



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

BENEFICIOS DEL USO DE ESCÁNER INTRAORAL PARA
LA ELABORACIÓN DE LA FÉRULA RÍGIDA COMO
TRATAMIENTO DE LA ATM.

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N O D E N T I S T A

P R E S E N T A :

ALFREDO ANAYA RUIZ

TUTOR: Mtro. NICOLÁS PACHECO GUERRERO
ASESORA: Dra. VICTORIA VANESSA ROCHA GARFIAS

MÉXICO, Cd. Mx.

2022



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



AGRADECIMIENTOS.

Agradezco a Dios por acompañarme en cada paso, no solamente de mi carrera, sino a lo largo de toda mi vida y me ha guiado para tomar las decisiones necesarias que me permiten estar hoy aquí.

A mis papás y mi hermana, a quienes les debo todo, ellos han estado ahí para mí en todos los aspectos. Han sido una parte muy importante de mi aprendizaje siendo mis pacientes y demostrándome lo que significa la confianza y el amor. Por un lado, me han apoyado en los momentos más difíciles y por otro, celebran siempre cada uno de mis logros como si fuera suyo y me motivan siempre a dar más de mí y buscar superarme. No me alcanzaría la vida para agradecerles, no veo cómo podría haberlo logrado sin su apoyo. Ellos son mi ejemplo, mi guía y el pilar más fuerte e importante de mi vida.

A Ximena, quien todos los días me da ánimos para seguir aprendiendo y me hace saber que está ahí para mí. Agradezco enormemente su amor, no importa la distancia, siempre la siento conmigo y sé que cuento con su apoyo para alcanzar cada cosa que me proponga y sé que lo celebra como si estuviera aquí.

Al doctor Nicolás Pacheco Guerrero y a la doctora Victoria Vanessa Rocha Garfias, con quienes estoy profundamente agradecido por aceptar llevar este tema conmigo y muy feliz que ustedes sean parte de él. Gracias por guiarme y compartir conmigo sus conocimientos.



A mis amigos y amigas de la carrera, en especial a Rosa Isela, Camila, Paola y Alondra, porque siempre estuvimos juntos haciendo un poco menos pesada la carrera y tratando de ser un apoyo en los días difíciles.

A todos mis amigos con los que caminé a la par durante el tiempo que estuvimos en la universidad aunque estudiáramos diferentes carreras.

A todos mis pacientes durante mis años de estudio, que depositaron su confianza en mí sin dudarlo.

A todos ustedes, muchas gracia



Índice.

1. Introducción.	5
2. Biomecánica de la articulación temporomandibular (ATM) y diferentes trastornos temporomandibulares (TTM).	6
2.1 Rotación y traslación.	8
2.2 Planos de referencia.	9
2.2.1 Horizontal.	10
2.2.2 Frontal.	12
2.2.3 Sagital.	13
2.3 TTM y bruxismo.	13
3. Férulas oclusales.	17
3.1 Antecedentes de la férula oclusal.	19
3.2 Indicaciones para su uso y mecanismo de acción.	20
3.3 Tipos de férulas oclusales.	22
3.3.1 Elaboración convencional.	26
4. Escáner intraoral.	30
4.1 Antecedentes del escáner intraoral.	31
4.2 Funcionamiento.	33
4.3 Tipos de escáneres intraorales.	35
4.4 Aplicaciones del escáner intraoral y tecnología CAD/CAM en distintas áreas de la odontología.	37



5. Elaboración de férulas oclusales por medio del uso de escáner intraoral y sistemas CAD/CAM.	39
6. Conclusiones.	41
Referencias bibliográficas.	43
Anexos.	48



1. Introducción.

En odontología cada día se está en busca del progreso a través de nuevas técnicas y nuevos materiales, con el fin de lograr una práctica mucho más predecible, protocolizada y sobre todo para lograr tratamientos con un ajuste más preciso. Existen tratamientos, materiales y técnicas que, aunque han quedado en el pasado, han sido de gran ayuda para crear las bases para la invención y uso de los nuevos, sin embargo muchos otros actualmente todavía son esenciales y no se han logrado reemplazar o simplemente no ha sido necesario ya que se logran los resultados deseados perfectamente mediante su uso, es decir, siguen vigentes en la odontología actual.

En el caso de las impresiones dentales, a pesar del avance tecnológico, la técnica convencional sigue ejecutándose y en muchos casos sigue siendo la técnica de primera elección ya que su uso no está contraindicado o prohibido y los materiales que se utilizan no dejan de dar muy buenos resultados, pese a ello, el progreso de la tecnología y su uso en el área odontológica ha logrado que hoy en día se cuente con dispositivos capaces de reducir los tiempos en la práctica dental, especialmente en áreas como rehabilitación oral, ortodoncia y cirugía maxilofacial. Estos dispositivos son los escáneres intraorales y los sistemas de diseño y manufactura asistidos por computadora, mejor conocidos como CAD/CAM, que desde hace más de tres décadas llegaron para revolucionar la práctica dental.

Con ayuda del escáner intraoral, se obtiene una impresión digital de las diferentes estructuras que se desee reproducir y de este modo se puede evitar el uso de la técnica de impresión convencional utilizando portaimpresiones y materiales de impresión, que como se menciona anteriormente, sigue siendo una técnica válida y vigente, pero es importante



conocer alternativas que puedan brindar mayores beneficios para pacientes con trastornos temporomandibulares.

Por esta razón, en este trabajo se busca identificar las ventajas que tiene el uso de escáneres intraorales para poder elaborar férulas oclusales, en especial para los pacientes que presenten alguna alteración en la articulación temporomandibular. Asimismo se describe el funcionamiento de estos escáneres y algunas otras aplicaciones que tiene en la odontología moderna en conjunto con sistemas de diseño y manufactura.

2. Biomecánica de la articulación temporomandibular (ATM) y diferentes trastornos temporomandibulares (TTM).

Para lograr conocer y comprender los trastornos relacionados a la articulación temporomandibular, es pertinente describir las estructuras que la conforman y su mecanismo, ya que deben de ser tomadas en cuenta en todo momento para la elección y planeación de un tratamiento adecuado, dependiendo siempre del caso particular de cada paciente. Sobre todo debemos considerar que, más allá de la anatomía articular, también los músculos y ligamentos son de suma importancia para comprender el funcionamiento del complejo de la ATM, la cual es el área en la cual el hueso temporal del cráneo y la mandíbula se articulan.

La articulación temporomandibular es de las más complejas de todo nuestro cuerpo, al ser una doble articulación de una misma estructura ósea como es la mandíbula, es considerada una articulación bicondilar, ya que estas dos superficies de la rama ascendente mandibular que se articulan a los huesos temporales del cráneo, cada articulación cuenta con la capacidad de actuar

de manera simultánea y sin la ayuda de la otra.^{1,2} Estas superficies cuentan con una protección que le dan los ligamentos intra y extracapsulares.²



Imagen 1. Componentes óseos Articulación temporomandibular, vista lateral. Fosa mandibular, tubérculo articular y cóndilo mandibular. Ilustración obtenida de: Fuentes Fernández RE, Ottone Capiello NE. Anatomía de la articulación temporomandibular. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP); 2021.

