terminan y pulen. Finalmente, pueden envasarse en frascos para dentaduras postizas utilizando técnicas de moldeado por inyección o compresión. En la última década, la digitalización del laboratorio dental ha permitido la automatización de los procesos de fabricación de férulas oclusales mediante diseño/fabricación asistida por computadora (CAD/CAM), utilizando tecnologías aditivas (impresas en 3D) o sustractivas (fresadas). La tecnología sustractiva se basa en el fresado de férulas a partir de un disco prefabricado de poli (metacrilato de metilo). Para la fabricación de férulas oclusales impresas, el procesamiento digital de luz (DLP) es el sistema de impresión 3D más habitual que emplea estereolitografía, ya que proyecta imágenes utilizando una pantalla que refleja la luz.

Las férulas oclusales impresas en 3D, mostraron un menor desempeño ante sus principales competidores como lo es la técnica sustractiva (fresado), por lo que a día de hoy siguen encontrándose por debajo de otros métodos de elaboración de férulas, son pocas las cualidades en las que destacan sobre otros métodos, se recomienda el análisis exhaustivo de nuevas muestras, elaboradas con nuevos materiales de impresión para su elaboración y evaluación.

Palabras claves: Férulas oclusales, impresión 3D, CAD-CAM, técnica aditiva.

ABSTRACT

Splints have been used in various applications, such as treating temporomandibular joint disorders, bruxism, obstructive sleep apnea, and provisional prostheses in complete dental rehabilitations. The traditional method for manufacturing occlusal splints is similar to conventional dentures. This process includes coating them in a flask, boiling them in wax, and filling them with transparent polymethyl methacrylate acrylic resin. The coating is removed, and the splints are cleaned, finished, and polished. Finally, they can be packaged in denture jars using injection or compression molding techniques. In the last decade, the digitization of dental laboratories has allowed for the automation of occlusal splint manufacturing processes through computer-aided design/manufacturing (CAD/CAM), utilizing additive (3D printed) or subtractive (milled) technologies. The subtractive technology based on milling splints from a prefabricated poly (methyl methacrylate) disk for 3D printed occlusal splints, digital light processing (DLP) is the most common 3D printing system that employs stereolithography, as it projects images using a light-reflecting screen. The 3D-printed occlusal splints have shown lower performance than their main competitors, such as the subtractive technique (milling). As a result, they still need to catch up with other splint manufacturing methods. There are few qualities in which they excel over other methods, and a thorough analysis of new samples made with new printing materials is advisable for their production and evaluation.

Keywords: Occlusal splints, 3D printing, CAD-CAM, additive technique.



Firmado electrónicamente por:
JESSICA MARIA
GUARANGA LEMA

Reviewed by:

Mgs. Jessica María Guaranga Lema

ENGLISH PROFESSOR

C.C. 0606012607

Capítulo I. Introducción

1.1 Introducción

Una férula oclusal, también conocida como férula de mordida o férula ortopédica, es un dispositivo intraoral removible y versátil que se puede utilizar tanto para tratamientos terapéuticos como para evaluar una nueva dimensión vertical antes de una rehabilitación dental completa. Su eficacia ha sido comprobada en la reducción del dolor y en la mejora de la movilidad mandibular. El diseño de la férula oclusal determina su función, y según las indicaciones clínicas, puede variar desde un dispositivo que cubre parcialmente hasta uno que abarca todas las superficies oclusales, o incluso diseños más complejos que incorporan rampas o indentaciones oclusales. (1)

El uso de férulas o dispositivos similares ha ido en aumento en diversas aplicaciones, como el tratamiento de trastornos de la articulación temporomandibular, el bruxismo, la apnea obstructiva del sueño, y como prótesis provisionales en rehabilitaciones bucales completas. También se han popularizado los aparatos para braquiterapia en tiempos recientes. (2)

Los trastornos temporomandibulares (TTM) son un grupo de patologías y problemas asociados con alteraciones en la estructura, función o fisiología del sistema masticatorio. Los tratamientos para los TTM abarcan modalidades oclusales (como férulas, ortodoncia y análisis oclusal) y, recientemente, se están orientando hacia enfoques mínimamente invasivos o no invasivos, que incluyen asesoramiento, psicoterapia, fisioterapia, medicación y terapia oclusal. (1)

Otra patología que requiere el uso de férulas oclusales es el bruxismo, donde se sugiere que estos dispositivos intraorales alivian los síntomas, junto con farmacoterapia, estrategias conductuales y fisioterapia. De este modo, las férulas oclusales se emplean para prevenir el desgaste dental y facilitar la relajación muscular. (3)

La prevalencia de los trastornos de la articulación temporomandibular (TTM) oscila entre el 5 y el 12%. Estos trastornos son más comunes en jóvenes y se presentan al menos el doble de veces en mujeres que en hombres. Se han propuesto diversos tratamientos para los TTM, incluyendo la terapia con férula oclusal, ajuste oclusal, farmacoterapia, acupuntura, cirugía, fisioterapia, terapia de masajes, biorretroalimentación, terapia cognitivo-conductual y manejo del estrés. La terapia con férula oclusal se considera el estándar de oro para el tratamiento de TTM y ha demostrado ser efectiva en el 70-90% de los casos sintomáticos. Su mecanismo de acción se basa en inducir la relajación muscular al interrumpir el ciclo de contracción refleja neuromuscular en pacientes con hábitos parafuncionales. Además, protegen los dientes del movimiento y desgaste provocados por el bruxismo, distribuyen las fuerzas oclusales sobre los dientes y ayudan a reposicionar los cóndilos y la mandíbula en una relación céntrica.

Mechanical and (4)

Un estudio ha revelado que más del 5% de la población presenta síntomas clínicos asociados con los trastornos de la articulación temporomandibular (TTM). Otros estudios también indican que la incidencia del bruxismo en la población general puede alcanzar hasta un 8-10%, lo que hace que el uso de férulas oclusales sea la solución inmediata preferida. Existen diferentes métodos para fabricar férulas oclusales, que incluyen técnicas convencionales, técnicas sustractivas (como el fresado) y técnicas aditivas (como la impresión 3D). (5)

El diccionario de Oxford define la impresión 3D como “el proceso de crear un objeto físico a partir de un 'archivo de modelo digital' 3D mediante la colocación de capas delgadas sucesivas de un material”. Los dentistas están familiarizados con la fabricación sustractiva tradicional, que consiste en eliminar material de un bloque para formar un objeto usando herramientas como tornos y fresadoras. (5)

Un ejemplo de esto es el tallado de un bloque de cera para crear un diente en el curso de laboratorio preclínico de pregrado. Sin embargo, este método presenta desventajas, como la dificultad para reproducir objetos complejos y el desperdicio de material. Por ello, surgió la fabricación aditiva, que consiste en añadir material capa por capa para construir el objeto 3D. Esta tecnología permite crear piezas tridimensionales a partir de modelos de diseño asistido por ordenador (CAD), añadiendo materiales de forma sucesiva hasta formar el objeto físico. (5)

Un proceso de impresión 3D inicia con la carga de un modelo CAD en un software específico para prepararlo para la impresión. Según la tecnología empleada por la impresora 3D, la impresión puede llevarse a cabo capa por capa utilizando resina solidificada o polvo de sinterización. (2)

Este paso requiere una estación de trabajo con computadora para configurar el trabajo de impresión, una bandeja de construcción para fabricar el modelo y materiales aptos para impresión 3D. Estas impresoras pueden utilizar un láser para curar resina líquida y crear un objeto, o fusionar pequeñas partículas de polvo metálico a altas temperaturas para construir piezas, generando así el dispositivo oclusal deseado. (2)

Sin embargo, a pesar de las atractivas propiedades de estos materiales, no se consideran ideales para férulas oclusales debido a factores como los prolongados procesos de fabricación, alergias cutáneas o respiratorias, mal sabor, posible incomodidad térmica, inestabilidad dimensional, monómeros residuales, susceptibilidad a la rotura y formas o colores indeseables. Las tecnologías digitales emergentes basadas en el diseño y fabricación asistida por computadora (CAD/CAM) facilitan el uso de un flujo de trabajo digital en la fabricación de férulas oclusales, empleando enfoques sustractivos o aditivos. (4)

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

- Evaluar las férulas oclusales impresas en 3D

1.2.2 Objetivos específicos

- Identificar las resinas empleadas para imprimir férulas oclusales.
- Reconocer los protocolos clínicos empleados para la confección de férulas oclusales
- Evaluar las investigaciones científicas encontradas en la literatura sobre férulas oclusales impresas en 3D

Capítulo II. Marco Teórico

2. Marco Teórico

2.1 Trastornos temporomandibulares y bruxismo

Existen múltiples trastornos temporomandibulares (TTM) que justifican el tratamiento con aparatología oclusal, siendo el más común el “bruxismo”. Según el glosario de la Academia Americana del Dolor Orofacial, el bruxismo se define como “una actividad parafuncional, diurna o nocturna, que incluye rechinar, apretar o restregar los dientes. Ocurre sin conciencia subjetiva y se puede diagnosticar por la presencia de facetas de desgaste dental que no son resultado de la función masticatoria”. Su origen se encuentra en la expresión griega "brichein odontas", que significa rechinar los dientes. (6)

Determinar con precisión la prevalencia del bruxismo en la población general es complicado, ya que los porcentajes reportados varían entre el 6% y el 91%. Estas diferencias tan amplias se deben a la metodología de diagnóstico, las características de la población estudiada y los distintos tipos de bruxismo. No se han encontrado diferencias significativas entre sexos. El bruxismo puede causar desgaste anormal de los dientes, movilidad, fracturas, intrusiones, apertura de contactos, desplazamientos, erosión o problemas pulpares. (6)

Entre los efectos del bruxismo sobre la dentición se incluyen la migración patológica de los dientes, alteraciones óseas, trastornos de la articulación temporomandibular (ATM) y dolor. El uso de férulas oclusales para tratar la parafunción ha sido defendido durante muchos años. Sin embargo, existe evidencia limitada sobre la eficacia de estos aparatos para detener por completo la atrición oclusal. En el caso de pacientes con hábitos parafuncionales, la función principal de la férula oclusal es ofrecer protección. (6)

2.2 Concepto de férula oclusal

Una férula oclusal se define como “cualquier superficie oclusal artificial removible que influye en la relación de la mandíbula con los maxilares, utilizada para diagnóstico o terapia”. Este dispositivo puede tener diversos usos, que incluyen estabilización oclusal para el tratamiento de trastornos temporomandibulares, superposición diagnóstica previa a intervenciones extensas, radioterapia, posicionamiento oclusal, y prevención del desgaste dental o del daño a materiales restauradores frágiles como la porcelana dental. (7)

Los pacientes suelen utilizar férulas oclusales durante el sueño, donde están expuestas a estrés oclusal que incluye golpecitos, apretar y rechinar. Para alcanzar los resultados deseados en el tratamiento y mantener a largo plazo los dientes restantes y/o prótesis fijas, las férulas oclusales pueden usarse de manera prolongada. (8)

2.3 Tipos de férulas oclusales

Se han prescrito férulas duras y blandas como tratamiento conservador para los trastornos temporomandibulares (TTM). Las férulas blandas, gracias a sus propiedades de material

flexibles y resistentes, pueden dispersar eficazmente las fuertes tensiones generadas durante las actividades parafuncionales, ofreciendo un alto nivel de tolerancia al paciente. Por otro lado, las férulas duras buscan reducir los síntomas de la ATM al modificar el equilibrio oclusal, corregir la dimensión vertical y ajustar la posición condilar. (9)

Varios estudios anteriores han indicado que las férulas oclusales duras con alta dureza superficial podrían ofrecer un mejor rendimiento clínico que las blandas en términos de eficacia terapéutica. Sin embargo, otros estudios sugieren que las férulas blandas pueden ser más efectivas que las duras en cuanto a la reducción del estrés sobre el antagonista y la comodidad del paciente. Por lo tanto, aunque los materiales duros son más comunes en la fabricación de férulas oclusales, es importante contar con materiales tanto duros como blandos. Además, los profesionales deben entender las propiedades físicas de cada material y elegir el adecuado para las férulas oclusales, considerando el propósito del tratamiento y/o la preferencia individual del paciente. (8)

Las férulas relajantes musculares, por ejemplo, son planas y lisas, fabricadas en relación céntrica, y ayudan a restablecer una función neuromuscular equilibrada. Esto conduce a una mejora en la conciencia cognitiva y a la prevención del desgaste excesivo causado por actividades parafuncionales. Por otro lado, las férulas de reposicionamiento anterior se fabrican en una posición anterior y cuentan con topes que impiden la retrusión de la mandíbula. Pueden utilizarse para descomprimir la zona retrocondílea, recuperar el disco articular o probar una nueva posición mandibular. (1)

La elección del diseño de la férula adecuada es un factor clave para el éxito del tratamiento. Sin embargo, el cumplimiento del paciente y la adherencia al seguimiento pueden ser perjudiciales a largo plazo. Además, seleccionar el material correcto es una decisión crucial en la planificación del tratamiento, y está influenciada por los requisitos específicos de cada caso y el objetivo del tratamiento. Por ejemplo, es importante considerar las características mecánicas del material para asegurar la durabilidad de la férula y su resistencia a las fuerzas oclusales, sin comprometer la comodidad del paciente ni interferir significativamente con las estructuras anatómicas durante la función y el habla. (1)

La terapia con férula se puede definir como el arte y la ciencia de utilizar aparatos removibles para lograr la armonía neuromuscular en el sistema masticatorio, creando una desventaja mecánica para las fuerzas parafuncionales. Se han recomendado férulas para el tratamiento de trastornos temporomandibulares (TTM), trastornos craneomandibulares (TMC) y para reducir el desgaste dental en pacientes que padecen bruxismo. Las férulas oclusales intraorales tienen como objetivo proporcionar un contacto oclusal uniforme y equilibrado, sin alterar permanentemente la posición de reposo mandibular ni la oclusión dental. Además, una férula bien diseñada favorece una relación armónica entre los músculos masticatorios, los discos articulares, las articulaciones, los ligamentos, los huesos, los dientes y los tendones. (10)

El método tradicional para la fabricación de férulas oclusales es muy parecido al de las dentaduras postizas convencionales. Este proceso incluye revestirlas en un frasco, hervirlas en cera y rellenarlas con resina acrílica de polimetilmetacrilato (PMMA) transparente. Luego se retira el revestimiento, se limpian, se terminan y se pulen. Finalmente, pueden envasarse en frascos para dentaduras postizas utilizando técnicas de moldeo por inyección o compresión. (11)

La férula oclusal ideal debe ofrecer contactos oclusales uniformes al cerrar con todos los dientes opuestos, así como una desoclusión de guía anterior de los dientes posteriores y la superficie de la férula justo fuera de la posición intercuspídea. . (11)

2.4 Fabricación de férulas, protocolo o especificaciones

El análogo virtual de los pacientes se monta en un articulador virtual utilizando el registro de mordida obtenido. La guía condilar y la mesa guía incisal se ajustan en el articulador virtual de acuerdo con los registros del paciente para lograr el esquema oclusal deseado. Para el diseño, se recomienda primero determinar la ruta de inserción y luego delinear los cortes retentivos, bloqueando las interferencias. Los límites del aparato se marcan, y en la zona delimitada se diseña una carcasa de aproximadamente 1,5 a 2 mm de espesor. La superficie oclusal del cotilo se modifica para establecer los puntos de contacto oclusales según el esquema oclusal deseado. Finalmente, los datos se exportan a una impresora compatible para proceder con la impresión. (2)

2.5 Historia de la impresión 3D

La tecnología de impresión 3D no es nueva en los campos de la arquitectura, la aeroespacial, la defensa, el arte y la ingeniería. Su aplicación en la medicina ha cobrado popularidad, especialmente en el ámbito de la medicina de precisión, desde la década de 1990. En los últimos 20 años, ha habido un notable aumento en el uso de la impresión 3D en diversas áreas de las ciencias de la salud bucal. Chuck Hall, en Estados Unidos, fue pionero en el concepto de impresión 3D cuando desarrolló un "Aparato para la producción de objetos tridimensionales mediante estereolitografía" el 8 de agosto de 1984. Inicialmente, utilizó este proceso para diseñar revestimientos para mesas. En 1986, fundó 3D Systems Company para comercializar la primera máquina de creación rápida de prototipos, conocida como estereolitografía (SLA). En 1988, Scott Crump desarrolló una variante similar que fusionaba imágenes 2D, llamándola "modelado por deposición fundida" (FDM), que fue comercializada por Stratasys en 1990. (2)

La fabricación aditiva (FA) es un proceso que crea objetos 3D capa por capa, utilizando datos de diseño asistido por ordenador (CAD). Esta tecnología ha sido ampliamente aceptada en diversos campos biomédicos. Las diferentes técnicas y la variedad de materiales con distintas características físicas hacen que los métodos de fabricación aditiva sean muy atractivos para diversas aplicaciones. Además, la libertad de diseño que ofrece permite la

producción de estructuras complejas que serían difíciles de realizar con métodos de fabricación sustractiva convencionales. (10)

2.6 Concepto de impresión 3D

La impresión 3D ha sido reconocida como una tecnología disruptiva que transformará la fabricación. Este proceso tiene un impacto particular en la odontología, y con los avances en tecnologías de modelado e imágenes 3D, como el escaneo intraoral, así como la larga historia del uso de tecnologías CAD/CAM en este campo, su importancia sigue creciendo. El término impresión 3D generalmente se refiere a un método de fabricación que construye objetos capa por capa, añadiendo varias capas para formar un objeto. Este proceso se conoce más precisamente como fabricación aditiva y también se le llama prototipado rápido. Hay diversas tecnologías de impresión, cada una con sus propias ventajas y desventajas. (6)

2.7 Comparación entre Férulas fresadas e impresas

Las tecnologías CAD/CAM sustractivas (diseño asistido por computadora/fabricación asistida por computadora) presentan un mayor grado de polimerización en comparación con las férulas de polimetacrilato convencionales. Esto se debe al proceso de fabricación industrial de los discos prefabricados y a la reducción de la contracción por polimerización, lo que resulta en una mejor biocompatibilidad y propiedades mecánicas mejoradas. (12)

En la última década, la digitalización del laboratorio dental ha permitido la automatización de los procesos de fabricación de férulas oclusales mediante diseño/fabricación asistida por computadora (CAD/CAM), utilizando tecnologías aditivas (impresas en 3D) o sustractivas (fresadas). La tecnología sustractiva se basa en el fresado de férulas a partir de un disco prefabricado de poli (metacrilato de metilo). (13)

Los dispositivos fresados resultantes presentan un buen ajuste debido a la ausencia de contracción por polimerización, ya que los discos de PMMA son productos industriales y tienen una alta tasa de conversión de dobles enlaces. Sin embargo, las férulas oclusales obtenidas mediante fresado suelen ser más costosas y no siempre pueden tener el grosor deseado para cada situación, ya que están limitadas por el grosor de los discos de PMMA utilizados. Además, esta tecnología genera una cantidad considerable de residuos. (13)

La impresión tridimensional (3D) está ganando relevancia como método de fabricación aditiva debido a su menor consumo de material y la capacidad de imprimir férulas simultáneamente, lo que resulta en una producción más eficiente y rentable en términos de recursos. Sin embargo, entre las desventajas mencionadas se encuentran un menor grado de polimerización y posibles defectos en la microestructura, aunque estos problemas pueden evitarse o minimizarse mediante una optimización adecuada de los procesos. (12)

Dado que la tecnología de impresión 3D es relativamente nueva, existen pocos estudios que analicen las propiedades mecánicas de los nuevos materiales y la influencia de los procesos

de envejecimiento sobre ellos. Además, los estudios actuales carecen de una metodología uniformemente estandarizada, especialmente en relación con el envejecimiento artificial. Las investigaciones iniciales sobre plásticos 3D indican que las férulas impresas tienen una precisión comparable, pero presentan un mayor desgaste del material y propiedades mecánicas menos favorables en comparación con sus equivalentes fresadas. (12)

2.8 Ventajas de las resinas impresas en 3D

Las resinas impresas en 3D presentan una alta sorción y solubilidad en agua en comparación con las resinas prensadas y fresadas. Esta característica es especialmente relevante, ya que el almacenamiento en agua puede influir significativamente en las propiedades mecánicas de los materiales, sobre todo en lo que respecta a las propiedades de flexión. De hecho, se ha documentado que el almacenamiento en agua tiene un impacto más pronunciado en las propiedades de flexión que las diferentes orientaciones de impresión. Esto resalta la importancia de considerar el entorno de almacenamiento al evaluar el rendimiento mecánico de las férulas fabricadas con resinas impresas en 3D. (2)

Además, se ha encontrado que el espesor de la capa de impresión influye considerablemente en las propiedades mecánicas de las férulas impresas. Según los estudios, un menor espesor de la capa en la superficie de impresión mejora tanto la resistencia a la flexión como la dureza de la férula impresa en 3D. Esto sugiere que optimizar el espesor de la capa podría ser clave para mejorar el rendimiento mecánico de estos dispositivos. (2)

Las ventajas de utilizar la impresión 3D para la fabricación de diversos dispositivos incluyen su alta reproducibilidad y precisión, ya que elimina errores comunes en los procesos convencionales. Además, permite un tiempo de fabricación reducido, la posibilidad de archivar datos y la capacidad de reimprimir aparatos adicionales para el paciente cuando sea necesario. Esto hace que la impresión 3D sea una opción atractiva en el ámbito de la salud bucal y otros campos. (2)

La adhesión microbiana a las férulas orales puede ser un problema para los pacientes con condiciones médicas comprometidas, ya que puede contribuir a la aparición de candidiasis, periodontitis o caries. Se ha observado que la fabricación de férulas orales por métodos sustractivos se asocia con una mayor adhesión de *Candida albicans* en comparación con las férulas fabricadas de manera convencional. Esto podría atribuirse a una mayor sorción y solubilidad en agua de estas resinas en comparación con las resinas prensadas y fresadas. (2)

2.9 Aplicaciones contemporáneas y limitaciones del 3D

La versatilidad de la impresión 3D tiene un gran potencial para revolucionar la ciencia de la salud bucal en áreas como la investigación, la atención clínica y la educación. Además, es crucial desarrollar nuevos materiales imprimibles específicos para odontología, lo que mejoraría aún más las aplicaciones clínicas de esta tecnología. La impresión 3D ya tiene aplicaciones amplias en diversas disciplinas odontológicas. (14)

Los usos de la impresión 3D abarcan la producción de modelos físicos para prostodoncia, ortodoncia y cirugía oral, así como la creación de guías quirúrgicas para implantes dentales y férulas quirúrgicas para cirugía maxilofacial. También se utiliza en la fabricación de implantes dentales, craneomaxilofaciales y ortopédicos, además de cofias y estructuras para implantes y restauraciones dentales. (14)

Todos los procesos de impresión 3D inician con un diseño en 3D generado por un software de diseño asistido por computadora (CAD). Los datos de CAD suelen traducirse al formato de archivo STL, que luego se corta en capas discretas. Estas capas se reconstruyen durante el proceso de impresión 3D, lo que permite la creación de piezas con geometrías y características complejas, como cavidades y estructuras internas intrincadas, sin necesidad de moldes o herramientas. (14)

2.10 Aplicación del software

Existen diversas aplicaciones de software que permiten evaluar la precisión de un objeto en 3D. Estas herramientas calculan las desviaciones al superponer dos archivos. De acuerdo con la norma ISO n.º 5725-1:1994, se pueden medir dos variables: veracidad y precisión. En este contexto, la veracidad indica la desviación de la férula fabricada con respecto a la referencia (datos CAD), mientras que la precisión refleja la variabilidad entre férulas fabricadas repetidamente. Aunque todas las aplicaciones realizan la superposición y el cálculo de desviaciones de manera similar, sus resultados pueden variar debido a las diferencias en los métodos de cálculo de dichas desviaciones. (15)

2.11 Materiales de fabricación

2.11.1 Fabricación aditiva

En la fabricación aditiva, se emplean principalmente metacrilatos que contienen fotoiniciadores. Para lograr la consistencia adecuada para la impresión, se mezclan monómeros de diferentes viscosidades. Las propiedades de la restauración dependen del tipo y la cantidad de estos componentes de metacrilato. Debido a los requisitos de viscosidad, los rellenos a menudo se utilizan de forma limitada. (16)

Uno de los monómeros más comunes en resinas dentales es el uretano dimetacrilato (UDMA), que, gracias a su estructura de alto peso molecular y rigidez, puede formar moléculas grandes a través de la reticulación química y física, resultando en materiales bastante rígidos. Para ajustar la viscosidad, se utilizan monómeros de bajo peso molecular, como el trietilendimetacrilato (TEGDMA) y el uretanometacrilato (UMA). Dado que muchas propiedades de los polímeros están relacionadas con la densidad de reticulación, se pueden emplear copolímeros para modificar esta reticulación y adaptar las características del material. Por ejemplo, las férulas requieren cierta flexibilidad para facilitar su inserción y extracción. (16)

2.12 Parámetro de creación de férulas oclusales en 3D

2.12.1 Posición

Para lograr los resultados más precisos, se debe colocar la férula en la impresora 3D con una inclinación de 90°. Aunque esta orientación no es recomendada para laboratorios dentales, sería ideal para obtener el mejor rendimiento de la impresora. (17)

2.12.2 Tiempo

El dentista o técnico dental toma las medidas necesarias. Estas fases dependen de la experiencia del profesional, así como del tipo de escáner, del arco facial digital y del software utilizado. El tiempo de impresión varía según el tipo de impresora 3D y la configuración del software. Además, la ubicación de la férula en la bandeja de impresión influye significativamente en el tiempo que lleva completarla. (17)

2.12.3 Espesor de capa

Numerosos estudios relatan un espesor común de 100um como idóneo para impresión 3D. (17)

2.13 Tipos de impresión 3D

Los sistemas de impresión tridimensional empleados actualmente en el ámbito dental se pueden clasificar en cuatro tipos: impresión por inyección de tinta, impresión por extrusión, fusión selectiva por láser (SLM) e impresión estereolitografía. (18)

Para la fabricación de férulas oclusales, se utiliza comúnmente un sistema de impresión por estereolitografía. En este método, el material fotopolímero se coloca sobre la bandeja de resina, y se proyecta luz directamente a través del fondo de la bandeja para imprimir el material. El procesamiento digital de luz (DLP) es el sistema de impresión 3D más habitual que emplea estereolitografía, ya que proyecta imágenes utilizando una pantalla que refleja la luz. Aunque también se utiliza el sistema de pantalla de cristal líquido (LCD), donde la luz proviene de un panel posterior de diodo emisor de luz (LED) y se genera una máscara para bloquear la luz, los materiales dentales para impresión 3D se desarrollan principalmente para impresoras DLP, debido a que la intensidad de la luz en estas impresoras suele ser más alta que en las impresoras LCD. (18)

2.14 Poscurado

El efecto del método de poscurado sobre las propiedades mecánicas de los materiales impresos en 3D, como el PMMA para bases de dentaduras y prótesis provisionales, ha sido objeto de investigación. Se ha encontrado que los métodos de poscurado pueden influir significativamente en el grado de conversión de estos materiales. En particular, se ha reportado que el poscurado estroboscópico en una atmósfera de gas nitrógeno (N₂) produce el mayor grado de conversión, mejorando así las propiedades mecánicas de las prótesis provisionales impresas en 3D. Esto resalta la importancia de seleccionar adecuadamente el método de poscurado para optimizar las características funcionales y de durabilidad de los dispositivos dentales. (18)

2.15 Influencia biomecánica del dispositivo

Para definir las dimensiones geométricas de la férula nocturna, es crucial determinar la relación céntrica (RC), que establece el equilibrio entre la mandíbula y el maxilar. Según Dawson, la RC se refiere a la posición en la que los cóndilos y discos articulares están correctamente alineados y en su punto más superior en relación con la eminencia. En esta posición, los conjuntos cóndilo-disco están reforzados medialmente, lo que permite que soporten la carga máxima de los músculos elevadores sin provocar dolor. (19)

Esta alineación es fundamental para garantizar la efectividad de la férula y prevenir la sobrecarga en las estructuras temporomandibulares. La selección de dispositivos médicos para medir esta relación es esencial, ya que no todos los disponibles cumplen con los requisitos del tratamiento, lo que subraya la importancia de herramientas precisas en el proceso de fabricación de férulas. (19)

2.16 Nuevo métodos de impresión con antimicrobianos

La impresión SLA (estereolitografía) utiliza láseres ultravioletas para curar resinas líquidas, creando un modelo dental capa por capa. En este método, la plataforma de impresión desciende en pequeños incrementos, permitiendo que el láser esculpa cada sección transversal del objeto. (20)

Por otro lado, la impresión 3D PolyJet funciona de manera similar a la impresión por inyección de tinta. En este caso, la impresora rocía capas de fotopolímero líquido curable sobre una plataforma de construcción. A medida que la plataforma desciende, se añade más material sobre la capa anterior, repitiendo el proceso hasta completar el modelo. (20)

Además, la tecnología de triple chorro permite la impresión de estructuras complejas utilizando diferentes materiales, lo que amplía aún más las posibilidades en la fabricación de dispositivos dentales personalizados. Estas técnicas ofrecen gran versatilidad y precisión en la creación de férulas y otros aparatos dentales, adaptándose a las necesidades específicas de cada paciente. (20)

El método de triple chorro es una técnica avanzada de impresión 3D que utiliza tres cabezales de impresión para extruir múltiples materiales al mismo tiempo, a diferencia de los sistemas que emplean una sola boquilla. Este enfoque permite depositar de manera precisa modelos, soportes y materiales de contraste simultáneamente, lo que resulta en una mayor eficiencia y flexibilidad. (20)

La capacidad de combinar diferentes materiales en una sola impresión es especialmente útil para crear prototipos, piezas funcionales y diseños que requieren propiedades específicas, ya sean mecánicas, estéticas o funcionales. Gracias a esta técnica, es posible generar formas y geometrías intrincadas, lo que la convierte en una opción atractiva para la fabricación

personalizada en campos como la odontología y otros sectores que requieren productos adaptados a las necesidades del cliente. (20)

Los avances en la mejora de materiales antibacterianos impresos en 3D han mostrado resultados prometedores. Por ejemplo, el uso de compuestos de nitruro de aluminio en resinas impresas mediante estereolitografía ha demostrado propiedades antibacterianas efectivas, reduciendo las unidades formadoras de colonias en un 70%. Además, las resinas de PMMA reforzadas con nitruro de aluminio han mostrado buenas propiedades mecánicas, aunque se observó una pérdida del 12% en la resistencia última con un 15% de fracciones cerámicas. Sin embargo, estas resinas tienen el potencial de mejorar su resistencia a través de un poscurado convencional. (20)

Por otro lado, la incorporación de nanopartículas de óxido de zirconio (ZrO_2) en las resinas impresas en 3D ha llevado a un aumento significativo en la resistencia a la flexión, resistencia al impacto y dureza, lo que sugiere que la modificación de estos materiales puede ser una estrategia efectiva para mejorar tanto sus propiedades mecánicas como sus características antibacterianas. Sin embargo, algunos estudios indican que, en general, los materiales impresos en 3D pueden tener propiedades mecánicas inferiores en comparación con el PMMA curado térmicamente, lo que subraya la necesidad de seguir investigando y desarrollando nuevas formulaciones. (20)

La adhesión bacteriana en materiales de resina está estrechamente relacionada con sus propiedades superficiales, como la topografía, energía libre y rugosidad. Un aumento en la rugosidad de la superficie puede facilitar la adhesión microbiana, ya que proporciona un área mayor para la formación de biopelículas y protege a las bacterias de las fuerzas de corte durante la adhesión inicial. Esto es crucial en el contexto de los aparatos bucales, ya que una superficie más rugosa puede ser más propensa a acumular microorganismos. (21)

Los diferentes métodos de fabricación de estos dispositivos, como la impresión 3D o el fresado, pueden influir en estas propiedades superficiales. Por ejemplo, las técnicas de impresión 3D pueden producir superficies con diferentes texturas y acabados que, a su vez, afectarán la capacidad de los microorganismos para adherirse. (21)

Por lo tanto, es esencial considerar no solo las propiedades mecánicas de los materiales, sino también sus características superficiales al diseñar y fabricar aparatos bucales, especialmente en poblaciones médicamente comprometidas. La optimización del pulido y el acabado de las superficies puede ser una estrategia efectiva para reducir la adhesión bacteriana y mejorar la salud bucal. (21)

2.17 Ventajas y desventajas

La fabricación aditiva ofrece múltiples beneficios, como la reducción del desperdicio de material y del consumo energético, además de eliminar la necesidad de herramientas de fabricación convencionales. Sin embargo, las propiedades mecánicas de los materiales

utilizados son fundamentales en aplicaciones clínicas, especialmente en la fabricación de férulas oclusales. (4)

Materiales que carecen de resistencia al desgaste pueden comprometer el contacto oclusal y, por ende, disminuir la vida útil de la férula. La falta de información sobre las propiedades mecánicas de los polímeros utilizados en la fabricación de férulas oclusales ha sido un motor importante para la realización de este tipo de estudios. La estructura y composición química de estos materiales impactan significativamente su caracterización mecánica, afectando aspectos cruciales para el éxito clínico de las restauraciones, como la capacidad del material para absorber fuerzas durante la función masticatoria. (4)

Es vital, por lo tanto, avanzar en la investigación sobre las propiedades mecánicas de los materiales en la fabricación de férulas oclusales para optimizar su rendimiento y durabilidad en el tiempo. (4)

Se recomienda utilizar materiales específicos del fabricante para impresoras 3D al imprimir férulas bucales. Esta elección optimiza la calidad y eficacia del proceso. Actualmente, la impresión directa de férulas elimina la necesidad de un modelo maestro, lo que reduce tanto el uso de materiales dentales como los costos. (17)

Un sistema totalmente digital implica inversiones en software y hardware, pero si ya se ha realizado esa inversión, el costo de impresión de las férulas se vuelve más económico en comparación con los métodos convencionales. Además, se puede escanear y volver a imprimir una férula ajustada individualmente, lo que permite un enfoque más eficiente y personalizado. (17)

Al contar con todo el equipo necesario, es posible planificar y fabricar las férulas en el consultorio dental. La facilidad de uso del software permite capacitar al personal clínico en el proceso, lo que puede resultar en una reducción de costos operativos. Asimismo, al acortar los flujos de trabajo, los técnicos dentales pueden concentrarse en otros procesos, mejorando así su rendimiento y eficiencia general. Esto no solo beneficia a la clínica, sino también a los pacientes, al ofrecer un servicio más rápido y adaptado a sus necesidades. (17)

2.18 Perspectiva futura

El proceso de fabricación digital de férulas es, efectivamente, más dinámico y ágil en comparación con los métodos convencionales. Este enfoque permite a los dentistas, especialmente a aquellos que están capacitados digitalmente, realizar el procedimiento de manera más rápida y económica. Aunque la inversión inicial en tecnología y software puede ser considerable, el retorno se manifiesta en la reducción del tiempo de tratamiento y en la mejora de la eficiencia operativa. (17)

Con esta metodología, un dentista promedio puede adoptar fácilmente el uso diario de la tecnología digital, lo que no solo optimiza la atención al paciente, sino que también aumenta

la capacidad de la clínica para gestionar un mayor volumen de casos. Así, se favorece un flujo de trabajo más eficiente, beneficiando tanto al personal clínico como a los pacientes, al ofrecer un servicio más ágil y personalizado. (17)

2.19 Tecnología que beneficia a la impresión 3d

Las nuevas tecnologías han transformado significativamente la práctica dental, facilitando la implementación de flujos de trabajo digitales que benefician tanto a clínicos como a pacientes. La integración de escáneres intraorales de alta precisión, tecnología CAD/CAM y máquinas de impresión 3D ha permitido una técnica de impresión mínimamente invasiva, lo que resulta en una mayor eficiencia y precisión en la producción de férulas y otros dispositivos dentales. (22)

El flujo de trabajo digital se destaca por su capacidad para acortar el tiempo de registro y producción del plano de mordida. Esto se debe a la exactitud del escaneo intraoral, que ha demostrado ser superior a las impresiones analógicas, y a la precisión del proceso de impresión, como lo confirma la tecnología de impresión multichorro. Además, el tiempo total empleado en el consultorio es comparable al de los métodos convencionales, con la ventaja de que la entrega de la férula se realiza con adaptaciones casi perfectas, minimizando la necesidad de ajustes posteriores. (22)

Este avance no solo mejora la experiencia del paciente al reducir el número de citas y el tiempo de tratamiento, sino que también optimiza la práctica clínica, permitiendo a los dentistas enfocarse en otras áreas del cuidado dental. En resumen, la digitalización en odontología representa un paso adelante hacia una atención más precisa y eficiente. (22)

Capítulo III. Metodología

3. Metodología

3.1 Protocolo y Registro

Se realizó una revisión sistemática de la literatura siguiendo las normas de revisiones sistemáticas de acuerdo con PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) cumpliendo con su checklist 2020.