También se puede decir que es una articulación compuesta, lo cual significa que debe contar con la presencia de tres huesos.¹ Especialmente la ATM cuenta únicamente con dos estructuras óseas, el cóndilo mandibular y el tubérculo articular de la fosa mandibular³ y, al ser convexas ambas superficies, no pueden adaptarse⁴, sin embargo existe una tercer estructura que, a pesar de no ser anatómicamente un hueso, actúa como tal al permitir los movimientos que la definen como compuesta, y esta estructura es el disco articular que tiene la función de evitar que se genere directamente un contacto óseo entre el cóndilo mandibular y la cavidad glenoidea, que en caso de no existir dicha estructura, podría generarse una luxación.^{1,2}



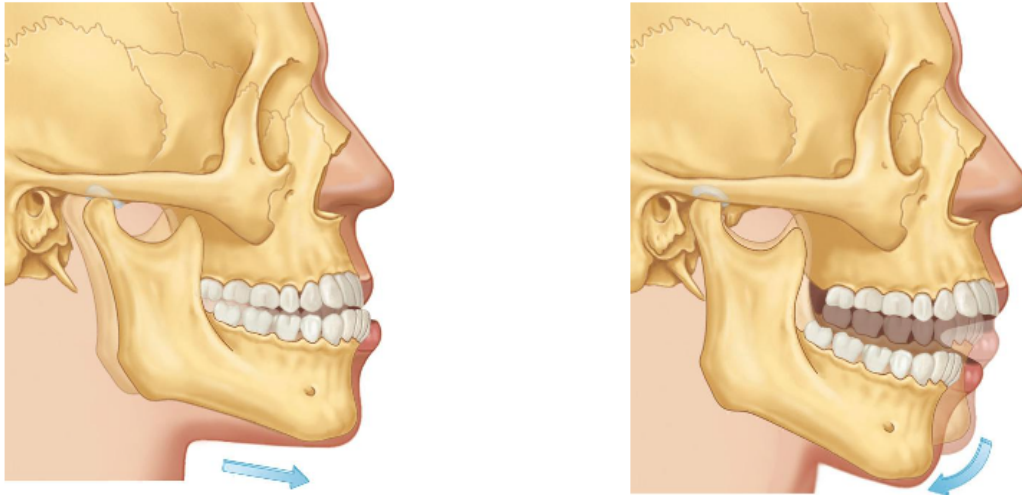
Por esa razón se podría de igual forma clasificar como una articulación sinovial ginglimoide modificada temporal. Es una articulación artrodial por su capacidad de permitir que existan movimientos de deslizamiento y a su vez permitir un movimiento mandibular de bisagra, de este modo podemos llamarla ginglimoartrodial.¹

Los movimientos mandibulares que llevamos a cabo en nuestra vida diaria son básicamente los de lateralidad, apertura y cierre.²

2.1 Rotación y traslación.

El movimiento de traslación, se produce en el momento en que los cóndilos mandibulares realizan un desplazamiento hacia abajo y adelante por el tubérculo mandibular o proceso cigomático del temporal, es decir, cuando se desplaza logrando un movimiento de atrás hacia adelante, como en la protrusión.^{1,5} La traslación ocurre entre la superficie inferior de la cavidad glenoidea y la superficie superior del disco articular.¹

Por otro lado, tenemos el movimiento de rotación mandibular sobre el disco articular, el cual es generado gracias a la unión de ambas estructuras por medio de los ligamentos laterales y mediales discales.⁵ Puede ocurrir al abrir y cerrar la boca alrededor de un eje fijo (en los cóndilos mandibulares). La rotación se realiza entre la superficie superior del cóndilo y la superficie inferior del disco articular y se puede producir en los tres planos de referencia, los cuales son horizontal, frontal y sagital.^{1,5}



Imágenes 2 y 3. Movimiento de traslación de la mandíbula(2) y Movimiento de rotación alrededor de un punto fijo en el cóndilo(3). Ilustraciones obtenidas de: Okeson J. Management of Temporomandibular Disorders and Oclusion. 7ª. Ed. España: Mosby Elsevier, 2013.

Ambos movimientos involucran al cóndilo de la mandíbula y al disco o cápsula articular, los cuales forman al complejo cóndilo-disco, que a su vez son tejidos que rodean la cavidad sinovial inferior, y éste es a lo que Dawson llama la biomecánica mandibular.^{5,6} Si existe una combinación de los movimientos de rotación y traslación, provocaría lo que conocemos como apertura máxima, tomando en cuenta que una apertura normal promedio es de 40mm y la apertura máxima podría llegar a aproximadamente 77mm, existiendo una diferencia de alrededor de 5mm entre mujeres y hombres adultos.⁷

2.2 Planos de referencia.

Con la mayoría de los movimientos de la mandíbula ocurren de manera conjunta la traslación y la rotación, y a su vez ésta se lleva a cabo en tres planos de referencia, los cuales son el horizontal, el vertical o frontal y el sagital.¹ Estos planos facilitan el estudio de los movimientos mandibulares y condilares.

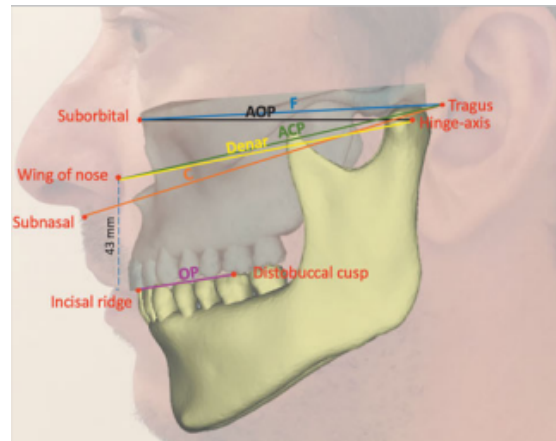


Imagen 4. Representación de planos de referencia horizontales utilizados en los estudios. Ilustración obtenida de: Mathilde Bapelle, DDS/Julien Dubromez, DDS/Charles Savoldelli, DDS, PhD/Yannick Tillier, PhD/ Elodie Ehrmann, DDS. Update on the parameters influencing the adjustment of the sagittal and transversal condylar inclination of dental articulators. Quintessence. 2022;53(1):78–88.

2.2.1 Plano horizontal.

El movimiento que se realiza alrededor de este eje es denominado comúnmente como un movimiento de bisagra, ya que con él, se lleva a cabo la apertura y cierre.^{1,5}

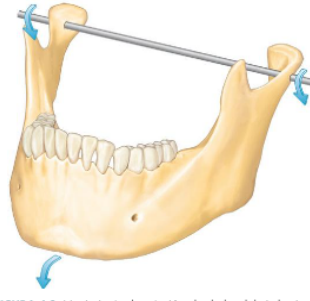


Imagen 5. Movimiento de rotación alrededor del eje horizontal. Ilustración obtenida de: Okeson J. Management of Temporomandibular Disorders and Oclusion. 7^a. Ed. España: Mosby Elsevier, 2013.