3.2 Pregunta de Investigación

Se elaboró una pregunta de investigación de acuerdo con el método (PICO) Paciente, Intervención, Comparación y Resultado: ¿Puede una férula oclusal impresa en 3D ser equivalente o superior a una elaborada por técnicas alternativas, destacando su efectividad clínica a corto y largo plazo?

P (Patient): Patients with temporomandibular disorders.

I (Intervention): 3D printed occlusal splints

C (Comparison): conventional occlusal splints

O (Outcomes): Biocompatibility, resistance, cytotoxicity, accuracy, trueness.

P: Pacientes con trastornos temporomandibulares

I: Férulas oclusales impresas en 3D

C: Férulas oclusales convencionales

O: Biocompatibilidad, resistencia, citotoxicidad, precisión, veracidad.

3.3 Medidas de Resultado

Los resultados obtenidos demuestran la efectividad de férulas oclusales que fueron impresas en 3D comparandolas ante métodos alternativos de fabricación, fueron medidos de manera visual mediante observaciones de los resultados obtenidos ante el sometimiento de las muestras a diferentes estudios como lo son pruebas de desgaste, flexión, biocompatibilidad, etc., las cuales son analizadas en diferentes softwares obteniendo resultados indiscutibles sobre los parámetros analizados.

3.4 Criterio de Elegibilidad

Criterios de inclusión: estudios experimentales in vitro, estudios con artículos disponibles de manera gratuita, estudios con antigüedad menor a 5 años.

Criterios de exclusión: estudios realizados con pacientes o in vivo, revisiones de la literatura.

3.5 Fuentes de información y estrategia de búsqueda

Las bases de datos utilizadas para esta revisión hasta octubre de 2024 fueron: Pubmed, Embase, Scopus y Web of Science de acuerdo con la ecuación de búsqueda definida previamente, no se aplicaron filtros de fecha o lenguaje, siguiendo los criterios y reglas para cada base de datos, utilizando los términos booleanos AND u OR, para combinar los términos Mesh y No Mesh buscados mediante título y abstract.

El proceso de búsqueda y selección de estudios, extracción de datos se realizó por dos examinadores independientes (N.M.G.O – M.J.R.P). Además, se realizó una búsqueda manual de la lista de referencias de los artículos científicos seleccionados para identificar estudios adicionales.

BASE DE DATOS	ECUACIONES DE BÚSQUEDA	COMBINACIONES
Pubmed	1# Férula Oclusal (("occlusal splint") OR ("dental occlusal splint") OR ("dental stabilization splint") OR ("interocclusal appliance") OR ("Occusal appliance") OR ("Occusal splints") OR ("Occusal stabilization splint"))	*1+2+3
	2# Impresión 3D (("Three-dimensional printing") OR ("3-Dimensional Printing") OR ("3-D Printing") OR ("3D Printing") OR ("Printing, 3-Dimensional") OR ("Printing, Three Dimensional") OR ("3-Dimensional Printing") OR ("Printing, 3D") OR ("Three-Dimensional Printing"))	*1+2
	3# Resultados (("Biocompatibility") OR ("cytotoxicity") OR ("cell toxicity") OR ("cytotoxic activity") OR ("cytotoxic effect") OR ("cytotoxic reaction") OR ("accuracy") OR ("precision") OR ("trueness") OR ("stability") OR ("resistance"))	
Embase	1# Férula Oclusal ("occlusal splint" OR "dental occlusal splint" OR "dental stabilization splint" OR "interocclusal appliance" OR "Occusal appliance" OR "Occusal splints" OR "Occusal stabilization splint")	*1+2+3
	2# Impresión 3D ("Three-dimensional printing" OR "3-Dimensional Printing" OR "3-D Printing" OR "3D Printing" OR "Printing, 3-Dimensional" OR "Printing, Three Dimensional" OR "3-Dimensional Printing" OR "Printing, 3D" OR "Three Dimensional Printing")	*1+2
	3# Resultados ("Biocompatibility" OR "cytotoxicity" OR "cell toxicity" OR "cytotoxic activity" OR "cytotoxic effect" OR "cytotoxic reaction" OR "accuracy" OR "precision" OR "trueness" OR "stability" OR "resistance")	
Scopus	1# Férula Oclusal	*1+2+3

(("occlusal splint") OR ("dental occlusal splint") OR ("dental stabilization splint") OR ("interocclusal appliance") OR ("Occusal appliance") OR ("Occusal splints") OR ("Occusal stabilization splint")) *1+2

2# Impresión 3D

(("Three-dimensional printing") OR ("3 Dimensional Printing") OR ("3-D Printing") OR ("3D Printing") OR ("Printing, 3-Dimensional") OR ("Printing, Three Dimensional") OR ("3-Dimensional Printing") OR ("Printing, 3D") OR ("Three Dimensional Printing"))

3# Resultados

(("Biocompatibility") OR ("cytotoxicity") OR ("cell toxicity") OR ("cytotoxic activity") OR ("cytotoxic effect") OR ("cytotoxic reaction") OR ("accuracy") OR ("precision") OR ("trueness") OR ("stability") OR ("resistance"))

Web of Science	1# Férula Oclusal	*1+2+3+
	(TS=("occlusal splint") OR TS=("dental occlusal splint") OR TS=("dental stabilization splint") OR TS=("interocclusal appliance") OR TS=("Occusal appliance") OR TS=("Occusal splints") OR TS=("Occusal stabilization splint"))	*1+2
	2# Impresión 3D	
	(TS=("Three-dimensional printing") OR TS=("3 Dimensional Printing") OR TS=("3-D Printing") OR TS=("3D Printing") OR TS=("Printing, 3-Dimensional") OR TS=("Printing, Three Dimensional") OR TS=("3-Dimensional Printing") OR TS=("Printing, 3D") OR TS=("Three Dimensional Printing"))	
	3# Resultados	
	((TS=("Biocompatibility") OR TS=("cytotoxicity") OR TS=("cell toxicity") OR TS=("cytotoxic activity") OR TS=("cytotoxic effect") OR TS=("cytotoxic reaction") OR TS=("accuracy") OR TS=("precision") OR TS=("trueness") OR TS=("stability") OR TS=("resistance"))	

Tabla 1. Ecuaciones de búsqueda

3.6 Selección de estudios

Luego de eliminar los duplicados o triplicados con el gestor bibliográfico: Mendeley. Dos revisores independientes (N.M.G.O – M.J.R.P) realizaron la selección de los estudios mediante título y abstract, de acuerdo con los criterios de selección y se anotaron en una hoja de Excel para facilitar el manejo de los datos.

Una vez definidos los estudios a ser utilizados se obtuvieron los textos completos de los artículos científicos.

3.7 Extracción de datos

Las variables extraídas de los artículos científicos fueron: Autor, año de publicación, objetivo, criterios de inclusión, criterios de exclusión, muestras, material, fabricante, composición del material, angulación de fabricación, espesor de capa utilizado, técnicas alternativas de fabricación, materiales alternativos de fabricación, proceso para medir los distintos resultados, , método de evaluación de resultados, estadístico, conclusiones.

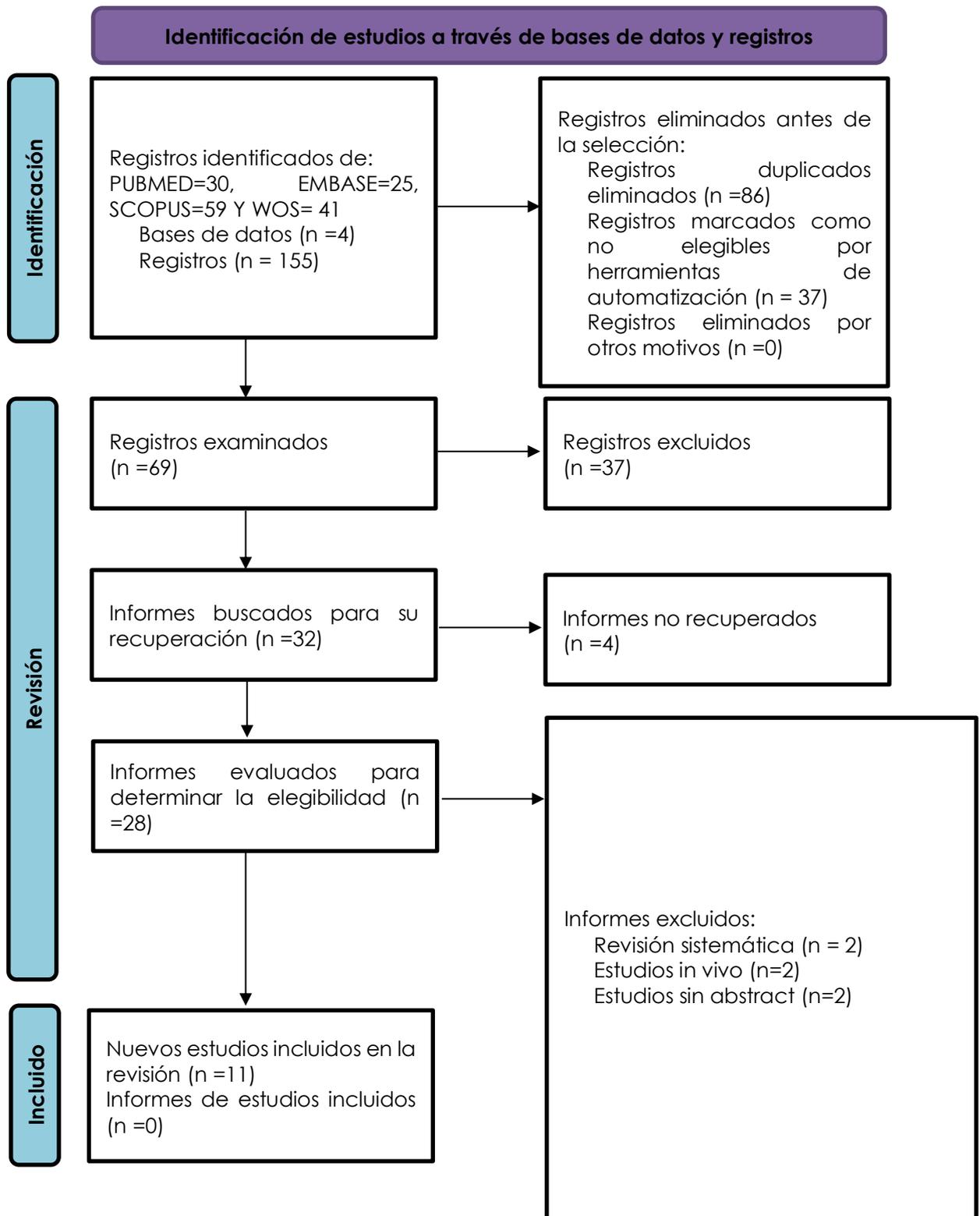


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA

Capítulo IV. Resultados y Discusión

4. Resultado y Discusión

4.1 Resultados

En la presente investigación se emplearon 11 estudios de la literatura encontramos artículos de carácter IN VITRO, entre los cuales categorizamos su origen destacando 3 de Suiza, 2 procedentes de Finlandia, 2 de Alemania, y por último varios países que comprenden 1 artículo como son Serbia, Polonia, Japón y Rumania. A su vez considerando el año 2024 encontramos a 2 artículos, una mayor frecuencia con 6 del año 2023, 2 del año 2022, y 1 del año 2019.

En cuanto a la revista de recuperación de datos comprendemos 2 artículos hallados en Dental Materials Journal, Clinical Oral Investigations y Polymers Journal y 1 recuperado de VOJNOSANITETSKI PREGLED JOURNAL, Dent Med Probl, Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials, Romanian Journal of Oral Rehabilitation y Dentistry Journal.

#	Autor / año	Título	Revista	Tipo de estudio	País
1	Gibreel, 2022	Two-body wear and surface hardness of occlusal splint materials	Dental Materials Journal	IN VITRO	Finland
2	Puškar, 2019	In vitro cytotoxicity assessment of the 3D printed polymer based epoxy resin intended for use in dentistry	VOJNOSANITETSKI PREGLED JOURNAL	IN VITRO	Serbia
3	Weźgowiec, 2023	How does artificial aging affect the mechanical properties of occlusal splint materials processed via various technologies?	Dent Med Probl.	IN VITRO	Poland
4	Perea-Lowery, 2023	Evaluation of flexible three-dimensionally printed occlusal splint materials: An in vitro study	Dental Materials Journal	IN VITRO	Finland
5	Schmeiser, 2022	Two-body wear of occlusal splint materials from subtractive computer-aided manufacturing and three-dimensional printing	Clinical Oral Investigations	IN VITRO	Germany
6	Wuersching, 2023	Surface properties and initial bacterial biofilm growth on 3D-printed oral appliances: a comparative in vitro study	Clinical Oral Investigations	IN VITRO	Germany

7	Rosello, 2023	Aging Processes and Their Influence on the Mechanical Properties of Printable Occlusal Splint Materials	Polymers Journal	IN VITRO	Suiza
8	Saadat, 2024	The Effect of Build Angle and Artificial Aging on the Accuracy of SLA- and DLP-Printed Occlusal Devices	Polymers Journal	IN VITRO	Switzerland
9.	Wada, 2023	Effect of 3D printing system and post-curing atmosphere on micro- and nano-wear of additive-manufactured occlusal splint materials	Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials	IN VITRO	Japon
10.	Popescu, 2024	APPLICATIONS OF 3D PRINTING TECHNIQUES FOR OCCLUSAL SPLINTS USED IN BRUXISM	Romanian Journal of Oral Rehabilitation	IN VITRO	Romania
11.	Prpic, 2023	Mechanical Properties of 3D-Printed Occlusal Splint Materials	Dentistry Journal	IN VITRO	Switzerland

Tabla 2. Tabla general de categorización por estudio y país.

En cuanto al procesamiento CAD (Computer Aided Design), se destacó el archivo (.stl) como software principal en el estudio con 4 artículos que lo respaldan, seguido del archivo (.dlp) además del programa autodesk que comprendido 3 artículos y el resto de programas con un ejemplar como Magics v19, Formlabs Inc, GOM-Inspect 2019, Tizian Creativ RT-Software, Netfabb 2020 y exocad junto con 5 programas procedentes de USA, 3 de Alemania y uno de Bélgica.

Por otro lado, el CAM (Computer Aided Manufacturing) destaco la impresora 3D “Asiga MAX” con 4 estudios que la implementaron, y el resto ocupando distintos tipos de impresoras 3D, enfocando el país de origen de predilección a Estados Unidos con 5 impresoras fabricadas en el país, seguido por Alemania con 2 unidades, Australia con 2 unidades, por su parte Reino Unido, China, Suiza y Países Bajos con una impresora cada uno.

Autor / año	CAD	CAM
Gibreel, 2022	Para los materiales de férula impresos en 3D, se creó un archivo STL con las dimensiones de la muestra en AutoCAD (Autodesk, San Rafael, CA, EE. UU.)	se imprimió en una impresora 3D (Asiga MAX™, Asiga, Sydney, Australia)
Puškar, 2019	Se utilizó CAD (Magics v19, Materialise, Bélgica)	se fabricaron con la máquina SLA-6000HD (3D-Systems, EE. UU.)
Weźgowiec, 2023	Los archivos. stl se crearon y se cargaron en el software PreForm. v. 3.28.1 (Formlabs Inc., Somerville, EE. UU.), NE	con Meshmixer v. 3.5.474 (Autodesk Inc., San Francisco, EE. UU.).
Perea-Lowery, 2023		Una impresora de procesamiento de luz digital (DLP) (Asiga MAX™, SCHEUDENTAL GmbH, Iserlohn, Alemania)
Schmeiser, 2022	(GOM-Inspect 2019, GOM GmbH, Braunschweig, Alemania)	GI (GR22 flex, pro3dure medical GmbH) o con 3DP-KY (KeySplint soft, Keystone Industries, Gibbstown, EE. UU.).