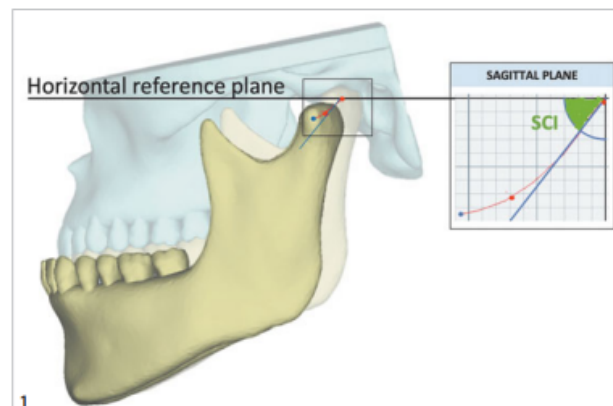


Imagen 6. Representación de planos de referencia horizontales utilizados en los estudios. Ilustración obtenida de: Mathilde Bapelle, DDS/Julien Dubromez, DDS/Charles Savoldelli, DDS, PhD/Yannick Tillier, PhD/ Elodie Ehrmann, DDS. Update on the parameters influencing the adjustment of the sagittal and transversal condylar inclination of dental articulators. Quintessence. 2022;53(1):78–88.

Cuando los cóndilos mandibulares se encuentran en la posición más alta en las cavidades glenoideas y la apertura se realiza con una rotación pura, se denomina el eje de bisagra terminal. A diferencia de los demás movimientos, éste no se acompaña con un movimiento de traslación aunado al de rotación, y no es común funcionalmente.¹

2.2.2 Plano frontal o vertical.

El movimiento que se produce en el eje frontal, no se realiza ni ocurre naturalmente, ya que este movimiento es posible gracias a que uno de los dos cóndilos mandibulares es desplazado hacia delante hasta salir de posición de bisagra terminal, mientras que el otro permanece ahí. Dicho movimiento es conocido como movimiento de lateralidad.¹

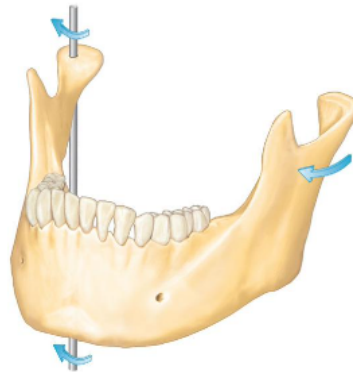


Imagen 7. Movimiento de rotación alrededor del eje frontal (vertical). Ilustración obtenida de: Okeson J. Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion. 7^a. Ed. España: Mosby Elsevier, 2013.

Lo que ocurre durante un movimiento de lateralidad más detalladamente es que uno de los dos cóndilos, el cual es llamado cóndilo de trabajo o de

rotación, únicamente rota hacia la parte distal de la cavidad glenoidea y el cóndilo del lado opuesto también rota pero lo acompaña un movimiento con el que se desplaza hacia delante y hacia el lado contrario, por lo que es considerado como cóndilo de no trabajo, orbitante o de balance, ya que no está realizando un movimiento funcional.^{1,8}

2.2.3 Plano sagital.

Cuando uno de los cóndilos se desplaza hacia abajo y hacia adelante, específicamente el cóndilo orbitante o de balance, mientras que el del lado contrario permanece en la posición de bisagra terminal.^{1,5}

El cóndilo es limitado por medio de músculos y ligamentos para no realizar un movimiento inferior o luxación, por lo tanto este movimiento ocurre en conjunto con otros (no naturalmente).¹

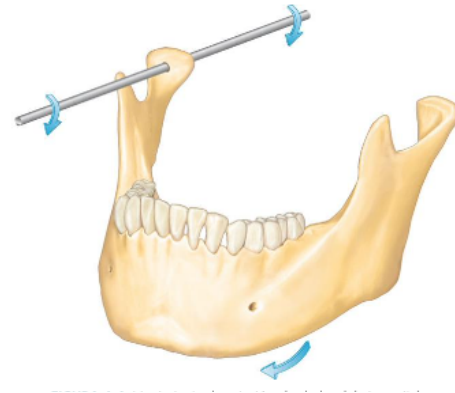


Imagen 8. Movimiento de rotación alrededor del eje sagital. Ilustración obtenida de: Okeson J. Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion. 7^a. Ed. España: Mosby Elsevier, 2013.

2.3 Trastornos temporomandibulares y bruxismo.

Los TTM son un conjunto de diversos problemas clínicos dañando a los músculos de masticación, a las articulaciones temporomandibulares o incluso a ambas. Son la causa principal de dolores en la región orofacial y que no



tiene un origen dental, además de presentarse por medio de síntomas muy variados que están relacionados principalmente con la intensidad con la que el paciente lo refiere y su localización, por ejemplo, es común que el dolor sea directamente en los músculos masticatorios, la presencia de fatiga, movimientos mandibulares asimétricos o limitados, dolores articulares (ATM), así como ruidos.^{8,9}

Algunos de los factores son comúnmente las alteraciones en la ATM y alteraciones musculares, pero también pueden estar relacionados los traumatismos, el estrés, los trastornos oclusales, así como actividades parafuncionales. También los factores genéticos, psicosociales, edad y género juegan un papel importante, ya que se considera que afectan a más del 50% de la población mundial, más específicamente alrededor del 80% de la población en general tiene algún signo de TTM, mayormente entre los 20 y 40 años de edad y afecta más a mujeres que a hombres.^{10,11}

Podríamos clasificar a los TTM básicamente de la siguiente manera, como se muestra en la tabla (tabla 1).⁹

- Trastornos por alteración del complejo cóndilo discal.
- Trastornos de los músculos de la masticación.
- Trastornos por inflamación de la ATM.
- Trastornos de crecimiento.
- Trastorno de hipomovilidad mandibular crónica.

COMPLEJO CÓNDILO DISCAL.	MÚSCULOS DE LA MASTICACIÓN.	INFLAMACIÓN DE LA ATM.	CRECIMIENTO	HIPOMOVILIDAD MANDIBULAR CRÓNICA.
-Adherencia.	-Rigidez.	-Artritis.	Óseo:	



-Alteraciones anatómicas/estructurales. -Luxación discal. -Luxación o subluxación mandibular.	-Irritación muscular local. -Espasmos musculares. -Dolor miofacial o miositis.	-Sinovitis. -Retrodiscitis. -Capsulitis. -Tendinitis.	-Agenesia. -Hipoplasia. -Hiperplasia. -Neoplasia. Muscular: -Hipertrofia. -Hipotrofia. -Neoplasia.	-Pseudoanquilosis. -Fibrosis capsular. -Anquilosis.
---	--	--	---	---

Tabla 1. Elaboración propia. Información obtenida de: Lescas Méndez O, Hernández ME, Sosa A, Sánchez M, Ugalde-Iglesias C, Ubaldo-Reyes L, et al. Trastornos temporomandibulares: Complejo clínico que el médico general debe conocer y saber manejar. Cátedra especial “Dr. Ignacio Chávez”. Rev Fac Med Univ Nac Auton Mex [Internet]. 2012

El bruxismo después de ser considerado una parasomnia y un hábito, que estaba asociado a micro despertares, es decir, episodios en los que se las personas que lo padecen, despiertan durante la noche, pasó a ser definido como un trastorno del movimiento estereotipado en el cual existe un rechinar o apriete dental y éste ocurre durante el sueño según la Academia Americana de Medicina del Sueño y puede coexistir con otros trastornos, precipitándolos o permitiéndoles perpetuar, siendo de igual manera considerado el bruxismo como un trastorno.¹²