Wuersching, 2023	(Tizian Creativ RT-Software, Schütz Dental GmbH, Rosbach, Alemania) y se exportó como un archivo de lenguaje de teselación estándar (stl).	(NextDent 5100, NextDent, Centurionbaan, Países Bajos).
Rosello, 2023	(Netfabb 2020, Autodesk, Inc., San Francisco, CA, EE. UU.).	(Rapidshape P30, Straumann, Basilea, Suiza)
Saadat, 2024	Para DLP, el archivo de referencia se importó al software de corte Netfabb Basis 2022.2.2 (Autodesk Inc., San Rafael, CA, EE. UU.).	SLA (Preform, Formlabs, Somerville, MA, EE. UU.)
Wada, 2023	NE	impresora LCD.MTC5, PLAN-MECA OY, Helsinki, Finlandia) Y a impresora de procesamiento de luz digital (DLP) con 385 nm (Asiga MAX).MT,SCHEUDENTAL GmbH, Iserlohn, Alemania)
Popescu, 2024	El diseño asistido por computadora del aparato dental incluyó la importación de archivos STL con Exocad (Exocad 3.1. Rijeka, Exocad GmbH Darmstadt, Alemania)	(3D Systems, NextDent BV, Soesterberg, Países Bajos) Se utilizó la impresora 3D Asiga Max (3D MAX UV 385 Asiga, Alexandria, Australia)
Prpic, 2023	(Netfabb Premium 2019, Autodesk, San Rafael, CA, EE. UU.; Meshmixer, Autodesk, San Rafael, CA, EE. UU.	3D P20+ (Straumann, Basilea, Suiza); Dental LT Clear se imprimió utilizando Form 3B (Formlabs, Somerville, MA, EE. UU.), seguido de un procedimiento de pospolimerización en Form Cure (Formlabs, Somerville, MA, EE. UU.); NextDent Ortho Rigid se imprimió utilizando AccuFab-L4D (Shining 3D GmbH, Hangzhou, China), seguido de un procedimiento de pospolimerización en FabCure (Shining 3D GmbH, Hangzhou, China); ProArt Print Splint se imprimió utilizando PrograPrint PR5 (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein), seguido de un procedimiento de pospolimerización en PrograPrint Cure (Ivoclar Vivadent AG, Schaan, Liechtenstein); y Dentona Flexisplint se imprimió utilizando LC Opus (Photocentric Ltd., Peterborough, Reino Unido), seguido de un procedimiento de pospolimerización en Cure M+ (Photocentric Ltd., Peterborough, Reino Unido).

Tabla 3. Tipos de archivos e impresoras utilizados en impresión 3D

*NE: No Especifica

En cuanto a los materiales de elección para la impresión 3D, destaco KeySplint Soft con 6 estudios, seguida de V-Print splint comfort con 5 estudios, con 3 estudios cada uno le siguen Dental LT Clear, NextDent Ortho Rigid (ND) y LuxaPrint Ortho Plus (LP), con 2 estudios encontramos a IMPRIMO LC Splint flex y al resto con un estudio cada uno. Enfocando al material de elección “light-curing resin” que fue utilizado en múltiples estudios.

Materiales de 3D											
Autor / año	IMPRI MO LC Splint	IMPRI MO LC Splint flex	KeySplint Soft	V-Print splint comfort	Resina epoxi Accura ClearV ue	Dental LT Clear	GR-22 Flex	NextDent Ortho Rigid (ND)	LuxaPrint Ortho Plus (LP)	SHER Aprint-ortho plus UV (SP)	FREEP RINT® splint 2.0

Gibreel, 2022	Light curing resin	Light curing resin	Light curing resin	Light-curing resin	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Puškar, 2019	NE	NE	NE	NE	polymer-based epoxy resin	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Weżgowiec, 2023	NE	NE	NE	NE	NE	photopolymer resin	NE	NE	NE	NE	NE
Pereira-Lowery, 2023	NE	Methacrylate-based resin	Methacrylate-based resin	Acrylate-based resin	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Schmeiser, 2022	NE	NE	Methacrylate monomer	NE	NE	NE	Oligomers, methacrylic resins	NE	NE	NE	NE
Wuersching, 2023	NE	NE	light-curing resin	light-curing resin	NE	NE	NE	Resina 3D Biocompatible	high-quality, light-cured resin	light-curing resin	NE
Rosello, 2023	NE	NE	phenoxymethyl methacrylate	Polyester dimethacrylate	NE	NE	NE	NE	EBPA DMA	NE	Isopropylidene diphenol peg-2 dimethacrylate
Saadat, 2024	NE	NE	NE	light-curing resin	NE	photopolymer resin	NE	NE	light-cured resin	NE	NE
Wada, 2023	NE	NE	light-curing resin	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Popescu, 2024	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	resina de fotopolímero a base de éster	NE	NE	NE
Prpic, 2023	NE	NE	NE	NE	NE	Acrylic light-polymerizing	NE	Monomer based on acrylic esters	NE	NE	NE

Tabla 4. Materiales evaluados en los estudios impresos 3D y su mayor prevalencia.

*NE: No Especifica

En comparativa a los materiales usados en Impresión 3D, en la tabla # se enfocan los materiales de predilección utilizados en los estudios, enfocando a Astron CLEARsplint con 3 estudios que lo respaldan y el resto con un ejemplar por estudio, en cuanto al material empleado se utilizó “Methacrylate polymer” como favorito junto a “CAD-CAM milled resin discs”.

Materiales de fresado								
Autor / año	Paladon 65	Palapress	Cast	Aqua	Thermeo	Astron CLEARsplint	Temp Premium Flexible CAD-CAM milled resin discs	Zirlux Splint Transparent
Gibreel, 2022	Heat-cured resin	Autopolym erizing resin	CAD-CAM milled resin discs	CAD-CAM milled resin discs	NE	NE	NE	NE
Schmeiser, 2022	NE	NE	NE	NE	Methacrylate polymer;	Methacrylate polymer;	NE	NE

Wuersching, 2023	NE	NE	NE	NE	Dibenzoyl peroxide NE	Dibenzoyl peroxide Methacrylate polymer	NE	NE
Rosello, 2023	NE	NE	NE	NE	NE	Poly(ethyl methacrylate)	NE	NE
Saadat, 2024	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	Colourless PMMA discs

Tabla 5. Materiales usados en un método de elaboración alternativo

*NE: No Especifica

En cuanto a la angulación utilizada en cada estudio se denota que 5 artículos utilizaron 90° como elección, mientras que uno de ellos utilizó 45° y solo uno realizó la investigación con todas las angulaciones 0°, 30°, 45°, 60° y 90°. Por otro lado, el espesor de capa se ha ido manteniendo constante en una medida de 100µm a excepción de 2 estudios que utilizaron diferentes espesores como lo son 2 estudios de 50µm, 1 estudio de 1µm y 1 estudio de 1000µm. El poscurado de las muestras no reflejó la elección del enfoque hacia la utilización de la luz UV, seguido con 2 estudios realizados con luz LED y uno de ellos sometido al aire, el resto se manejaron con el poscurado del fabricante. Para el pulido encontramos 6 papel abrasivo de carburo de silicio y 1 con fresa de carburo de tungsteno.

Parámetros de impresión 3D				
Autor / año	Angulación de Impresión	Espesor de Capa	Poscurado	Pulido
Gibreel, 2022	90°	100 µm	Form cure, Formlabs	máquina pulidora utilizando papeles abrasivos de carburo de silicio
Puškar, 2019	NE	0,1 mm (100µm)	someterlas a luz ultravioleta en un aparato de poscurado durante 30 minutos	NE
Weźgowiec, 2023	90°	100 µm	Se poscuraron en un Form Cure (Formlabs Inc.) equipado con diodos emisores de luz (LED) multidireccionales de 405 nm	papel de lija (grano P500, P1000 y P1200) y polvo de piedra pómez de 0,6 mm
Perea-Lowery, 2023	90°	100 µm	dispositivo de diodo emisor de luz (LED) a 60°C durante 30 min	papeles de lija de carburo de silicio de hasta P1200
Schmeiser, 2022	90°	1 µm	luz UV (CD2, pro3dure medical GmbH) durante 2×20 min con el sustrato 3DP-GI	NE
Wuersching, 2023	NE	1 mm (1000µm)	aparato de flash de xenón (PAGcurar); , 30 minutos postexposición a rayos UV de 10 minutos a 60 °C	fresa de carburo de tungsteno con una mezcla de agua y polvo de piedra pómez, y el pulido final se realizó con un pulidor de carburo de tungsteno.
Rosello, 2023	NE	NE	NE	carburo de silicio (SiC, P1200)
Saadat, 2024	0°, 30°, 45°, 60°, y 90	50 µm	Luz UV en la máquina Form Cure	NE
Wada, 2023	90°	100 µm	estroboscópico con 2000 destellos en cada superficie (Autoflash	papel de lija de carburo de silicio de grano 4000 con un tamaño de grano de 5 µm (papel SiC).

Popescu, 2024	45°	50 um	G171, BEGO) se postcuraron en el aire. luz ultravioleta durante 10 minutos en la fotopolimerización Led BB Cure horno Plus.	NE
Prpic, 2023	NE	NE	NE	Papeles de lijado metalográficos estándar con tamaños de grano de aproximadamente 30µm(P500), 18µm (P1000), y 15µm (P1200) en una pulidora

Tabla 6. Parámetros de impresión en 3D

*NE: No Especifica

En los enfoques de los estudios observamos una mayor frecuencia en la evaluación de la dureza con 5 estudios, seguido con 4 estudios tanto al Desgaste como a Flexion y por último con 1 estudio por enfoque tenemos a citotoxicidad, biocompatibilidad, tenacidad a la fractura, rugosidad de la superficie, Crecimiento de biopelículas bacterianas, resistencia a la tracción, módulo de elasticidad y veracidad junto a precisión.

ANÁLISIS DE ENFOQUES DE ESTUDIO

Autor / año	Desgaste	Citotoxicidad	Biocompatibilidad	Dureza	Flexion	Tenacidad a la fractura	Rugosidad de la superficie	Crecimiento de biopelículas bacterianas	Resistencia a la tracción	Módulo de elasticidad	Veracidad y Precisión
Gibree I, 2022	APLIC A	NE	NE	APLIC A	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Puškar, 2019	NE	APLIC A	APLIC A	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Weżgo wiec, 2023	NE	NE	NE	APLIC A	APLIC A	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Perea-Lowery, 2023	APLIC A	NE	NE	NE	APLIC A	APLIC A	NE	NE	NE	NE	NE
Schmeiser, 2022	APLIC A	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Wuersching, 2023	NE	NE	NE	NE	NE	NE	APLIC A	APLIC A	NE	NE	NE
Rosello, 2023	NE	NE	NE	APLIC A	NE	NE	NE	NE	APLIC A	APLIC A	NE
Saadat, 2024	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	APLIC A
Wada, 2023	APLIC A	NE	NE	APLIC A	APLIC A	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Popescu, 2024	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
Prpic, 2023	NE	NE	NE	APLIC A	APLIC A	NE	NE	NE	NE	NE	NE

Tabla 7. Análisis de enfoques de estudio.

*NE: No Especifica

El software estadístico de elección en esta investigación fue “SPSS” en cualquiera de sus versiones ya sea v24,25,26, etc. Acotando el uso individual de softwares externos como los son “GraphPad Software”, “Python 3.8.0”, “JMP 14” y “SAS 8.2.”

Autor / año	Análisis Estadístico
Gibreel, 2022	Se utilizó software estadístico para realizar el análisis (SPSS V25, IBM, Armonk, NY, EE. UU.).
Puškar, 2019	NE
Weźgowiec, 2023	Los resultados se analizaron utilizando el software GraphPad Prism, v. 9.1.2. (GraphPad Software, San Diego, EE. UU.).
Perea-Lowery, 2023	Los datos se analizaron estadísticamente con un programa de software estadístico (IBM SPSS Statistics, v24; IBM Corp., Armonk, NY) utilizando ANOVA seguido de la prueba post hoc HSD de Tukey para comparación por pares ($\alpha = 0,5$).
Schmeiser, 2022	Los datos se analizaron utilizando IBM SPSS Statistics versión 26,0 (IBM Corp., Armonk, NY, EE. UU.).
Wuersching, 2023	Todos los análisis estadísticos se implementaron en Python 3.8.0 [20].
Rosello, 2023	Los cálculos y las representaciones gráficas se realizaron con SPSS 29.0 (SPSS Corporation, Chicago, IL, EE. UU)
Saadat, 2024	Todos los datos recopilados se analizaron estadísticamente en JMP 14 (SAS Corp., Heidelberg, Alemania).
Wada, 2023	Se utilizó software estadístico (IBM SPSS Statistics v28.0, IBM, Redmond, WA, EE. UU.) para todos los análisis estadísticos con un nivel de significancia establecido en 0,05.
Popescu, 2024	NE
Prpic, 2023	El análisis se llevó a cabo en la plataforma Windows (Microsoft Corporation, Redmond, WA, EE. UU.) con el paquete estadístico SAS (SAS 8.2, SAS, Cary, NC, EE. UU.). Todas las pruebas se realizaron con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

Tabla 8. Análisis Estadístico

*NE: No Especifica

Dentro de los estudios se tomaron varios puntos de interés en investigación, como lo es la evaluación de la Dureza de materiales impresos 3D, por lo que en este estudio se evaluó que 5 de ellos nos relatan de dureza, sin embargo, 4 de ellos se especifican en investigar la dureza “Vickers”, y solo uno de ellos evalúa la dureza “Shore D”. Para su análisis se tomaron fórmulas específicas denotando está en particular que se repite en varias investigaciones “ $0.1891 \times \text{PARA } d^2 \text{ VHN} = \text{donde } F \text{ es la fuerza de indentación (N) (9,81 N) y } d \text{ es la longitud media de las diagonales de la indentación impresa (mm).}$ ” según el tipo de investigación y se llegó a la conclusión que los materiales impresos en 3D tienen una correlación directa con falta de resistencia evidenciándose en las muestras tomadas que fueron sometidas a evaluación de dureza y a largo plazo todas las muestras impresas generan microfisuras, desgaste vertical y afectación a la microdureza.

Autor / año	Dureza	Dureza resultados
Gibreel, 2022	La dureza superficial Vickers (VHN) de muestras de barras secas y almacenadas en agua (30 días a 37 °C) ($4 \times 10 \times 10 \text{ mm}^3$) se midió utilizando un dispositivo de prueba de microdureza (Duramin-5, Struers) con una carga de 1,96 N aplicada durante 15 s. Las muestras se limpiaron en un dispositivo de limpieza ultrasónico (Quantrex 90, L&R Ultrasonics, Kearny, Nueva Jersey, EE. UU.) en desionizado. agua durante 10 minutos antes de realizar la prueba. Se calculó un promedio de tres mediciones de cada muestra (de	La dureza se mostró mediante los tres materiales flexibles de férula fabricados aditivamente, KeySplint Soft, IMPRIMO LC Splint flex y V-Print splint comfort (pag>0,05). Se detectó una correlación relativamente moderada entre la profundidad de desgaste vertical y la dureza de la superficie ($r^2 = -0,596$, pag

<p>Weźgowiec, 2023</p>	<p>=16/material). Las longitudes diagonales de las huellas se midieron con la ayuda del operador del ocular de las máquinas de prueba y luego se utilizaron en el cálculo de los valores VHN. Las pruebas fueron realizadas por un único investigador de acuerdo con las directrices PN-EN ISO 868:2005.41 Antes de la prueba, las muestras en forma de disco con un diámetro de 30 mm y una altura de 5 mm se acondicionaron durante 88 h en una atmósfera estándar (23/50). El valor de dureza Shore D se midió para cada muestra en 5 puntos (a una distancia de al menos 9 mm de los bordes de la muestra y 6 mm entre sí) utilizando un durómetro Shore HBA 100-1 (Sauter AG, Basilea, Suiza). Los lados pulidos y sin pulir de las muestras se probaron por separado. El valor se leyó 15 s después de presionar el pie del durómetro contra la muestra.</p>	<p>Una comparación de las muestras no envejecidas y envejecidas reveló que la dureza Shore D de la resina Dental LT imprimible en 3D se redujo significativamente entre los materiales sin pulir después de 90 días de almacenamiento en agua (pag<0,0001)</p>
<p>Rosello, 2023</p>	<p>La dureza Vickers (HV) se determinó en placas (12×12×3 milímetros³) utilizando un comprobador de microindentación (MHT-4 Anton Paar, Graz, Austria) de acuerdo con la norma ISO 6507-1 [25] con una carga de 0,2 kilolibras (HV0,2) y un tiempo de carga de 12 s [25]. Para ello, se midió la longitud de las diagonales de las hendiduras creadas (20 por grupo) con un microscopio digital (VK-X1000, Keyence, Osaka, Japón) y se calculó la dureza Vickers de la siguiente manera: Valor alto = $0,1891 \times F \times d^{-2}$ F = fuerza de prueba (N); d = longitud diagonal de la sangría (mm).</p>	<p>El ANOVA mostró una influencia significativa del material y las condiciones de almacenamiento, según las cuales el primero debe considerarse como el factor relevante debido a un valor F más alto. Ya después del prealmacenamiento (línea de base), las resinas de dimetacrilato impresas (FRE, LUX y VPR) mostraron una mayor dureza Vickers de FRE (11,8 HV), LUX (15,0 HV) y VPR (13,7 HV) en comparación con las resinas de metacrilato CLE (3,3 HV) y KEY (3,5 HV). Después del termociclado (grupo D), se observó una disminución significativa en HV para todos los materiales de férulas oclusales (CLE: 3,0 HV, pag</p>
<p>Wada, 2023</p>	<p>Para cada subgrupo, se seleccionaron aleatoriamente dos muestras para realizar mediciones de microdureza. Utilizando un dispositivo de prueba de dureza Vickers (Duramin-5, Struers, Ballerup, Dinamarca), se imprimieron las hendiduras de la pirámide de base cuadrada en 10 regiones diferentes de cada muestra seleccionada. La fuerza de indentación fue de 9,81 N y el tiempo de aplicación fue de 5 s. Se midieron las diagonales de la indentación impresa y se calculó el número de dureza Vickers (VHN) como la microdureza utilizando la siguiente ecuación: $0.1891 \times \text{PARA } d^2 \text{ VHN} =$ donde F es la fuerza de indentación (N) (9,81 N) y d es la longitud media de las diagonales de la indentación impresa (mm).</p>	<p>Para el material duro, un ANOVA de 2 vías reveló que el sistema de impresión afectó significativamente la microdureza (ANOVA de 2 vías).pag <0,001)</p>
<p>Prpic, 2023</p>	<p>La dureza de la superficie se calculó utilizando la prueba de dureza Vickers utilizando la siguiente fórmula: $HV = 1,854(F/D^2)$, donde HV representa la dureza Vickers (VHN), F representa la carga aplicada a una muestra (kgf) y D representa el área de la sangría (mm).2). Para la determinación de la dureza Vickers se utilizó un durómetro (CSV-10, ESI Prüftechnik GmbH, Wendlingen am Neckar, Alemania). Se aplicó una carga de 100 g a la superficie de cada muestra durante un tiempo de permanencia establecido en 10 s. Se tomaron cinco mediciones para cada muestra y, finalmente, se calculó el valor medio de dureza Vickers</p>	<p>Los valores máximos y mínimos de dureza Vickers (VHN) de los grupos examinados fueron 23,1 y 19,1 para ProArt CAD Splint, 20,7 y 17,4 para ProBase Cold, 14,3 y 8,9 para NextDent Ortho Rigid, 13,2 y 9,5 para Dental LT Clear, 9,6 y 8,1 para Dentona Flexisplint, 11,3 y 6,6 para Cosmos Bite Splint, y 5,8 y 4,2 para ProArt Print Splint. Dos materiales impresos en 3D (Dentona Flexisplint y Cosmos Bite Splint) no cumplieron con los requisitos ISO [31] para resistencia a la flexión (≥ 65 MPa). El ANOVA unidireccional mostró una significación estadística (pag grupos examinados).</p>

Tabla 9. Resultados en cuanto a dureza.

La microscopia óptica en 3D fue el método de evaluación mayor utilizado en las investigaciones, ya sean diferentes las pruebas a las que se sometieron las muestras, se llega a una conclusión hablando del desgaste evidenciado en materiales impresos en 3D, Todos los materiales ya sean de elaboración aditiva o sustractiva ante la prueba generaron fisuras, grietas e irregularidades, mientras que los materiales impresos destacaron uno en particular KeySplint Soft el cual demostró una mayor resistencia a múltiples factores incluyendo entre ellas al desgaste y una menor sorción de agua.

Autor / año	Desgaste	Desgaste resultados
Gibreel, 2022	<p>Se ensayó el desgaste de cuatro muestras de cada material de férula (grosor: 2 mm, longitud: 10 mm, ancho: 15 mm). Cada muestra se montó en un bloque de resina acrílica y se pulió secuencialmente en una máquina rotativa utilizando láminas de carburo de silicio con tamaños de grano de hasta 4000 grit FEPA. Las muestras se almacenaron en agua a 37°C durante 24 h antes de la prueba. Para realizar la prueba de desgaste de dos cuerpos se utilizó una máquina simuladora de masticación (CS-4.2, SD Mechatronik, Feldkirchen-Westerham, Alemania), que comprende dos cámaras que simulan movimientos verticales y horizontales en presencia de agua al mismo tiempo. Cada cámara tiene un portamuestras de plástico inferior para insertar la muestra, así como un antagonista superior para retener la punta de carga. Las puntas de carga estándar del fabricante (bola de esteatita, 6 mm) se incrustaron en un material de resina acrílica autopolimerizable dentro de un anillo de plástico y luego se fijaron en el antagonista superior con un tornillo de fijación. Se realizó una simulación de masticación a 1,5 Hz con un peso vertical de 2 kg, lo que produjo 20 N de fuerza de masticación. Cada muestra fue expuesta a 15.000 ciclos de carga. Los patrones de desgaste se escanearon con un microscopio óptico 3D (Bruker Nano, Berlín, Alemania) y luego se analizaron con el software Vision64 Map para medir la pérdida de material. Los valores de profundidad total de desgaste (μm) se obtuvieron de varios sitios, según el promedio de los puntos más profundos de todos los escaneos del perfil.</p>	<p>Los ejemplares presentaban signos visuales de desgaste en forma de hoyos, valles, rayones, grietas e irregularidades. Hubo diferencias en las tendencias de desgaste y el tamaño de las facetas entre los materiales investigados. Todos los materiales mostraron ranuras orientadas paralelas a las direcciones de deslizamiento. Los materiales Paladon 65, Palapress, Aqua, Cast e IMPRIMO LC Splint mostraron facetas de desgaste uniformes. Se observó deformación plástica en las facetas de desgaste de IMPRIMO LC Splint flex, V-Print splint comfort y KeySplint. Suave. Paladon 65 y Cast mostraron una superficie más suave con gran aumento.</p>
Perea-Lowery, 2023	<p>Se realizó una prueba de desgaste de dos cuerpos en muestras preparadas con dimensiones de 2,0×10,0×15,0 milímetros³(n = 4/material). Cada muestra se fijó a un bloque de resina acrílica y se pulió secuencialmente utilizando láminas de carburo de silicio con tamaños de grano de hasta 4000 FEPA. Las muestras se almacenaron en agua a 37°C durante 24 h antes de la prueba. Se utilizó un simulador de masticación (CS-4.2, SD Mechatronik, Feldkirchen-Westerham, Alemania) con dos cámaras para realizar la prueba de desgaste en presencia de agua. Las muestras se fijaron al soporte de plástico inferior del simulador, mientras que las</p>	<p>Los valores de profundidad de desgaste vertical fueron estadísticamente significativos (P <0,001).</p>

	<p>puntas de carga estándar del fabricante (bola de esteatita, 6,0 mm) se aseguraron al superior con un tornillo de fijación. Se realizó una simulación de masticación a 1,5 Hz con un peso vertical de 2 kg, lo que equivale a 20,0 N de fuerza de masticación. Cada muestra se sometió a 15.000 ciclos de carga. A continuación, los patrones de desgaste se escanearon con un microscopio óptico 3D (Bruker Nano GmbH, Berlín, Alemania) y las estimaciones de pérdida de material se calcularon utilizando el software Vision64 Map. Los valores totales de profundidad de desgaste vertical se adquirieron en micrómetros (μm) de varios sitios promediando los puntos más profundos de todos los escaneos de perfil. Los resultados del desgaste de dos cuerpos se pueden describir utilizando únicamente la pérdida de material vertical</p>	<p>Con respecto a todos los grupos de materiales (CAM-TD: media $-0,82$ mm, IC del 95 % $[-0,54; -1,09]$; CAM-CL: $-0,56$ mm, $[-0,42; -0,76]$; 3DP-GI: $-0,45$ mm, $[-0,14; -0,75]$; 3DP-KY: $-0,51$ mm, $[-0,39; -0,62]$) no se encontraron diferencias en los resultados de desgaste de dos cuerpos (ANOVA unidireccional; pérdida vertical: $\text{pag}=0,102$) (Tabla3) No hubo pérdida de material causada por los materiales de la férula oclusal en los antagonistas del esmalte. Sin embargo, se encontraron diferencias en la distribución de los patrones de daño entre los materiales individuales. En la figura se muestran imágenes microscópicas típicas de los patrones de daño observados.4. CAM-CL mostró predominantemente una superficie exclusivamente desgastada sin perforación ni fractura (92 %; IC del 95 % $[60; 100]$). Para CAM-TD (50 % $[14; 73]$) y 3DP-KY (42 % $[14; 73]$), aproximadamente la mitad de los sustratos mostraron superficies exclusivamente desgastadas.</p>
<p>Schmeiser, 2022</p>	<p>Los patrones de desgaste se escanearon utilizando un perfilómetro óptico (OP) 3D (ContourGT-I, Bruker Nano, Inc., Tucson, AZ, EE. UU.), y se calculó el promedio de los puntos más profundos de 6 perfiles escaneados en cada muestra como profundidad de microdesgaste. (μm), que fue el valor representativo de la resistencia al microdesgaste.</p>	<p>Para la resistencia al nanodesgaste, se encontró la interacción entre el sistema de impresión y la atmósfera de poscurado y el sistema de impresión fue significativamente afectó la resistencia al nanodesgaste solo en 2 subgrupos postcurados sin N2 ($\text{pag} < 0,001$). Mientras tanto, para el material blando, el ANOVA de 2 vías reveló que todas las propiedades evaluadas se vieron afectadas significativamente tanto por el sistema de impresión ($\text{pag}=0,001$ para el módulo de flexión y $\text{pag} < 0,001$ para todos los demás) y atmósfera de poscurado ($0,001$ para todos los demás), $\text{pag}=0,022$ para la resistencia a la flexión, $\text{pag}=0,005$ para el módulo de flexión, $\text{pag}=0,006$ para la microdureza, $\text{pag}=0,004$ para la resistencia al microdesgaste, $\text{pag} < 0,005$ para todos los demás).</p>

Tabla 10. Resultados al desgaste

En cuanto a la resistencia a la Flexión por parte de los materiales impresos 4 artículos, narran el método de evaluación con el que se estudió siguiendo parámetros de normativa ISO y sometiendo a los materiales a diversas pruebas, obteniendo como resultado que el material

proveniente de KeySplint Soft reaccionó positivamente ante las pruebas y obtuvo valores destacados comparándolo con sus homólogos impresos y otros métodos de fabricación como el fresado, sin embargo en las diversas pruebas se evidencio que a excepción de KeySplint Soft el resto de materiales utilizados en impresión 3D sufrió un declive ante los materiales fabricados por técnica sustractiva.

Autor / año	Flexion	Flexion Resultados
Weźgowiec, 2023	<p>Las pruebas fueron realizadas por un único investigador de acuerdo con las directrices PN-EN ISO 20795-1:2013.42. Antes de la prueba, las muestras en forma de barra (64 mm × 10,0 (±0,2) mm × 3,3 (±0,2) mm) se acondicionaron en agua destilada a 37°C durante 50 h. A continuación, se midieron la altura y el ancho de cada muestra en 5 puntos utilizando un calibrador digital Magnusson (150 mm) (Limit, Alingsås, Suecia), y se calculó el área de la sección transversal media inmediatamente antes de la prueba. La prueba de flexión de tres puntos se realizó utilizando la máquina de prueba universal (Z10-X700; AML Instruments Ltd, Lincoln, Reino Unido) a una velocidad de desplazamiento constante de 5 mm/min y una longitud de tramo de 50 mm entre los soportes.</p>	<p>Se realizaron comparaciones múltiples de cola larga. Cuando se compararon muestras no envejecidas, los valores más altos se observaron para el PMMA curado con calor convencional, mientras que las muestras hechas de resina imprimible en 3D tuvieron valores de resistencia a la flexión significativamente más bajos. El material se poscuró durante 20 minutos a 80°C tuvo el valor más bajo, pero la diferencia entre los 2 tipos de postcurado no fue estadísticamente significativa (pag=0,2629). La comparación del módulo de flexión reveló que el módulo más bajo se obtuvo para la resina imprimible en 3D postcurada durante 30 minutos a 60°do (Fig. 3C). Tras el análisis de las muestras envejecidas artificialmente, los materiales se clasificaron en términos de resistencia a la flexión o módulo de la misma manera que las muestras no envejecidas. Sin embargo, las diferencias entre los materiales fueron más pronunciadas</p>
Perea-Lowery, 2023	<p>Realización de una prueba de flexión de tres puntos de acuerdo con la norma ISO 20795-1 de la Organización Internacional de Normalización (ISO). Utilizando una máquina de ensayo universal (modelo LRX, Lloyds Instruments Ltd., Hampshire, Reino Unido). Las dimensiones finales de las muestras fueron 65,0 mm.×10,0 milímetros×3,3 mm (n = 16/material)</p>	<p>Entre los materiales de férulas flexibles investigados, KeySplint Soft mostró significativamente la mayor resistencia a la flexión en seco en comparación con IMPRIMO LC Splint flex (PAG=0,001) y comodidad de la férula V-Print (PAG=0,001). Los tres materiales de férula tenían el mismo valor medio de módulo elástico seco (0,8 GPa,PAG=0,913). Todos los materiales investigados mostraron una caída sustancial en la resistencia a la flexión y el módulo elástico (P</p>
Wada, 2023	<p>Para evaluar la resistencia a la flexión y el módulo de flexión, se realizó una prueba de flexión de tres puntos para cada muestra mediante una máquina de prueba universal (Modelo LRX; Lloyds Instruments Ltd, Hampshire, Reino Unido). La prueba se realizó con una velocidad de cruceta de 5,0 mm/min y una longitud de tramo de 50 mm en una atmósfera de aire a 23,0±1°C utilizando una celda de carga con una capacidad de 2500 N</p>	<p>La atmósfera de poscurado afectó significativamente la resistencia a la flexión (0,001).pag=0,002). . El uso de la impresora Asiga mejoró significativamente la resistencia a la flexión solo en materiales blandos postcurados sin N2(pag=0,002)</p>
Prpic, 2023	<p>Resistencia a la flexión de las muestras se midió utilizando un instrumento de prueba universal (Inspekt Duo 5 kN-M, Hegewald & Peschke GmbH, Nossen, Alemania). De acuerdo con la norma ISO dada, los especímenes se mantuvieron en un baño de agua durante 50±1 hora a 37°C antes del proceso de prueba. Después de que transcurriera el tiempo recomendado, cada muestra se retiró cuidadosamente del baño de agua y se colocó en los soportes cilíndricos del instrumento de prueba. La distancia entre los centros de los soportes era de 50 mm y el penetrante de carga se colocó a mitad</p>	<p>Los valores de resistencia a la flexión de Dentona Flexisplint se midieron en ocho muestras; en consecuencia, el análisis estadístico del material mencionado solo se realizó en ocho muestras (en lugar de diez muestras como en los otros grupos). Los valores máximos y mínimos de resistencia a la flexión (MPa) de los materiales examinados fueron los siguientes: 122,1 y 90,2 para ProArt CAD Splint, 87,8 y 77,4 para ProBase Cold, 82,9 y 57,6 para Dental LT Clear, 87,9 y 59,3 para NextDent Ortho Rigid, 50,8 y 40,7 para Dentona Flexisplint, y 57,7 y 33,5 para Cosmos Bite Splint.</p>

de camino entre los soportes de apoyo. La carga que se aplicó a las muestras se amplificó desde 0 utilizando una velocidad de cabezal de 1 mm/min hasta que la muestra se rompió

Tabla 11. Resultado a la flexión

Otros resultados que arrojan los estudios se pueden evidenciar en los materiales impresos en 3D como por ejemplo que no se hallaron evidencias clínicas que demuestren Citotoxicidad por parte de estos materiales con las estructuras de contacto que las rodean, así mismo demuestran un grado mínimo de 77,60% y máximo de 94,10% de Biocompatibilidad con el organismo destacando sus adecuadas propiedades amigables con el organismo.

Autor / año	RESULTADOS	
	Biocompatibilidad	Citotoxicidad
Puškar, 2019	La prueba MTT realizada al cultivo celular MRC-5 mostró que el material tenía un grado satisfactorio de biocompatibilidad, que fue no inferior al 77,60% y superior al 94,10% de viabilidad celular. La viabilidad más baja registrada fue del 77,60% y este valor representa la viabilidad del cultivo MRC-5.	Después de la incubación de la línea celular de fibroblastos murinos L929 con los extractos del material experimental en DMEM, se observó que el material analizado no resultó citotóxico después del primer período de prueba de 3 días y ligeramente citotóxico después de todos los demás períodos de prueba. Después de 3 días de exposición, el porcentaje de células viables fue del 96,26%, después de 5 días 89,96%, después de 7 días 85,10% y después de 21 días 79,40%

Tabla 12. Biocompatibilidad y citotoxicidad

En cuanto a tenacidad, su estudio destacó al material KeySplint como el mayor valor significativo de tenacidad, brindándole un plus ante los demás materiales evaluados incluyendo sus formas alternativas de elaboración. Por otro lado, hablando de Precisión se evidencio un mayor índice de fidelidad en las técnicas sustractivas que en las aditivas.

Autor/ año	Resultado	
Perea-Lowery, 2023	Tenacidad resultados	Respecto a la tenacidad a la fractura (KCI), las muestras secas de KeySplint Soft tuvieron el valor significativo más alto de 2,3 MPa m1/2(P)
Saadat, 2024	Veracidad y Precisión Resultados	El mapa de calor de veracidad después del envejecimiento artificial (Figura 10) demostraron desviaciones positivas mucho mayores para el grupo SLA en todos los ángulos de construcción (amarillo a rojo). Con respecto a los grupos DLP, las desviaciones más positivas después del envejecimiento artificial se concentraron en el área posterior en todas las férulas fabricadas de manera aditiva, mientras que la férula sustractiva demostró una distribución bastante uniforme de ligeras desviaciones positivas. En cuanto a la precisión, la fabricación sustractiva en general mostró una mejor precisión que la fabricación aditiva. Para el grupo DLP1 (Luxaprint Ortho Plus, DMG), el 0°El ángulo de construcción mostró una precisión

significativamente mayor que otros ángulos de construcción, mientras que para SLA, el 0°El ángulo de construcción mostró una precisión significativamente menor. No se observó lo mismo en el grupo DLP2 (V-Print Splint, VOOCO). Durante 30°, 45°, y 90°En cuanto a los ángulos de construcción, los grupos SLA y DLP2 (V-Print Splint, VOOCO) mostraron una precisión significativamente mayor en comparación con el grupo DLP1 (Luxaprint Ortho Plus, DMG).

Tabla 13. Tenacidad y precisión

Los resultados evaluados en rugosidad denotaron que no existe una diferencia significativa entre materiales a base de técnica sustractiva o aditiva, por lo que se infiere que los materiales de impresión 3D obtuvieron buenos resultado en rugosidad, El crecimiento bacteriano es de suma importancia en el éxito clínico de férulas oclusales en el estudio se encontró que KeySplint demostró una mayor masa de agregados bacterianos ante la tinción, mientras que sus homólogos y competidores obtuvieron valores menores por lo que se infiere que los materiales impresos tienden a presentar un medio de cultivo más idóneo para el crecimiento bacteriano,

Autor / año	Rugosidad resultados	Crecimiento B. resultados
Wuersching, 2023	La rugosidad superficial media (Ra) de los materiales de férula probados se presentan de la siguiente manera. El más altoRaSe registraron valores para las muestras CS y KS. CD y FG mostraron la segunda rugosidad superficial más alta. Los valores de las otras resinas imprimibles SP, ND, LP y VP se encontraban en un rango similar. La rugosidad superficial más baja se encontró para ED. Ra Para todos los materiales probados en orden descendente fue CS > KS > CD > FG > LP > ND > VP > SP > ED.	La masa total de biopelícula desarrollada en las férulas de resina probadas se muestra así; La masa total media de biopelícula determinada con tinción de CV fue la más alta en las férulas de KS. La masa de biopelícula en todos los demás materiales de férulas fue menor en comparación con KS (pag

Tabla 14. Rugosidad y Crecimiento bacteriano.