Es uno de los desórdenes funcionales dentarios más complejos y destructivos. Es realizado de manera inconsciente por los individuos que lo padecen. Inicialmente con el bruxismo se desgasta el esmalte, el cuál es el

tejido de mayor dureza en el cuerpo humano, y éste es el signo de mayor importancia.^{12,14}



Imagen 9. Ejemplo de atrición en bordes incisales y caras oclusales. Fotografía obtenida de: wear. T. Bruxismo y desgaste dental [Internet]. Medigraphic.com. [citado el 18 de enero de 2023]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2015/od152g.pdf>

Hasta ahora no se tiene completamente claro cuáles son los mecanismos por los cuales se desarrolla el bruxismo ni qué lo genera, pero se le atribuye a algunos factores periféricos como son los contactos dentales prematuros e interferencias oclusales, y en cuanto a factores centrales, se le atribuye al estrés y a los rasgos de personalidad. El bruxismo también ha sido relacionado con procesos neurofisiológicos, pero así como no se tiene completamente clara la etiología, la realidad es que en la actualidad no existen métodos con los que se pueda asegurar que se elimine el bruxismo

permanentemente, pero es común que se utilicen las férulas oclusales como tratamiento, a pesar de no conocer con certeza su efecto en el bruxismo.¹²

3. Férulas oclusales.

Las férulas, en general, son dispositivos rígidos, que se utilizan en zonas del



cuerpo con lesiones en donde se requiera mantener en una posición adecuada e inmovilizar, éstas se ocupan generalmente las zonas corporales en donde existe mayor movilidad.¹⁵

Imagen 10. Síndrome del túnel carpiano paciente después de la operación de cirugía plástica - Fotografía de stock, libre de derechos, obtenida de: Choja, Colección E+ [171136218](#)

Las férulas oclusales son dispositivos fabricados de resina acrílica, rígidos, removibles, que deben cubrir los dientes de las arcadas dentales (superior o inferior).^{1,16}

En la actualidad, son uno de los tratamientos más conservadores, es decir, menos invasivos, así como reversibles, indicados para pacientes que padecen bruxismo o trastornos de la articulación temporomandibular. Su principal propósito terapéutico es modificar el estado condilar, además de buscar estabilidad oclusal, disminuir hiperactividad y dolor muscular, así

como facial, y lograr una desprogramación muscular para obtener una mejoría en la relación estructural de la ATM.



Imagen 11. Férula profesional en modelo de yeso - Fotografía de stock. Libre de derechos, obtenida de: Christine Von Diepenbroek. Colección Moment. Alemania. [professional-splint-on-plaster-model.jpg](#)

Estas férulas también son conocidas como planos, guardas, placas, aparatos interoclusales u ortopédicos y pueden fabricarse de distintas formas, así como de distintos materiales, todo es en función de la indicación terapéutica o el propósito con el que se desee emplear. En general, se han utilizado para disminuir o eliminar los síntomas de dolor de la ATM, también para tratar el bruxismo y algunos efectos que ocasiona en los dientes y en músculos de masticación e incluso han sido utilizadas para incrementar la erupción selectiva dental.

Como ya se mencionó, las férulas oclusales son el tratamiento de elección para tratar los diferentes TTMs ya que proveen relajación de los músculos masticatorios, disminuyendo el dolor en los mismos, posicionan al cóndilo en relación céntrica, logran mejorar la coordinación muscular, y se ha concluido



que su verdadero valor terapéutico es su eficacia para tratar los signos y síntomas de algunos TTM.^{12,13}

3.1 Antecedentes de las férulas oclusales.

En 1771 John Hunter creó un plano inclinado de plata, el cual es el primer registro que se conoce en la historia de las férulas oclusales. Su diseño fue creado para corregir la mordida cruzada anterior y se colocaba sobre los incisivos inferiores.¹⁷

En 1803 se diseñó un plano que corregiría la mordida cruzada posterior, que debía contar con dos cubos de marfil en los dientes posteriores, atornillado a una banda de oro o plata. El encargado de describir dicho plano fue Joseph Fox.¹⁷

En 1839, Charles Goodyear descubrió la vulcanización del caucho, dando como resultado un material que tendría muchas aplicaciones, ya que podía moldearse o termo formarse y adaptarse al uso que se le diera.¹⁸ Gracias a dicho descubrimiento, la vulcanita logra introducirse al área odontológica para fabricar bases de prótesis dentales durante muchos años hasta la introducción de las resinas acrílicas. En 1862, Thomas Gunning utilizó vulcanita para fabricar una férula que tenía su aplicación en casos de fracturas mandibulares,^{19,20} misma época en la que también se realizaban por parte de James Bean, dispositivos hechos del mismo material para tratar las fracturas mandibulares, pero tenían depresiones con forma de copa sobre las coronas dentales.²⁰



La primera persona en utilizar las férulas como tratamiento para el bruxismo, fue Karolyi en 1901 y a partir de este suceso es que comienzan a crearse distintos diseños para estos dispositivos.¹⁷

A mediados del siglo pasado es que se introducen los planos de mordida por parte de Posselt y posterior a esto es que comienzan a diseñarse más férulas oclusales pero que contaban con diferentes mecanismos de acción.²¹

3.2 Indicaciones para su uso y mecanismo de acción.

Actualmente, los usos que se le dan a las férulas son principalmente para pacientes con tratamiento ortodóncico y de rehabilitación bucal, aunque no son los únicos. Es importante mencionar que también están indicadas en pacientes que presentan alteraciones y problemas de disfunción temporomandibular, pacientes con discrepancias entre oclusión, sus hábitos y relación céntrica.

También existen pacientes que requerirán del uso de una férula oclusal pero únicamente como tratamiento de manera temporal, como:

1. Pacientes que presentan apnea.
2. Pacientes que cuenten con una cita programada para realizarse un ajuste oclusal o que se les haya realizado anteriormente.
3. Pacientes sometidos a tratamientos quirúrgicos como una cirugía ortognática bimaxilar.
4. En casos de diagnóstico diferencial.

Algunos de los usos principales de estos dispositivos son lograr separar los dientes superiores de los inferiores, reducir la actividad muscular anormal,



proteger a los dientes y a sus estructuras de soporte de las fuerzas anormales que podrían causarles algún tipo de alteración. Su indicación en las diferentes patologías o áreas en que se requiera, siempre deberá hacerse tomando en cuenta que es un instrumento que nos ayudará a diagnosticar y también a minimizar los daños que pudieran ser ocasionados por los diferentes trastornos temporomandibulares. De no encontrar la existencia de alteraciones en la ATM en la historia clínica del paciente, ni presencia de signos durante la exploración, no hay razón para sospechar de trastornos y ésto impide que sea referida una férula oclusal.

Ya que se han mencionado los usos de las férulas es pertinente destacar que existen siete mecanismos de acción con los que se intenta explicar la efectividad de las férulas oclusales en las distintas áreas en que son utilizadas como se describe en la tabla (tabla 2).²² La razón de estas siete propuestas es que a más de cien años del uso de las férulas oclusales, aún no se ha definido completamente cuál es la forma en la que actúan dichos dispositivos.¹²

ALTERACIÓN DEL ESTADO OCLUSAL	<i>Se reduce la actividad muscular anormal.</i>
REALINEAMIENTO MAXILO-MANDIBULAR	Se produce un equilibrio neuromuscular.
AUMENTO DE DIMENSIÓN VERTICAL	Se restaura temporalmente la dimensión vertical perdida y eso reduce la actividad muscular.
CONSCIENCIA COGNITIVA	Se concientiza más sobre las conductas funcionales y parafuncionales y se altera el

	comportamiento, por lo tanto se reduce la actividad muscular.
<i>EFEECTO PLACEBO</i>	El paciente cree en la efectividad del tratamiento, lo que da como resultado una respuesta positiva ante dicho tratamiento.
<i>CAMBIO DE ESTÍMULO PERIFÉRICO AL SNC</i>	La férula oclusal proporciona un cambio en el estímulo sensitivo periférico y disminuye el bruxismo inducido por el sistema nervioso central.
<i>REPOSICIONAMIENTO DE LA ATM / ALTERACIÓN DE POSICIÓN CONDILAR</i>	Los síntomas se disminuyen gracias a que el cóndilo se reposiciona dentro de la cavidad glenoidea y toma una posición estable musculoesqueléticamente hablando.

Tabla 2. Elaboración propia. Información obtenida de: Gerardo García Calvo. Diseño y confección de una férula de estabilización oclusal con tecnología CAD/CAM. Presentación de un caso clínico. [CDMX]: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; 2017.

3.3 Tipos de férulas oclusales.

El éxito que se logre en los tratamientos con férulas oclusales dependerá de una correcta selección en el tipo de dispositivo, de su fabricación, ajuste y sobre todo de la colaboración de los portadores de dichas férulas, es decir,

los pacientes. Del mismo modo, el fracaso de estos tratamientos dependerá en su mayoría por los mismos factores mencionados.¹⁶

Existen varios tipos de férulas oclusales, algunas que son importantes para la rehabilitación bucal son la férula rígida estabilizadora, la férula de mordida anterior, la pivotante, la férula de reposicionamiento anterior, entre otras.

Pueden ser clasificadas de acuerdo a la función que realicen en boca, es decir, si son permisivas o directrices, al propósito terapéutico que cumplan, a la cobertura de los dientes, así como a su dureza, si son blandas o rígidas. Se ha clasificado a estos dispositivos de muchas formas diferentes. En la tabla se explican los diferentes tipos de férulas oclusales tomando en cuenta sus principales objetivos e indicaciones terapéuticas.^{16,22}

Cualquier tipo de férula oclusal debe realizarse con un diagnóstico previo en el cuál se haya tomado en cuenta el desgaste dental, la movilidad dental, la presencia de fracturas mandibulares, así como si el paciente rechina los dientes, el momento del día o la noche en el que ocurre.^{12,16,22} En la tabla (tabla 3)¹⁶ se describen diferentes tipos de férulas, sus objetivos, así como su indicación terapéutica.

Tipo	Descripción	Objetivos	Indicaciones
FÉRULA MIORELAJANTE Y DE ESTABILIZACIÓN	Fabricada para la arcada superior normalmente (por estética y estabilidad) llevando al paciente a una relación oclusal ideal al lograr que el cóndilo de la ATM llegue a una posición más estable. Durante movimientos excéntricos, ocurre una	-Que los dientes contacten simultáneamente de manera más uniforme. -Disminuir carga articular. -Disminuir hiperactividad muscular. -Aumentar dimensión vertical. -Eliminar interferencias oclusales.	-Hiperactividad muscular. -Retrodiscitis por traumatismo. -Pérdida de dimensión vertical. -Trastornos musculares con dolor. -Ferulizar y evitar extrusión dental. -Cefaleas por estrés. -Desprogramación.



	desoclusión canina de los dientes posteriores.	-Eliminar inestabilidad ortopédica entre la posición oclusal y articular.	-Mantener posición mandibular ideal.
FÉRULA DE POSICIONAMIENTO ANTERIOR	Dispositivo interoclusal que lleva a la mandíbula a una posición más anterior que en intercuspidación.	-Mejorar la relación cóndilo-discal dentro de la cavidad glenoidea posicionando a la mandíbula anteriormente.	-Alteración discal. -Ruidos articulares. -Trastornos discales inflamatorios.
FÉRULA QUIRÚRGICA	Son férulas utilizadas normalmente posterior a una cirugía, pero en algunos casos su función será únicamente previa a ciertos procedimientos quirúrgicos como son las guías quirúrgicas.	-Asegurar los cóndilos en la posición céntrica que se requerirá después de la cirugía. -Colocar la forma 3D con relación al maxilar opuesto al de la arcada dentaria operada. -Guiar la colocación de implantes dentales dentro del hueso alveolar, con una previa planificación del caso tomando en cuenta estructuras anatómicas.	-Cirugía ortognática bimaxilar. -Colocación de implantes dentales. -Fractura mandibular.
FÉRULA PIVOTANTE	Esta férula se diseña con un solo contacto por cuadrante y debe ser lo más posterior posible. También se puede fabricar una férula de pivote unilateral. No debe utilizarse más de una semana, ya que puede generar una intrusión del molar que se haya utilizado como pivote.	-Se busca evitar una sobrecarga en la ATM cuando se realiza el movimiento de cierre.	-Osteoartritis de ATM. -Luxación discal unilateral aguda sin reducción.
FÉRULA RESILIENTE	También conocida como férula blanda ya que es formada con un material elástico	-Proteger dientes y estructuras de sostén ante desgastes o	-Han sido recomendadas para pacientes con un grado elevado de bruxismo, a pesar de no

	adaptado a las piezas dentales, ya sea del maxilar superior o de la mandíbula. Existen pocas pruebas que respalden su uso.	fracturas por traumatismos. -Con este tipo de férulas se busca obtener un contacto dental que al cierre sea uniforme y simultáneo, pero no es fácil que se logre ajustar a las exigencias neuromusculares.	haberse demostrado aún que se reduzca la actividad del bruxismo. -Para pacientes expuestos a traumatismos, como en el caso de deportistas de mediano y alto impacto.
FÉRULA O PLANO DE MORDIDA ANTERIOR	Únicamente proporciona un contacto en el sector anterior y está elaborada con materiales rígidos, diseñada para utilizarse en la arcada del maxilar superior. No debe utilizarse por periodos largos por el riesgo de supraerupción e intrusión dental.	Se busca evitar la oclusión de los dientes posteriores y de ese modo eliminar su influencia en la función masticatoria.	-Trastornos musculares por inestabilidad ortopédica o cambios en el estado oclusal. -Hábitos parafuncionales (periodo corto).
FÉRULA O PLANO DE MORDIDA POSTERIOR	Es una férula de material rígido, pero en este caso utilizada en el sector posterior de dientes inferiores con una conexión de ambos cuadrantes por medio de una barra metálica lingual. Esta férula tampoco debe ser utilizada por periodos largos por el riesgo de supraerupción e intrusión dental.	-Modificar dimensión vertical. -Reposicionar la mandíbula.	-Pérdida de dimensión vertical. -Cuando se necesitan cambios en la posición mandibular. -Algunas alteraciones discales.