En esta investigación acerca de materiales impresos en 3D utilizados para generar férulas oclusales, y su comparación con métodos convencionales y de formación sustractiva. Se llega a la conclusión que las férulas impresas en 3D, no cumplen con los parámetros necesarios para destacar entre los grupos compartidos, ya sea en desgaste, resistencia, dureza, Flexion, etc. Salvo excepciones que se deben mencionar como lo son KeySplint Soft que presentó la mejor resistencia a la flexión, módulo, tenacidad a la fractura, resistencia al desgaste y grado de conversión. Además, mostró la menor sorción de agua. Aun así, esto no significa que los materiales impresos jamás superen a las otras técnicas, más bien se apoya a la modificación en la composición de materiales, mayor diversificación de estudios en otras ramas y a la evaluación constante de mejoras en estos materiales, puesto que beneficiaría tanto a pacientes como profesionales quienes posean impresoras 3D en sus día a día clínico.

AUTOR, AÑO	OBJETIVO	CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	CONCLUSIONES
------------	----------	------------------------	------------------------	--------------

Gibreel, 2022	El objetivo de este estudio in vitro fue evaluar el desgaste y la dureza de la superficie de nueve materiales para la fabricación convencional, el fresado sustractivo y la impresión 3D de férulas oclusales, así como evaluar las diferencias en el desgaste y la dureza de la superficie entre los materiales de férulas oclusales rígidos y flexibles impresos en 3D. Se realizaron pruebas de desgaste de dos cuerpos y dureza Vickers.	NE	NE	Con base en los hallazgos de este estudio se llegó a las siguientes conclusiones: 1. El desgaste y la dureza de la superficie de las férulas oclusales dependen más de la composición del material que de la tecnología de fabricación. 2. Los materiales a base de PMMA tuvieron la dureza superficial y la resistencia al desgaste más consistentes, independientemente de la tecnología de fabricación. 3. Las resinas flexibles a base de policarbonato impresas en 3D y fresadas con CAD-CAM mostraron una dureza superficial más baja que los materiales para férulas a base de PMMA. 4. Con la excepción de KeySplint Soft, los materiales flexibles de férula a base de policarbonato fresados e impresos en 3D mostraron el mayor desgaste entre los materiales investigados, lo que potencialmente limita su uso para pacientes con bruxismo y tratamientos a largo plazo.
Puškar, 2019	Hay pruebas publicadas limitadas sobre la citotoxicidad de los materiales poliméricos impresos en 3D para aplicaciones odontológicas, a pesar de que ahora se utilizan ampliamente en medicina. La estereolitografía (SLA) es uno de los procesos 3D más utilizados en la impresión 3D; sin embargo, solo hay una pequeña cantidad de materiales de resina que se consideran adecuados para aplicaciones médicas. El objetivo de este estudio fue investigar, in vitro, el efecto citotóxico de la resina impresa en 3D con el fin de establecer la idoneidad para su uso en odontología y aplicaciones médicas relacionadas, como guías dentales quirúrgicas, divisiones oclusales y dispositivos de ortodoncia.	NE	NE	La resina epoxi a base de polímeros impresa en 3D, Accura@ClearVue™ (3D-Systems, EE. UU.) se considera apropiado para fabricar guías de implantes dentales quirúrgicos según el comportamiento citotóxico. De acuerdo con el nivel leve de citotoxicidad después de períodos de extracción más prolongados, existe la necesidad de una evaluación adicional de la biocompatibilidad para su aplicación en férulas oclusales y dispositivos de ortodoncia.
Weźgowiec, 2023	. Este estudio in vitro tuvo como objetivo (1) comparar la dureza y las propiedades de flexión de materiales fabricados utilizando 3 técnicas para la fabricación de férulas oclusales (curado térmico convencional, termoformado seguido de curado con luz e impresión tridimensional (3D)) y (2) analizar el efecto del envejecimiento artificial en las propiedades de los materiales.	NE	NE	. El método convencional de fabricación de férulas oclusales sigue siendo la opción óptima, especialmente para uso a largo plazo. Sin embargo, todavía es necesario desarrollar materiales que sean resistentes al envejecimiento para garantizar un rendimiento clínico exitoso.
Perea-Lowery, 2023	Evaluar y comparar las propiedades mecánicas, la sorción de agua, la solubilidad en agua y el grado de conversión de doble enlace de tres resinas de impresión tridimensional (3D) diferentes disponibles comercialmente que se utilizan para la fabricación de férulas oclusales flexibles	NE	NE	1. Las propiedades mecánicas de los materiales de férulas flexibles impresos en 3D disponibles en el mercado varían según su composición química. 2. En condiciones secas, la resistencia a la flexión de las férulas flexibles impresas en 3D evaluadas no superó los 30 MPa. El módulo elástico fue de 0,8 GPa. La tenacidad a la fractura osciló entre 1,1 y 2,3 MPa m ^{1/2} . 3. El almacenamiento de agua tendió a tener un efecto perjudicial significativo sobre las propiedades mecánicas de las férulas flexibles impresas en 3D evaluadas. 4. Ninguno de los materiales de férula probados se fracturó durante la prueba de resistencia a la flexión. 5. El grado de conversión de doble enlace para los materiales de férulas flexibles impresas en 3D evaluados estuvo entre el 69,4 % y el 81,8 %. 6. Entre los materiales de férulas flexibles impresos en 3D que se probaron, KeySplint Soft presentó la mejor resistencia a la flexión, módulo, tenacidad a la fractura, resistencia al desgaste y grado de conversión. Además, mostró la menor sorción de agua.

Schmeiser, 2022	Investigar el desgaste de dos cuerpos de materiales de férulas oclusales fabricados mediante fabricación sustractiva asistida por computadora (CAM) en comparación con la impresión tridimensional (3DP).	NE	NE	Los sustratos 3DP no mostraron diferencias en el desgaste de dos cuerpos en comparación con los CAM, pero es más probable que presenten una fractura. Ninguno de los materiales probados causó abrasión en la estructura de los dientes humanos.
Wuersching, 2023	Investigar la adhesión bacteriana inicial en materiales de férulas impresas en 3D en relación con sus propiedades de superficie.	NE	NE	salas férulas impresas en 3D mostraron resultados favorables en términos generales en cuanto a la rugosidad de la superficie y la adhesión bacteriana. Los materiales termoplásticos parecen mostrar una mayor rugosidad de la superficie, lo que los hace más susceptibles a la adhesión microbiana.
Rosello, 2023	El propósito de este estudio in vitro fue investigar si las propiedades mecánicas (resistencia a la tracción—TS, módulo de elasticidad en tensión—ME y dureza Vickers—HV) varían entre los materiales (resinas impresas a base de dimetacrilato: Keyprint KeySplint soft—KEY, Luxaprint Ortho Plus—LUX, férula V-Print—VPR, resinas impresas a base de metacrilato Freeprint splint 2.0—FRE y material fresado a base de metacrilato, férula CLEAR—CLE), y se examinó la influencia de los procesos de envejecimiento (condiciones de almacenamiento extraoral y uso nocturno o diario). Las resinas impresas a base de metacrilato (FRE, LUX y VPR) tuvieron una TS mucho más alta (43,7–48,5 MPa en comparación con 12,3–13,3 MPa), una ME más alta (2,01–2,37 GPa en comparación con 0,43–0,72 GPa) y una HV más alta (11,8–15,0 HV en comparación con 3,3–3,5 HV) que las dos resinas a base de metacrilato (KEY y CLE) después del proceso de producción	NE	NE	Con base en las resistencias a la tracción, el módulo de elasticidad y las durezas Vickers medidas en este estudio, se extrajeron las siguientes conclusiones: (1) Las resinas de dimetacrilato impresas (FRE, LUX y VPR), capaces de formar una matriz reticulada, muestran resistencias a la tracción significativamente mayores (43,7–48,5 MPa en comparación con 12,3–13,3 MPa), módulo de elasticidad (2,0–2,4 GPa en comparación con 0,4–0,7 GPa) y dureza (11,8–15,0 HV en comparación con 3,3–3,5 HV) que las resinas de metacrilato impresas o molidas (CLE y KEY). No se encontraron diferencias significativas en la resistencia y dureza entre las resinas de metacrilato impresas y molidas. (2) El rendimiento mecánico de las resinas de dimetacrilato impresas (FRE, LUX y VPR) se deterioró significativamente en condiciones de humedad con altas temperaturas (termociclado y 37°C). Sin embargo, a pesar de la pérdida de rendimiento, las propiedades mecánicas siguen siendo significativamente superiores a las de las resinas basadas en metacrilato (CLE y KEY). (3) Ninguna de las muestras falló debido al envejecimiento térmico en un ambiente húmedo. Por lo tanto, todos los materiales pueden utilizarse clínicamente durante al menos seis meses sin problemas. En caso de altas fuerzas de masticación esperadas o espesores de material bajos, se deben utilizar dimetacrilatos impresos en lugar de resinas a base de metacrilato debido a sus mejores propiedades mecánicas.
Saadat, 2024	El objetivo de este estudio es investigar la influencia del material de impresión, el ángulo de construcción y el envejecimiento artificial en la precisión de los dispositivos oclusales impresos por SLA y DLP en comparación entre sí y con los dispositivos fabricados de forma sustractiva. Se fabricaron un total de 192 dispositivos oclusales mediante un método de impresión SLA y dos métodos de impresión DLP en 5 ángulos de construcción diferentes, así como fresado. Las muestras se escanearon y se superpusieron a sus datos CAD iniciales y entre sí para obtener valores de datos de precisión y veracidad. Se realizó una segunda serie de escaneos después de que las muestras se sometieran a una simulación de envejecimiento artificial mediante termociclado. Nuevamente, se investigó la veracidad y la precisión, y se compararon los valores previos y posteriores al envejecimiento. S	NE	NE	Dentro de las limitaciones del presente estudio, se pueden extraer las siguientes conclusiones: 1. La fabricación sustractiva muestra mayor veracidad y precisión que la fabricación aditiva. 2. DLP muestra una mayor veracidad que SLA, donde el 0° y 30° son significativamente más precisos que los otros ángulos de construcción. 3. El envejecimiento artificial demuestra una influencia significativa en la veracidad del SLA. 4. Hay desviaciones positivas significativamente mayores en todos los ángulos de construcción después del envejecimiento; la SLA puede tener un mayor riesgo de fractura debido al agravamiento del ajuste. 5. Después del envejecimiento, las magnitudes de las desviaciones positivas también son posteriores para todas las resinas impresas y se distribuyen uniformemente para las fabricadas de forma sustractiva.
Wada, 2023	, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del sistema de impresión 3D (pantalla de cristal líquido (LCD) y procesamiento	NE	NE	Se puede concluir que el sistema de impresión 3D y la atmósfera de poscurado afectan la resistencia al micro y nanodesgaste de los materiales OS

	de luz digital (DLP)) y la atmósfera de poscurado (aire y gas nitrógeno (N ₂)) sobre la resistencia al desgaste de materiales de sistema operativo duros y blandos para sistemas operativos fabricados aditivamente (KeySplint).@Duro y Blando). Las propiedades evaluadas fueron microdesgaste (mediante prueba de desgaste de dos cuerpos) y resistencia al nanodesgaste (mediante prueba de desgaste por nanoindentación), así como resistencia a la flexión y módulo de flexión (mediante prueba de flexión de tres puntos), microdureza de la superficie (mediante prueba de dureza Vickers), y módulo elástico a nanoescala (módulo elástico reducido) y dureza nanosuperficial (mediante prueba de nanoindentación)			probados fabricados aditivamente. Además, también se puede concluir que el sistema de impresión óptica que proporciona una mayor resistencia al desgaste depende del tipo de material, y el uso de gas nitrógeno como gas protector durante el poscurado mejora la resistencia al desgaste de los materiales probados.
Popescu, 2024	El propósito del estudio es la presentación de un flujo de trabajo digital para férulas oclusales mediante CAD-CAM con impresión 3D.	NE	NE	La tecnología digital propuesta para las férulas oclusales en el bruxismo es confiable, y las férulas oclusales rígidas impresas en 3D de PMMA son una alternativa viable a los aparatos oclusales convencionales en el bruxismo.
Prpic, 2023	El objetivo del presente estudio fue evaluar la resistencia a la flexión y la dureza de la superficie de los materiales modernos para férulas oclusales impresos en 3D y compararlos con dos grupos de control, a saber, materiales para férulas oclusales fresados y polimerizados en frío convencionales.	NE	NE	Los resultados de la presente investigación in vitro mostraron que los materiales para férulas oclusales fresados exhiben las propiedades mecánicas más altas (es decir, resistencia a la flexión y dureza de la superficie) en comparación con los materiales para férulas oclusales polimerizados en frío o fabricados de forma aditiva. Si bien el material polimerizado en frío (ProBase Cold) tuvo valores de resistencia a la flexión más altos en comparación con un material impreso en 3D (Dental LT Clear), no se percibieron diferencias estadísticamente significativas entre estos dos materiales. Esto podría indicar que la mejora de las tecnologías aditivas y de los materiales impresos en 3D podría garantizar sus propiedades mecánicas óptimas, lo que podría ampliar su utilización en el campo de la prostodoncia. Sin embargo, los materiales impresos en 3D actuales en general aún tienen propiedades mecánicas inferiores en comparación con los acrílicos polimerizados en frío.

Tabla 15. Características metodológicas de los estudios

*NE: No Especifica

4.2 Discusión

La introducción de la impresión 3D en el ámbito odontológico ha transformado la manera en que se fabrican y utilizan dispositivos como las férulas oclusales. Estos dispositivos, que se utilizan comúnmente para tratar problemas como el bruxismo, la disfunción de la articulación temporomandibular (ATM), y para proteger los dientes durante el deporte, han visto mejoras significativas en su diseño y fabricación gracias a la tecnología de impresión 3D.

La impresión 3D permite la creación de férulas oclusales altamente personalizadas que se ajustan a la anatomía única de cada paciente. Esto no solo mejora la comodidad del paciente, sino que también aumenta la efectividad del tratamiento. La utilización de escáneres intraorales y software de diseño asistido por computadora (CAD) permite un ajuste preciso, lo que puede resultar en una mejor distribución de la presión y una mayor funcionalidad.

A diferencia de los métodos tradicionales, que pueden ser más laboriosos y llevar más tiempo, la impresión 3D puede producir férulas oclusales en un período significativamente más corto. Esto permite a los dentistas ofrecer un servicio más eficiente a sus pacientes.

La investigación en nuevos materiales de impresión 3D ha llevado al desarrollo de resinas biocompatibles que no solo son seguras para el uso en la cavidad bucal, sino que también ofrecen propiedades mecánicas superiores. Esto contribuye a la durabilidad y efectividad de las férulas.

A medida que la tecnología de impresión 3D se vuelve más accesible y generalizada, se espera que los costos de producción disminuyan, lo que podría hacer que estas férulas sean más asequibles para los pacientes.

A pesar de sus ventajas, las férulas impresas en 3D han demostrado un desempeño inferior en comparación con las férulas fabricadas mediante técnicas sustractivas (fresado). Esta diferencia en calidad puede ser un obstáculo para su aceptación generalizada en la práctica clínica.

Aunque se prevé que los costos de producción disminuyan, la inversión inicial en impresoras 3D de calidad y en los materiales necesarios puede ser un impedimento para algunas prácticas dentales. Esto podría limitar el acceso a esta tecnología en ciertas áreas geográficas o en consultorios más pequeños.

La implementación de la impresión 3D en odontología requiere un nivel de formación y competencia técnica que algunos profesionales pueden no tener. Esto puede llevar a una curva de aprendizaje que limita la adopción de la tecnología. La regulación de dispositivos médicos, incluidas las férulas oclusales, puede ser un proceso complicado y prolongado. La falta de normativas claras sobre la impresión 3D en odontología puede crear incertidumbre en cuanto a la seguridad y eficacia de estos productos.

El futuro de las férulas oclusales impresas en 3D parece prometedor, con continuas innovaciones en materiales y tecnología de impresión que podrían superar las limitaciones actuales. A medida que se realizan más investigaciones sobre la biocompatibilidad y se

desarrollan nuevos enfoques en el diseño, es probable que estas férulas se integren cada vez más en la práctica clínica.

Además, la creciente aceptación de la impresión 3D en el ámbito dental puede impulsar la creación de protocolos estandarizados y normativas que aseguren la calidad y seguridad de los dispositivos. Esto no solo beneficiará a los profesionales de la salud dental, sino también a los pacientes, que podrán disfrutar de tratamientos más eficaces y personalizados.

En conclusión, aunque existen desafíos y limitaciones en el uso de férulas oclusales impresas en 3D, sus beneficios y el potencial de innovación sugieren que jugarán un papel cada vez más importante en la odontología del futuro. La colaboración entre investigadores, profesionales de la salud y empresas tecnológicas será fundamental para maximizar el impacto de esta tecnología en la atención dental.