Tabla 3. Elaboración propia. Información obtenida de: Castañeda Deroncelé M, Ramón Jiménez R. Uso de férulas oclusales en pacientes con trastornos temporomandibulares. Medisan [Internet]. 2016;20(4):532–45. Available from: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=115176832&lang=es&site=ehost-live&scope=site>

3.3.1 Elaboración convencional.

Previo a la elaboración de cualquier tipo de férula es necesario que los cóndilos mandibulares del paciente se lleven a relación céntrica para que su posición sea muscular y esquelétalmente estable. Se dice que al llevarlos a relación céntrica, éstos se encuentran en la posición más anterior y superior de la cavidad glenoidea, descansando en la zona intermedia del disco articular. La relación céntrica es una relación articular y no involucra un contacto dentario, pero debe coincidir con la máxima intercuspidación para que se logre crear una centricidad mandibular verdadera.^{12,22} El hecho de no tener la posibilidad de ver el disco articular clínicamente, es una dificultad para conocer la posición real de los cóndilos al intentar llevarlos a esta posición.

Las técnicas comúnmente empleadas para determinar la relación céntrica son la técnica manual bilateral, también conocida como la técnica bimanual de Dawson y la técnica de tope anterior.^{1,12,22}

En la primera se requiere que el paciente esté recostado en el sillón dental, el cuál deberá estar inclinado. El clínico deberá colocar sus dedos pulgares sobre el mentón del paciente al mismo tiempo y el resto de los dedos deberá



ir sobre los bordes inferiores mandibulares de ambos lados para poder mover a la mandíbula o más específicamente al complejo cóndilo discal para llevar a los cóndilos a la cavidad glenoidea, ésto lo logrará con la ayuda de una ligera presión de los pulgares hacia abajo y de sus demás dedos hacia arriba. Se lleva la mandíbula al cierre y finalmente se toma un registro oclusal en esa posición.^{12,22}

La segunda es la técnica de tope anterior con acrílico autopolimerizable o de curado rápido, es necesario haber tomado una impresión de un material de impresión como el alginato para obtener el modelo en yeso de la arcada del paciente y posteriormente elaborar una férula termoformada que se adapta al modelo, ésta férula está hecha con una laminilla de resina transparente de aproximadamente 2mm de grosor, también es llamada lámina de acetato.^{1,22} Una vez que se obtiene, se recorta con un disco de carburo o de diamante hasta que su altura por vestibular sea en las papilas interdentes y que por palatino cubra más allá de el área cervical de los dientes, pasando en una línea curva sobre las rugas palatinas para unir las caras distales de los segundos molares. Después se realiza el tope anterior mientras el paciente, al igual que en la técnica bimanual, estará reclinado en el sillón dental. Se obtiene el acrílico autopolimerizable como resultado de la mezcla del polímero con el monómero. El tope anterior terminará contando con un área aproximada de 4 mm a 6 mm, lo que hará que los dientes anteriores superiores de los inferiores, se encuentren a una distancia que irá de los 3 mm a los 5 mm y en el caso de los posteriores, su separación vaya aproximadamente de 1 mm a 3 mm. Se le pide al paciente que cierre y en ese momento debe de haber únicamente un contacto de los dientes anteriores inferiores con el tope, el cuál quedará marcado con la ayuda de un papel de articular. También pueden realizarse ambas técnicas simultáneamente para poder encontrar la posición de mayor estabilidad musculoesquelética, comenzando con la fabricación del tope anterior y ya con

la férula en boca, realizar la técnica bimanual y un papel de articular para marcar el registro del punto de contacto anterior que indicará que se ha localizado la posición de relación céntrica y se le deja por unos minutos al paciente para que se familiarice con ella y para lograr una desprogramación neuromuscular se le pide que golpee sobre el tope con sus dientes antagonistas abriendo y cerrando.^{1,,22}

Una vez que se logra encontrar su posición de relación céntrica, se puede elaborar la férula directamente trabajando en el sillón dental, colocando más acrílico autopolimerizable transparente a los lados del tope anterior hasta que se cubran todos los dientes desde la zona anterior hasta la posterior. Lo que se busca es que al momento del cierre, todos los dientes de la mandíbula logren hacer contacto con el acrílico mientras está todavía en su fase plástica, en la que aún se puede moldear el producto.^{1,6,,22}

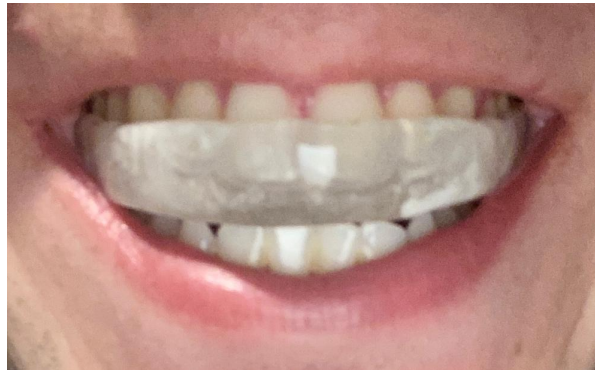


Imagen 12. Férula oclusal acrílica sobre dientes superiores. Fuente directa. Fotografía tomada en las instalaciones de la facultad de odontología, Clínica 42.

La férula se coloca y se retira varias veces de la boca del paciente hasta que el acrílico endurezca con la forma deseada para que pueda ser retirada y

permitir que termine completamente su polimerización fuera de boca antes que genere calor.^{1,6,22}

Después de la completa polimerización del acrílico, se le colocan marcas en el área de cada incisivo mandibular y de cada cúspide bucal mandibular, los cuales son contactos de estas áreas en relación céntrica y éstos deberán permanecer, entonces toda la resina acrílica que se encuentre alrededor de estas marcas se elimina con el uso de fresones y gomas para pieza de mano de baja velocidad, exceptuando las marcas anteriores y bucales creadas por los caninos, ya que éstos deben de tener una libertad para desplazarse sobre la superficie del dispositivo. De igual manera, al momento de realizar movimientos excéntricos (los cuales pueden marcarse con un papel de articular de diferente color), se debe eliminar toda marca que muestre contactos excéntricos de dientes posteriores y anteriores (exceptuando nuevamente a los caninos). Al final del ajuste, férula debe contar con contactos uniformes y sobre todo estables de las cúspides con la superficie plana. Lo que resta es dar un acabado a la férula, utilizando fresones y gomas de pulido especiales para acrílico y adicionalmente, en conjunto con las gomas pulidoras, se puede utilizar una pasta para pulir acrílico hasta lograr que la superficie de toda la férula oclusal sea uniforme y lisa para evitar que acumule placa y suciedad y que además sea fácil de mantener limpia para el paciente.^{1,6,22}



FIGURA 15-20 Contactos oclusales finales para una férula de estabilización. A, Vista anterior. B, Vista oclusal.

Imagen 13. Contactos oclusales finales para una férula de estabilización vista oclusal. Fotografía obtenida de: Okeson J. Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion. 7ª. Ed. España: Mosby Elsevier, 2013.

4. Escáner intraoral.

Los escáneres intraorales son dispositivos electrónicos que permiten crear documentos digitales por medio de la reproducción de imágenes tridimensionales de las estructuras anatómicas en el interior de la cavidad oral. Con el uso de un escáner intraoral, no es necesario tomar impresiones a los pacientes para reproducir las estructuras, pero sigue siendo una opción, e incluso, se podrían utilizar ambas técnicas a la par. Lo recomendado si se utiliza o se cuenta con un escáner, es utilizar únicamente este medio, ya que al guardarse en forma de archivo digital, permite ahorrar mucho espacio físico dentro del consultorio y de este modo resulta muy sencillo enviarlo al laboratorio si es que se requiere.²³

Estos dispositivos cuentan con un programa informático en el que se guardan los datos de los pacientes, así como los detalles que serán importantes y necesarios al momento de trabajar en el laboratorio para realizar las restauraciones. Son utilizados en distintas áreas de la odontología, normalmente para realizar tratamientos de prótesis fija, prótesis removible, restauraciones dentales indirectas parciales o totales y también es comúnmente utilizado en implantología y ortodoncia. Funcionan gracias a un sensor que tiene el objetivo que dentro de la boca del paciente capture imágenes de las estructuras anatómicas deseadas, la manera de utilizar dicho sensor es con movimientos dentro de la cavidad oral, hasta conseguir la imagen tridimensional y posteriormente se guarda en un archivo. Este

archivo es sobre el que podría trabajarse y realizar el diseño de las restauraciones de manera digital además de la posibilidad de realizar una impresión 3D del modelo en resina que será una réplica exacta.²³

Para realizar el tratamiento deseado, se puede trabajar sobre el modelo impreso de resina de forma convencional, o diseñar la restauración o dispositivo indicado, dentro del software de diseño, sobre el modelo digital tridimensional. De esta manera estaríamos evitando la toma de impresión y la obtención del positivo en yeso.^{23,24,25}



Imagen 14. Imagen Fig 11 obtenida de: Ramiro GP. Odontología digital: El futuro es ahora. Soluciones Clínicas en Odontología. 2017;4–10.

4.1 Antecedentes.

Gracias a los avances tecnológicos es que con el escáner intraoral podemos reemplazar métodos convencionales de toma de impresión y obtener una imagen tridimensional de las estructuras deseadas en la cual se puede realizar el diseño y confección de restauraciones y ciertos dispositivos, pero no siempre se ha realizado de este modo. La manera convencional para poder reproducir y replicar las estructuras anatómicas de manera tridimensional hasta la actualidad, se ha realizado por medio de impresiones utilizando portaimpresiones, llamados también cubetas, que pueden ser metálicas o plásticas, ambas de medidas estandarizadas o en su defecto se pueden fabricar individualizadas para cada paciente y en estas cubetas o portaimpresiones se vierten materiales de impresión como por ejemplo el alginato o las siliconas (ya sea por adición o por condensación),²³ pero actualmente es posible lograr la réplica de las estructuras anatómicas de manera más precisa gracias a los adelantos tecnológicos, tal como ocurre con el uso del escáner intraoral.^{14,23}



Imagen 15. Sistema Cerec 1 1987. Fotografía obtenida de: Axelvazquez874 Odontología Restauradora. 2007-2023 Timetoast timelines. medium-ebe1f029b1ce6342e1b60db81d898f9e.jpg

El primer escáner intraoral fue diseñado en 1971 por F. Duret con el sistema Sopha, pero realizó la primera demostración en 1985 con la fabricación de una corona para su esposa como paciente. Dos años más tarde, el Dr. Werner Mörmann y Marco Brandestini introdujeron en 1987 un sistema originalmente diseñado para realizar tratamientos de odontología restauradora.^{22,23} Con este sistema, llamado Cerec System, se demostró la posibilidad de lograr construir una restauración cerámica en una sola sesión, también llamado chairside. Este evento ocurre solamente cuatro años después de la presentación en Francia del primer prototipo del sistema con el que F. Duret planeaba lograr una impresión óptica intraoral, para poder hacer una planificación de manera digital y finalmente manufacturar la estructura por medio de un fresado.²²

En la década de los 90's, debido a los elevados costos de estos sistemas, buscaban crear algún dispositivo que fuera más accesible y económico, además de sencillo, pero que no fuera tan costoso y así poder competir de algún modo con los sistemas tradicionales superándolos en precisión. Pero para lograr digitalizar modelos utilizando los escáneres de última generación y lograr un fresado robotizado de materiales frágiles o en diseños con márgenes delgados, se enfrentaron a ciertas dificultades.

A partir de la siguiente década, siguen buscándose mejoras en los sistemas CAD/CAM y con esto llega la creación de nuevos sistemas de distintas casas

comerciales buscando mejorar la calidad y la precisión para lograr cada vez una mejor adaptación sobre las estructuras de la cavidad bucal.^{22,23}

4.2 Funcionamiento.

Sobre las superficies que se desea escanear se emite un haz de luz estructurada o de láser, de ese modo lo que realmente se detecta por medio de cámaras, es la deformación que sufre ese haz de luz sobre las superficies que serán replicadas, lo cual ayuda a generar coordenadas tridimensionales por medio de una nube de puntos y mallas en un software. Como resultado, esos puntos y mallas se logra la reproducción tridimensional de manera digital, de las estructuras anatómicas deseadas.²³

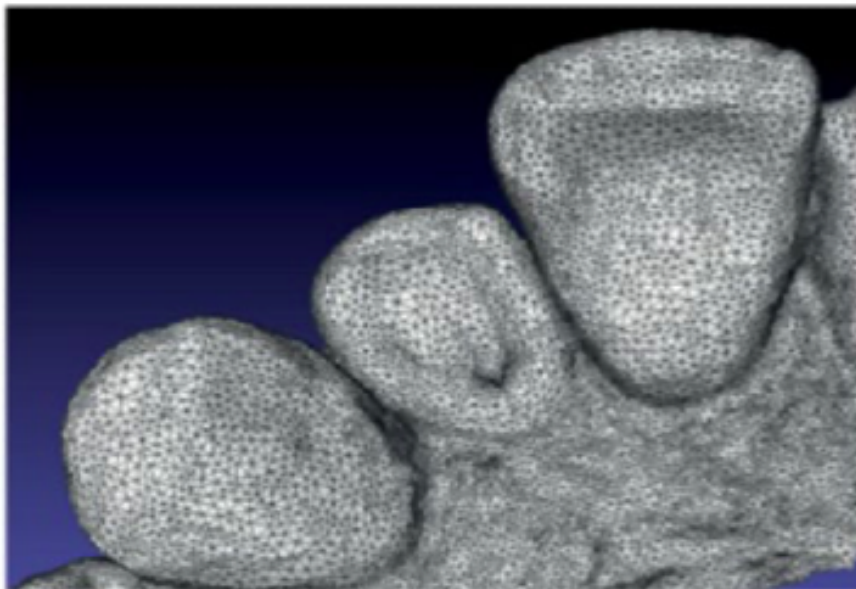


Imagen 16. Ejemplo de archivo STL. Imagen obtenida de: Richert R, Goujat A, Venet L, Viguie G, Viennot S, Robinson P, Farges JC, Fages M, Ducret M. Intraoral Scanner Technologies: A Review to Make a Successful Impression. J Healthc Eng. 2017;2017:8427595. doi: 10.1155/2017/8427595. Epub