Capítulo V. Conclusiones y recomendaciones

5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

- Según la investigación se concluye que las férulas oclusales impresas en 3D cumplen con los parámetros necesarios para emplearse en cavidad bucal, sin que estos provoquen alteraciones con las estructuras circundantes, no se evidenció registros de citotoxicidad ante el organismo, por lo contrario, se pudo evidenciar una correcta biocompatibilidad con el organismo.
- Una de las desventajas que se encontró fue el alto coste, el cual a medida que se van realizando avances tecnológicos se debería tratar como prioridad, en búsqueda de un avance científico y profesional, por lo que se concluye que las personas que dispongan de esta aparatología pueden mejorar su práctica diaria empleando nuevas estrategias, nuevos materiales y a su vez obteniendo diferentes muestras mismas que servirán para contribuir con la comunidad científica
- Se concluye que las férulas oclusales impresas en 3D, mostraron un menor desempeño ante sus principales competidores como lo es la técnica sustractiva (fresado), por lo que a día de hoy siguen encontrándose por debajo de otros métodos de elaboración de férulas oclusales, pero no por ello significa que deba cesar el estudio sobre esta problemática, más bien aprovechando el avance científico que se ha encontrado en impresión 3D, se pueden generar nuevas mezclas de materiales de impresión 3D, que quizá brinden muestras superiores ante los métodos convencionales y sustractivos

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda la indagación profunda sobre la problemática que conlleva el uso de Impresoras 3D en odontología, debido a la baja cantidad de estudios que revelen materiales, protocolo de implementación y usos de la impresión 3D
- Se recomienda elaborar estrategias de reducción de costos mediante la optimización de procesos como por ejemplo fomentar la investigación de técnicas de producción más eficientes que puedan reducir los costos de las férulas impresas en 3D, o buscar asociaciones con empresas que se dediquen a la producción de materiales y tecnologías para impresión 3D, con el fin de desarrollar soluciones económicas que puedan solventar la necesidad de adquirir impresoras 3D.
- Es recomendable realizar una evaluación de la biocompatibilidad, estudios a largo Plazo que evalúen este parámetro de los materiales utilizados en la impresión 3D en diferentes poblaciones y condiciones de salud, a su vez realizar un monitoreo de efectos secundarios que pueda surgir en el uso de estas férulas, para asegurar su seguridad a largo plazo.

6. Bibliografía

1. Nassif M. Materiales y técnicas de fabricación de férulas oclusales: una revisión de la literatura. *J Rehabilitación Oral*. 2023.
2. Wimpenny DI. *Advances in 3D Printing & Additive Manufacturing Technologies* Jumar LJ, editor. Singapore: Springer; 2017.
3. Soares T. Respuesta del sensor de presión recubierto de resina 3D para la evaluación de la fuerza de mordida: un estudio piloto. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2023; II(17).
4. Benli M. Caracterización mecánica y química de materiales contemporáneos para férulas oclusales fabricadas con diferentes métodos: una revisión sistemática. *Investigaciones clínicas orales*. 2023; I(27).
5. Grymak A. Evaluación del comportamiento de desgaste de diversos materiales de férulas oclusales y. *elSevier*. 2022.
6. Uzunov ITyT. Influencia del proceso de post-polimerización en las características mecánicas de las férulas oclusales impresas en 3D. *Revista de Física*. 2020.
7. Weżgowiec J. How does artificial aging affect the mechanical properties of occlusal splint materials processed via various technologies? *Dent Med Probl*. 2023.
8. Wada J. Effect of 3D printing system and post-curing atmosphere on micro- and nano-wear of additive-manufactured occlusal splint materials. *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*. 2023.
9. GIBREL M. Two-body wear and surface hardness of occlusal splint materials. *Dental Materials Journal*. 2019.
10. Perea-Lowerya L. Evaluation of flexible three-dimensionally printed occlusal splint materials: An in vitro study. *Dental Materials Journal*. 2023.
11. Orgev A. Los efectos de las tecnologías de fabricación en la precisión de la superficie de. *J. Prostodoncia*. 2023.
12. Jiménez JRR. Aging Processes and Their Influence on the Mechanical Properties of Printable Occlusal Splint Materials. *Polymers Journal*. 2023.
13. Popescu AM. APLICACIONES DE TÉCNICAS DE IMPRESIÓN 3D PARA OCLUSAL FÉRULAS UTILIZADAS EN EL BRUXISMO. *Revista rumana de rehabilitación bucal*. 2024; XVI(1).
14. Puškar T. In vitro cytotoxicity assessment of the 3D printed polymer based epoxy resin intended for use in dentistry. *VOJNOSANITETSKI PREGLED JOURNAL*. 2019; 76(5).
15. Marcel R. Precisión de las férulas de oclusión fabricadas con CAD/CAM: fresado frente a impresión 3D. *Investigaciones clínicas orales*. 2020.
16. Rosentritt M. Investigación de las propiedades mecánicas y ópticas de nuevos reactivos rápidos basados en uretano dimetacrilato (UDMA) y uretano metacrilato (UMA) materiales de prototipado. *ElSevier*. 2021.

17. Somogyi A. Terapia para trastornos temporomandibulares: férulas impresas en 3D desde la planificación hasta la evaluación. *Dentistry Journal*. 2023.
18. Wada J. Efecto del tipo de impresora 3D y del uso de gas protector durante el poscurado sobre algunas propiedades físicas del material de la férula oclusal blanda. *Polymers Journal*. 2022;(14).
19. Danko M. Revisión de la literatura sobre un desprogramador anterior para. *journal bioengineering*. 2023;(10).
20. Barbur J. Comparación estadística de las propiedades mecánicas de la resina impresa en 3D mediante tecnología de triple chorro y PMMA convencional en la fabricación de férulas oclusales de ortodoncia. *journal biomedicines*. 2023;(11).
21. Wuersching SN. Surface properties and initial bacterial biofilm growth on 3D-printed oral appliances: a comparative in vitro study. *Clinical Oral Investigations*. 2022;(27).
22. VENEZIA P. Fabricación digital de férulas oclusales: del escaneo intraoral a la impresión 3D. *Journal of Osteointegration*. 2019; XI(4).

7. Anexos

ESTUDIANTE: Fausto Rene Checa Yugsi

TEMA:

Férulas Oclusales impresas en 3D

PREGUNTA:

Evaluación de la biocompatibilidad existente en la impresión de férulas oclusales mediante un sistema 3D frente a las convencionales en pacientes bruxistas.

PICO

P= Bruxism patients

I= 3D printed occlusal splints

C= conventional occlusal splints

O= Biocompatibility, Cytotoxicity, Accuracy, Trueness.

Precision

	P (Población)	I (Intervención)	C (Comparación)	O (Resultado)
	"Trastornos de la articulación temporomandibular" "Bruxismo" "Apnea obstructiva del sueño" "Rechinamiento"	"Aparatos oclusales" "Férulas oclusales" Impresión 3D"	"Ferulas oclusales convencionales"	"Biocompatibilidad" "Citotoxicidad", "resistencia", "estabilidad"
	"Temporomandibular Joint Disorders" "Bruxism" "Obstructive sleep apnea" "Clenching"	"occlusal appliances" "occlusal splints", "printing three dimensional"	"conventional occlusal splints"	"Biocompatibility" "Cytotoxicity", "resistance", "stability"
MesH (Pubmed)	"Bruxism"	"Dental Resins" "Occlusal splint materials" "Three-dimensional printing" "3D Printing" "Printing, 3-Dimensional" "Printing, Three Dimensional"	"Dental Impression Technique"	"Biocompatibility" Cytotoxicity Accuracy . Trueness . Precision
Emtree (Embase)	temporomandibular joint disorder costen syndrome craniomandibular disorders craniomandibular joint syndrome temporomandibular dysfunction temporomandibular joint disease temporomandibular joint diseases temporomandibular joint disorders temporomandibular joint dysfunction	occlusal splint bite plane bite splint custom-made dental occlusal splint dental occlusal splint dental occlusal splint, custom-made dental occlusal splint, preformed, reusable dental occlusal splint dental stabilization splint interocclusal appliance night guard, orthotic nociceptive trigeminal inhibition tension suppression	dental impression dental impression technique dental impression	biocompatibility cytotoxicity cell toxicity cytotoxic activity cytotoxic effect cytotoxic reaction cytotoxicity accuracy precision accuracy trueness stability resistance

temporomandibular joint dysfunction syndrom temporomandibular joint pain temporomandibular joint syndrome temporomandibular joint disorder	NTI splint NTI tension suppression system NTI-tts Occusal appliance Occusal splints Occusal stabilization splint Orthotic night guard Preformed dental occusal splint Reusable preformed dental occusal splint Occusal splint		
---	--	--	--

ECUACIONES DE BUSQUEDA

((temporomandibular dysfunction temporomandibular joint disease) OR (temporomandibular joint diseases) OR (temporomandibular joint disorders) OR (temporomandibular joint dysfunction) OR (temporomandibular joint dysfunction syndrom) OR (temporomandibular joint pain) OR (temporomandibular joint syndrome) OR (temporomandibular joint disorder) AND (occlusal splint) OR (dental occlusal splint) OR (custom-made dental occlusal splint) OR (reusable dental occlusal splint) OR (dental stabilization splint) OR (interocclusal appliance) OR (night guard) OR (Occusal appliance) OR (Occusal splints) OR (Occusal stabilization splint) OR (Orthotic night guard) OR (Preformed dental occusal splint) OR (Reusable preformed dental occusal splint) AND (dental impression technique) OR (dental impression) OR (printing three dimensional) OR (Three-dimensional printing) OR (3D Printing) AND (Biocompatibility) OR (cytotoxicity) OR (cell toxicity) OR (cytotoxic activity) OR (cytotoxic effect) OR (cytotoxic reaction) OR (accuracy) OR (precision) OR (trueness) OR (stability) OR (resistance))

4,091,719 results

((temporomandibular dysfunction temporomandibular joint disease) OR (temporomandibular joint diseases) OR (temporomandibular joint disorders) OR (temporomandibular joint dysfunction) OR (temporomandibular joint dysfunction syndrom) OR (temporomandibular joint pain) OR (temporomandibular joint syndrome) OR (temporomandibular joint disorder) AND (occlusal splint) OR (dental occlusal splint) OR (custom-made dental occlusal splint) OR (reusable dental occlusal splint) OR (dental stabilization splint) OR (interocclusal appliance) OR (night guard) OR (Occusal appliance) OR (Occusal splints) OR (Occusal stabilization splint) OR (Orthotic night guard) OR (Preformed dental occusal splint) OR (Reusable preformed dental occusal splint) AND (dental impression technique) OR (dental impression) OR (printing three dimensional) OR (Three-dimensional printing) OR (3D Printing) AND (Biocompatibility))

3,769 results

((temporomandibular dysfunction temporomandibular joint disease) OR (temporomandibular joint diseases) OR (temporomandibular joint disorders) OR (temporomandibular joint dysfunction) OR (temporomandibular joint dysfunction syndrom) OR (temporomandibular joint pain) OR (temporomandibular joint syndrome) OR (temporomandibular joint disorder) AND (occlusal splint) OR (dental occlusal splint) OR (custom-made dental occlusal splint) OR (reusable dental occlusal splint) OR (dental stabilization splint) OR (interocclusal appliance) OR (night guard) OR (Occusal appliance) OR (Occusal splints) OR (Occusal stabilization splint) OR (Orthotic night guard) OR (Preformed dental occusal splint) OR (Reusable preformed dental occusal splint) AND (dental impression technique) OR (dental impression) OR (printing three dimensional) OR (Three-dimensional printing) OR (3D Printing) AND (cytotoxicity) OR (cell toxicity) OR (cytotoxic activity) OR (cytotoxic effect) OR (cytotoxic reaction))

750,918 results

((temporomandibular dysfunction temporomandibular joint disease) OR (temporomandibular joint diseases) OR (temporomandibular joint disorders) OR (temporomandibular joint dysfunction) OR (temporomandibular joint dysfunction syndrom) OR (temporomandibular joint pain) OR

(temporomandibular joint syndrome) OR (temporomandibular joint disorder) AND (occlusal splint) OR (dental occlusal splint) OR (custom-made dental occlusal splint) OR (reusable dental occlusal splint) OR (dental stabilization splint) OR (interocclusal appliance) OR (night guard) OR (Occusal appliance) OR (Occusal splints) OR (Occusal stabilization splint) OR (Orthotic night guard) OR (Preformed dental occlusal splint) OR (Reusable preformed dental occlusal splint) AND (dental impression technique) OR (dental impression) OR (printing three dimensional) OR (Three-dimensional printing) OR (3D Printing) AND (accuracy))

4,531 results

((temporomandibular dysfunction temporomandibular joint disease) OR (temporomandibular joint diseases) OR (temporomandibular joint disorders) OR (temporomandibular joint dysfunction) OR (temporomandibular joint dysfunction syndrom) OR (temporomandibular joint pain) OR (temporomandibular joint syndrome) OR (temporomandibular joint disorder) AND (occlusal splint) OR (dental occlusal splint) OR (custom-made dental occlusal splint) OR (reusable dental occlusal splint) OR (dental stabilization splint) OR (interocclusal appliance) OR (night guard) OR (Occusal appliance) OR (Occusal splints) OR (Occusal stabilization splint) OR (Orthotic night guard) OR (Preformed dental occlusal splint) OR (Reusable preformed dental occlusal splint) AND (dental impression technique) OR (dental impression) OR (printing three dimensional) OR (Three-dimensional printing) OR (3D Printing) AND (precision))

4,488 results

((temporomandibular dysfunction temporomandibular joint disease) OR (temporomandibular joint diseases) OR (temporomandibular joint disorders) OR (temporomandibular joint dysfunction) OR (temporomandibular joint dysfunction syndrom) OR (temporomandibular joint pain) OR (temporomandibular joint syndrome) OR (temporomandibular joint disorder) AND (occlusal splint) OR (dental occlusal splint) OR (custom-made dental occlusal splint) OR (reusable dental occlusal splint) OR (dental stabilization splint) OR (interocclusal appliance) OR (night guard) OR (Occusal appliance) OR (Occusal splints) OR (Occusal stabilization splint) OR (Orthotic night guard) OR (Preformed dental occlusal splint) OR (Reusable preformed dental occlusal splint) AND (dental impression technique) OR (dental impression) OR (printing three dimensional) OR (Three-dimensional printing) OR (3D Printing) AND (trueness))

533 results

((temporomandibular dysfunction temporomandibular joint disease) OR (temporomandibular joint diseases) OR (temporomandibular joint disorders) OR (temporomandibular joint dysfunction) OR (temporomandibular joint dysfunction syndrom) OR (temporomandibular joint pain) OR (temporomandibular joint syndrome) OR (temporomandibular joint disorder) AND (occlusal splint) OR (dental occlusal splint) OR (custom-made dental occlusal splint) OR (reusable dental occlusal splint) OR (dental stabilization splint) OR (interocclusal appliance) OR (night guard) OR (Occusal appliance) OR (Occusal splints) OR (Occusal stabilization splint) OR (Orthotic night guard) OR (Preformed dental occlusal splint) OR (Reusable preformed dental occlusal splint) AND (dental impression technique) OR (dental impression) OR (printing three dimensional) OR (Three-dimensional printing) OR (3D Printing) AND (stability))

3,011 results

((temporomandibular dysfunction temporomandibular joint disease) OR (temporomandibular joint diseases) OR (temporomandibular joint disorders) OR (temporomandibular joint dysfunction) OR (temporomandibular joint dysfunction syndrom) OR (temporomandibular joint pain) OR (temporomandibular joint syndrome) OR (temporomandibular joint disorder) AND (occlusal splint) OR (dental occlusal splint) OR (custom-made dental occlusal splint) OR (reusable dental occlusal splint) OR (dental stabilization splint) OR (interocclusal appliance) OR (night guard) OR (Occusal appliance) OR (Occusal splints) OR (Occusal stabilization splint) OR (Orthotic night guard) OR (Preformed dental occlusal splint) OR (Reusable preformed dental occlusal splint) AND (dental impression technique) OR (dental impression) OR (printing three dimensional) OR (Three-dimensional printing) OR (3D Printing) AND (resistance))

1,563 results

31 de mayo del 2024

((occlusal splint) OR (dental occlusal splint) OR (custom-made dental occlusal splint) OR (reusable dental occlusal splint) OR (dental stabilization splint) OR (interocclusal appliance) OR (night guard) OR (Occusal appliance) OR (Occusal splints) OR (Occusal stabilization splint) OR (Orthotic night guard) OR (Preformed dental occlusal splint) OR (Reusable preformed dental occlusal splint) AND (dental impression technique) OR (dental impression) OR (printing three dimensional) OR (Three-dimensional printing) OR (3D Printing) AND (Biocompatibility) OR (cytotoxicity) OR (cell toxicity) OR (cytotoxic activity) OR (cytotoxic effect) OR (cytotoxic reaction) OR (accuracy) OR (precision) OR (trueness) OR (stability) OR (resistance))

4,100,847 results

((occlusal splint) OR (dental occlusal splint) OR (custom-made dental occlusal splint) OR (reusable dental occlusal splint) OR (dental stabilization splint) OR (interocclusal appliance) OR (night guard) OR (Occusal appliance) OR (Occusal splints) OR (Occusal stabilization splint) OR (Orthotic night guard) OR (Preformed dental occlusal splint) OR (Reusable preformed dental occlusal splint) AND (dental impression technique) OR (dental impression) OR (printing three dimensional) OR (Three-dimensional printing) OR (3D Printing) AND (cytotoxicity) OR (cell toxicity) OR (cytotoxic activity) OR (cytotoxic effect) OR (cytotoxic reaction) OR (Biocompatibility))

887,623 results

((occlusal splint) OR (dental occlusal splint) OR (custom-made dental occlusal splint) OR (reusable dental occlusal splint) OR (dental stabilization splint) OR (interocclusal appliance) OR (night guard) OR (Occusal appliance) OR (Occusal splints) OR (Occusal stabilization splint) OR (Orthotic night guard) OR (Preformed dental occlusal splint) OR (Reusable preformed dental occlusal splint) AND (dental impression technique) OR (dental impression) OR (printing three dimensional) OR (Three-dimensional printing) OR (3D Printing) AND (accuracy))

4,554 results

((occlusal splint) OR (dental occlusal splint) OR (custom-made dental occlusal splint) OR (reusable dental occlusal splint) OR (dental stabilization splint) OR (interocclusal appliance) OR (night guard) OR (Occusal appliance) OR (Occusal splints) OR (Occusal stabilization splint) OR (Orthotic night guard) OR (Preformed dental occlusal splint) OR (Reusable preformed dental occlusal splint) AND (dental impression technique) OR (dental impression) OR (printing three dimensional) OR (Three-dimensional printing) OR (3D Printing) AND (precision) OR (trueness))

6,428 results

((occlusal splint) OR (dental occlusal splint) OR (custom-made dental occlusal splint) OR (reusable dental occlusal splint) OR (dental stabilization splint) OR (interocclusal appliance) OR (night guard) OR (Occusal appliance) OR (Occusal splints) OR (Occusal stabilization splint) OR (Orthotic night guard) OR (Preformed dental occlusal splint) OR (Reusable preformed dental occlusal splint) AND (dental impression technique) OR (dental impression) OR (printing three dimensional) OR (Three-dimensional printing) OR (3D Printing) AND (stability))

3,032 results

((occlusal splint) OR (dental occlusal splint) OR (custom-made dental occlusal splint) OR (reusable dental occlusal splint) OR (dental stabilization splint) OR (interocclusal appliance) OR (night guard) OR (Occusal appliance) OR (Occusal splints) OR (Occusal stabilization splint) OR (Orthotic night guard) OR (Preformed dental occlusal splint) OR (Reusable preformed dental occlusal splint) AND (dental impression technique) OR (dental impression) OR (printing three dimensional) OR (Three-dimensional printing) OR (3D Printing) AND (resistance))

1,578 results

3 de JUNIO DEL 2024

((occlusal splint) OR (dental occlusal splint) OR (custom-made dental occlusal splint) OR (dental stabilization splint) OR (interocclusal appliance) OR (Occusal appliance) OR (Occusal splints) OR (Occusal stabilization splint) AND (dental impression technique) OR (dental impression) OR (printing three dimensional) OR (Three-dimensional printing) OR (3D Printing) AND (Biocompatibility) OR (cytotoxicity) OR (cell toxicity) OR (cytotoxic activity) OR (cytotoxic effect) OR (cytotoxic reaction) OR (accuracy) OR (precision) OR (trueness) OR (stability) OR (resistance))

4,102,702 results

((occlusal splint) OR (dental occlusal splint) OR **custom-made dental occlusal splint**) OR (dental stabilization splint) OR (interocclusal appliance) OR (Occusal appliance) OR (Occusal splints) OR (Occusal stabilization splint) AND (dental impression technique) OR (dental impression) OR (printing three dimensional) OR (Three-dimensional printing) OR (3D Printing) AND (accuracy))

4,560 results

((occlusal splint) OR (dental occlusal splint) OR **custom-made dental occlusal splint**) OR (dental stabilization splint) OR (interocclusal appliance) OR (Occusal appliance) OR (Occusal splints) OR (Occusal stabilization splint) AND (dental impression technique) OR (dental impression) OR (printing three dimensional) OR (Three-dimensional printing) OR (3D Printing) AND (precision) OR (trueness))

6,437 results

((occlusal splint) OR (dental occlusal splint) OR **custom-made dental occlusal splint**) OR (dental stabilization splint) OR (interocclusal appliance) OR (Occusal appliance) OR (Occusal splints) OR (Occusal stabilization splint) AND (dental impression technique) OR (dental impression) OR (printing three dimensional) OR (Three-dimensional printing) OR (3D Printing) AND (stability))

3,034 results

((occlusal splint) OR (dental occlusal splint) OR **custom-made dental occlusal splint**) OR (dental stabilization splint) OR (interocclusal appliance) OR (Occusal appliance) OR (Occusal splints) OR (Occusal stabilization splint) AND (dental impression technique) OR (dental impression) OR (printing three dimensional) OR (Three-dimensional printing) OR (3D Printing) AND (resistance))

1,579 results

JULIO

ULTIMA BUSQUEDA AÑADIENDO MAS TERMINOS INTERMEDIOS Y RETIRANDO CUSTOM-MADE DENTAL OCCLUSAL SPLINT

PUBMED

((occlusal splint) OR (dental occlusal splint) OR (dental stabilization splint) OR (interocclusal appliance) OR (Occusal appliance) OR (Occusal splints) OR (Occusal stabilization splint) AND (Three-dimensional printing) OR (3 Dimensional Printing) OR (3-D Printing) OR (3D Printing) OR (Printing, 3-Dimensional) OR (Printing, Three Dimensional) OR (Printing, 3-D) OR (dental impression) OR (3-Dimensional Printing) OR (Printing, 3D) OR (Three Dimensional Printing) OR (Dental impression technique) AND (Biocompatibility) OR (cytotoxicity) OR (cell toxicity) OR (cytotoxic activity) OR (cytotoxic effect) OR (cytotoxic reaction) OR (accuracy) OR (precision) OR (trueness) OR (stability) OR (resistance))

4,102,702 results

((occlusal splint) OR (dental occlusal splint) OR (dental stabilization splint) OR (interocclusal appliance) OR (Occusal appliance) OR (Occusal splints) OR (Occusal stabilization splint) AND (Three-dimensional printing) OR (3 Dimensional Printing) OR (3-D Printing) OR (3D Printing) OR (Printing, 3-Dimensional) OR (Printing, Three Dimensional) OR (Printing, 3-D) OR (dental impression) OR (3-Dimensional Printing) OR (Printing, 3D) OR (Three Dimensional Printing) OR (Dental impression technique) AND (accuracy))

4,560 results

((occlusal splint) OR (dental occlusal splint) OR (dental stabilization splint) OR (interocclusal appliance) OR (Occusal appliance) OR (Occusal splints) OR (Occusal stabilization splint) AND (Three-dimensional printing) OR (3 Dimensional Printing) OR (3-D Printing) OR (3D Printing) OR (Printing, 3-Dimensional) OR (Printing, Three Dimensional) OR (Printing, 3-D) OR (dental impression) OR (3-Dimensional Printing) OR (Printing, 3D) OR (Three Dimensional Printing) OR (Dental impression technique) AND (precision) OR (trueness))

6,437 results

((occlusal splint) OR (dental occlusal splint) OR (dental stabilization splint) OR (interocclusal appliance) OR (Occusal appliance) OR (Occusal splints) OR (Occusal stabilization splint) AND (Three-dimensional printing) OR (3 Dimensional Printing) OR (3-D Printing) OR (3D Printing) OR (Printing, 3-Dimensional) OR (Printing, Three Dimensional) OR (Printing, 3-D) OR (dental impression) OR (3-Dimensional Printing) OR (Printing, 3D) OR (Three Dimensional Printing) OR (Dental impression technique) AND (stability))

3,034 results

((occlusal splint) OR (dental occlusal splint) OR (dental stabilization splint) OR (interocclusal appliance) OR (Occusal appliance) OR (Occusal splints) OR (Occusal stabilization splint) AND (Three-dimensional printing) OR (3 Dimensional Printing) OR (3-D Printing) OR (3D Printing) OR (Printing, 3-Dimensional) OR

((Printing, Three Dimensional) OR (Printing, 3-D) OR (dental impression) OR (3-Dimensional Printing) OR (Printing, 3D) OR (Three Dimensional Printing) OR (Dental impression technique) AND (resistance))
1,579 results

SCOPUS

((occlusal AND splint) OR (dental AND occlusal AND splint) OR (dental AND stabilization AND splint) OR (interocclusal AND appliance) OR (Occusal AND appliance) OR (Occusal AND splints) OR (Occusal AND stabilization AND splint) AND (Three-dimensional AND printing) OR (3 Dimensional AND Printing) OR (3-D AND Printing) OR (3D AND Printing) OR (Printing AND, 3-Dimensional) OR (Printing, Three Dimensional) OR (Printing, 3-D) OR (dental impression) OR (3-Dimensional AND Printing) OR (Printing, AND 3D) OR (Three AND Dimensional AND Printing) OR (Dental AND impression AND technique) AND (Biocompatibility) OR (cytotoxicity) OR (cell toxicity) OR (cytotoxic activity) OR (cytotoxic effect) OR (cytotoxic reaction) OR (accuracy) OR (precision) OR (trueness) OR (stability) OR (resistance))
71 RESULTS

((occlusal AND splint) OR (dental AND occlusal AND splint) OR (dental AND stabilization AND splint) OR (interocclusal AND appliance) OR (Occusal AND appliance) OR (Occusal AND splints) OR (Occusal AND stabilization AND splint) AND (Three-dimensional AND printing) OR (3 Dimensional AND Printing) OR (3-D AND Printing) OR (3D AND Printing) OR (Printing AND, 3-Dimensional) OR (Printing, Three Dimensional) OR (Printing, 3-D) OR (dental impression) OR (3-Dimensional AND Printing) OR (Printing, AND 3D) OR (Three AND Dimensional AND Printing) OR (Dental AND impression AND technique) AND (accuracy))
33 RESULTS

((occlusal AND splint) OR (dental AND occlusal AND splint) OR (dental AND stabilization AND splint) OR (interocclusal AND appliance) OR (Occusal AND appliance) OR (Occusal AND splints) OR (Occusal AND stabilization AND splint) AND (Three-dimensional AND printing) OR (3 Dimensional AND Printing) OR (3-D AND Printing) OR (3D AND Printing) OR (Printing AND, 3-Dimensional) OR (Printing, Three Dimensional) OR (Printing, 3-D) OR (dental impression) OR (3-Dimensional AND Printing) OR (Printing, AND 3D) OR (Three AND Dimensional AND Printing) OR (Dental AND impression AND technique) AND (precision) OR (trueness))
19 RESULTS

((occlusal AND splint) OR (dental AND occlusal AND splint) OR (dental AND stabilization AND splint) OR (interocclusal AND appliance) OR (Occusal AND appliance) OR (Occusal AND splints) OR (Occusal AND stabilization AND splint) AND (Three-dimensional AND printing) OR (3 Dimensional AND Printing) OR (3-D AND Printing) OR (3D AND Printing) OR (Printing AND, 3-Dimensional) OR (Printing, Three Dimensional) OR (Printing, 3-D) OR (dental impression) OR (3-Dimensional AND Printing) OR (Printing, AND 3D) OR (Three AND Dimensional AND Printing) OR (Dental AND impression AND technique) AND (stability))
8 RESULTS

((occlusal AND splint) OR (dental AND occlusal AND splint) OR (dental AND stabilization AND splint) OR (interocclusal AND appliance) OR (Occusal AND appliance) OR (Occusal AND splints) OR (Occusal AND stabilization AND splint) AND (Three-dimensional AND printing) OR (3 Dimensional AND Printing) OR (3-D AND Printing) OR (3D AND Printing) OR (Printing AND, 3-Dimensional) OR (Printing, Three Dimensional) OR (Printing, 3-D) OR (dental impression) OR (3-Dimensional AND Printing) OR (Printing, AND 3D) OR (Three AND Dimensional AND Printing) OR (Dental AND impression AND technique) AND (resistance))
11 RESULTS

WEB OF SCIENCE

(TS=("occlusal splint") OR TS=("dental occlusal splint") OR TS=("dental stabilization splint") OR TS=("interocclusal appliance") OR TS=("Occusal appliance") OR TS=("Occusal splints") OR TS =("Occusal stabilization splint")) AND (TS=("Three-dimensional printing") OR TS=("3 Dimensional Printing") OR TS=("3-D Printing") OR TS=("3D Printing") OR TS=("Printing, 3-Dimensional") OR TS=("Printing, Three Dimensional") OR TS=("Printing, 3-D") OR TS=("dental impression") OR TS=("3-Dimensional Printing") OR TS=("Printing, 3D") OR TS=("Three Dimensional Printing") OR TS=("Dental impression technique")) AND (TS=("Biocompatibility") OR TS=("cytotoxicity") OR TS=("cell toxicity") OR TS=("cytotoxic activity") OR TS=("cytotoxic effect") OR TS=("cytotoxic reaction") OR TS=("accuracy") OR TS=("precision") OR TS=("trueness") OR TS=("stability") OR TS=("resistance"))

25 resultados

(TS=("occlusal splint") OR TS=("dental occlusal splint") OR TS=("dental stabilization splint") OR TS=("interocclusal appliance") OR TS=("Occusal appliance") OR TS=("Occusal splints") OR TS=("Occusal stabilization splint")) AND (TS=("Three-dimensional printing") OR TS=("3 Dimensional Printing") OR TS=("3-D Printing") OR TS=("3D Printing") OR TS=("Printing, 3-Dimensional") OR TS=("Printing, Three Dimensional") OR TS=("Printing, 3-D") OR TS=("dental impression") OR TS=("3-Dimensional Printing") OR TS=("Printing, 3D") OR TS=("Three Dimensional Printing") OR TS=("Dental impression technique")) AND (TS=("accuracy"))

11 RESULTADOS

(TS=("occlusal splint") OR TS=("dental occlusal splint") OR TS=("dental stabilization splint") OR TS=("interocclusal appliance") OR TS=("Occusal appliance") OR TS=("Occusal splints") OR TS=("Occusal stabilization splint")) AND (TS=("Three-dimensional printing") OR TS=("3 Dimensional Printing") OR TS=("3-D Printing") OR TS=("3D Printing") OR TS=("Printing, 3-Dimensional") OR TS=("Printing, Three Dimensional") OR TS=("Printing, 3-D") OR TS=("dental impression") OR TS=("3-Dimensional Printing") OR TS=("Printing, 3D") OR TS=("Three Dimensional Printing") OR TS=("Dental impression technique")) AND (TS=("precision") OR TS=("trueness"))

8 RESULTADOS

(TS=("occlusal splint") OR TS=("dental occlusal splint") OR TS=("dental stabilization splint") OR TS=("interocclusal appliance") OR TS=("Occusal appliance") OR TS=("Occusal splints") OR TS=("Occusal stabilization splint")) AND (TS=("Three-dimensional printing") OR TS=("3 Dimensional Printing") OR TS=("3-D Printing") OR TS=("3D Printing") OR TS=("Printing, 3-Dimensional") OR TS=("Printing, Three Dimensional") OR TS=("Printing, 3-D") OR TS=("dental impression") OR TS=("3-Dimensional Printing") OR TS=("Printing, 3D") OR TS=("Three Dimensional Printing") OR TS=("Dental impression technique")) AND (TS=("stability"))

1 RESULTADO

(TS=("occlusal splint") OR TS=("dental occlusal splint") OR TS=("dental stabilization splint") OR TS=("interocclusal appliance") OR TS=("Occusal appliance") OR TS=("Occusal splints") OR TS=("Occusal stabilization splint")) AND (TS=("Three-dimensional printing") OR TS=("3 Dimensional Printing") OR TS=("3-D Printing") OR TS=("3D Printing") OR TS=("Printing, 3-Dimensional") OR TS=("Printing, Three Dimensional") OR TS=("Printing, 3-D") OR TS=("dental impression") OR TS=("3-Dimensional Printing") OR TS=("Printing, 3D") OR TS=("Three Dimensional Printing") OR TS=("Dental impression technique")) AND (TS=("resistance"))

10 RESULTADOS

EMBASE

("occlusal splint" OR "dental occlusal splint" OR "dental stabilization splint" OR "interocclusal appliance" OR "Occusal appliance" OR "Occusal splints" OR "Occusal stabilization splint" AND ("Three-dimensional printing" OR "3 Dimensional Printing" OR "3-D Printing" OR "3D Printing" OR "Printing, 3-Dimensional" OR "Printing, Three Dimensional" OR "Printing, 3-D" OR "dental impression" OR "3-Dimensional Printing" OR "Printing, 3D" OR "Three Dimensional Printing" OR "Dental impression technique" AND "Biocompatibility" OR "cytotoxicity" OR "cell toxicity" OR "cytotoxic activity" OR "cytotoxic effect" OR "cytotoxic reaction" OR "accuracy" OR "precision" OR "trueness" OR "stability" OR "resistance"))

("occlusal splint" OR "dental occlusal splint" OR "dental stabilization splint" OR "interocclusal appliance" OR "Occusal appliance" OR "Occusal splints" OR "Occusal stabilization splint" AND ("Three-dimensional printing" OR "3 Dimensional Printing" OR "3-D Printing" OR "3D Printing" OR "Printing, 3-Dimensional" OR "Printing, Three Dimensional" OR "Printing, 3-D" OR "dental impression" OR "3-Dimensional Printing" OR "Printing, 3D" OR "Three Dimensional Printing" OR "Dental impression technique" AND "accuracy"))

("occlusal splint" OR "dental occlusal splint" OR "dental stabilization splint" OR "interocclusal appliance" OR "Occusal appliance" OR "Occusal splints" OR "Occusal stabilization splint" AND ("Three-dimensional printing" OR "3 Dimensional Printing" OR "3-D Printing" OR "3D Printing" OR "Printing, 3-Dimensional" OR "Printing, Three Dimensional" OR "Printing, 3-D" OR "dental impression" OR "3-Dimensional Printing" OR "Printing, 3D" OR "Three Dimensional Printing" OR "Dental impression technique" AND "precision" OR "trueness"))

("occlusal splint" OR "dental occlusal splint" OR "dental stabilization splint" OR "interocclusal appliance" OR "Occusal appliance" OR "Occusal splints" OR "Occusal stabilization splint" AND ("Three-dimensional printing" OR "3 Dimensional Printing" OR "3-D Printing" OR "3D Printing" OR "Printing, 3-Dimensional" OR "Printing, Three Dimensional" OR "Printing, 3-D" OR "dental impression" OR "3-Dimensional Printing" OR "Printing, 3D" OR "Three Dimensional Printing" OR "Dental impression technique" AND "stability")

("occlusal splint" OR "dental occlusal splint" OR "dental stabilization splint" OR "interocclusal appliance" OR "Occusal appliance" OR "Occusal splints" OR "Occusal stabilization splint" AND ("Three-dimensional printing" OR "3 Dimensional Printing" OR "3-D Printing" OR "3D Printing" OR "Printing, 3-Dimensional" OR "Printing, Three Dimensional" OR "Printing, 3-D" OR "dental impression" OR "3-Dimensional Printing" OR "Printing, 3D" OR "Three Dimensional Printing" OR "Dental impression technique" AND "resistance")