2017 Sep 5. PMID: 29065652; PMCID: PMC5605789.

Cada uno de esos puntos que serán analizados a las coordenadas cartesianas Y y X, el origen es el escáner intraoral y la Z es la distancia que existe entre la cámara del escáner intraoral y el objeto que se esté analizando. Éste es un sistema relativo al escáner y dentro de esa nube de puntos que se crea, se puede analizar la distancia entre cada punto y su posición espacial tridimensional. Posterior a ésto, la nube de puntos da pauta a que se realice la malla, por medio de la conexión o unión entre cada uno de ellos por medio de líneas rectas que a su vez estarán formando triángulos, lo que ayudará a tener una superficie continua sin importar el tamaño de cada triángulo, ya que habrá de diferentes tamaños de acuerdo a la distancia que exista entre los puntos de la nube. Además el tamaño de los triángulos nos ayudará a reconocer dentro del software las superficies que sean más curvas o más rectas, ya que entre más figuras triangulares existan en una zona, quiere decir que serán más pequeños y por ende es una superficie más curva. Por el contrario, cuando los triángulos son más grandes, será un indicador de una superficie escaneada más lisa o más recta. Cuando a partir de esa nube de puntos creamos ese modelo tridimensional, estamos hablando de una reconstrucción.²³

Finalizada la reconstrucción, el archivo creado con el software se guarda con la terminación .STL, que significa “Stereolithography”, o lo que es lo mismo “Estereolitografía”, que es un formato que se ocupa comúnmente en impresión 3D.²³

4.3 Tipos de escáneres intraorales.



Existen dos tipos de escáneres intraorales, que son el de tecnología fotográfica y el de tecnología de video. En la tabla (figura 4)²⁶ se describen de manera simplificada ambas tecnologías.

La manera en que funciona el de tecnología fotográfica es por medio de imágenes individuales de la zona que se desea escanear y su campo de visión es en forma cónica y esta característica les impide obtener información de las superficies que se encuentran ocultas, a causa de eso es que se tiene que volver a pasar por la misma zona las veces necesarias hasta lograr escanear la información completa de la zona. Posterior a esto, se lleva a cabo un proceso que es conocido como alineamiento, en el que cada imagen de la zona que se escanea se lleva a un sistema de coordenadas común y se mezcla o fusiona con las demás hasta obtener un modelo tridimensional completo.

Con el escáner de tecnología de video se busca grabar las zonas que deseamos escanear tal como si fuera una cámara y se emplean varios tipos de luz combinados con principios de tecnología óptica sin contacto y la información obtenida puede ser en forma de fotografía o de video. Algunos ejemplos de los principios de tecnología óptica sin contacto son la microscopía conofocal, el de triangulación óptica y el de frente de onda activo, etc.²⁶

Tecnología fotográfica.	Tecnología de video.
-Captura en imágenes.	-Grabación de video.

<p>-Se crea una imagen única tridimensional con varias tomas individuales.</p> <p>-Todas las tomas se fusionan en el proceso de alineamiento.</p>	<p>-Reproduce la imagen tridimensional sin la necesidad de varias tomas.</p>
---	--

Tabla 4. Elaboración propia. Comparación de tecnología fotográfica y de video en escáneres intraorales. Información obtenida de: Comparativa de escáneres intraorales: ¿Cuál es el mejor para tu clínica dental? [Internet]. Dentaltix - Depósito Dental Online. [citado el 25 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.dentaltix.com/es/blog/comparativa-escaneres-intraorales-cual-es-el-mejor-tu-clinica-dental>

4.4 Aplicaciones del escáner intraoral y tecnología CAD/CAM en distintas áreas de la odontología.

Desde hace más de 30 años la tecnología de software de diseño asistido por computadora y de manufactura asistida por computadora (CAD/CAM), ha sido de gran ayuda y beneficio para la odontología, tanto en consultorios como en laboratorios dentales, ya que se puede obtener una impresión digital gracias a un previo escaneo con la utilización de un escáner intraoral y sobre ella realizar el diseño de restauraciones o dispositivos, para finalmente llevar a cabo su fabricación.²⁵ Algunos tratamientos que se pueden realizar son aparatos protésicos, restauraciones dentales indirectas, implantes dentales, dispositivos para tratamientos ortodóncicos, etc., y con estos sistemas es posible que se logre un mejor ajuste de las estructuras.^{22,23,25}



La forma en que se logra obtener un modelo digital y tridimensional de las estructuras es utilizando un escáner, con dicho dispositivo se obtiene una impresión óptica. Por ejemplo en rehabilitación oral, para realizar prótesis fijas de distintos materiales como la porcelana o el zirconio, se escanea la preparación de la pieza dental sobre la que irá cementado en el futuro, teniendo la ventaja de poder realizar todo el procedimiento el mismo día si así se desea. Actualmente es posible fabricar restauraciones de porcelana de forma rápida que además resultan en una restauración más precisa y cómoda. A diferencia de los métodos convencionales o la técnica tradicional (en la mayoría de los casos), cuando se utiliza un sistema CAD/CAM no se necesitan correcciones al momento de la colocación, ni ajustes oclusales ya que normalmente se logra obtener las restauraciones con un correcto nivel en plano oclusal.^{14,24,25}

Para planificar la colocación de implantes, se puede hacer sobre una reconstrucción 3D del esqueleto maxilofacial e incluso se puede realizar los movimientos quirúrgicos de manera virtual y digital previo a la cirugía para poder planificar la cirugía y elaborar el diseño de férulas quirúrgicas guía y prótesis articulares de manera individual de acuerdo a las características anatómicas específicas.^{24,25}

En el área de cirugía oral y cirugía maxilofacial se puede fabricar desde implantes dentales y guías quirúrgicas para su colocación, hasta prótesis de diferentes materiales y se pueden explorar y reproducir con precisión los huesos de distintas zonas, por ejemplo podría ocuparse para reconstrucción de las órbitas, las paredes del canal auditivo, huesos del oído, huesos craneales y faciales, así como para rinoplastias. De este modo, el uso de la tecnología CAD/CAM, y los avances en el flujo digital para esta rama de la odontología, permite reconstruir defectos craneofaciales por medio de técnicas que ayudan a obtener un diseño con la morfología del biomaterial y

además en algunos casos, gracias al avance tecnológico, se pueden incorporar a estos biomateriales sustancias como fármacos, que ayudan en el tratamiento de células madres, factores osteoinductores y ciertas patologías. En cirugía maxilofacial también pueden fabricarse férulas para la planificación de cirugías ortognáticas bimaxilares, por medio de un escaneo intraoral e impresión 3D.^{22,23,25}

5 Elaboración de férulas oclusales por medio del uso de escáner intraoral y sistemas CAD/CAM.



Imagen 17. Dentista examinando los dientes de paciente con escáner intraoral en clínica - Fotografía de stock. Libre de derechos, obtenida de: Westend61. España. [professional-splint-on-plaster-model.jpg](https://www.gettyimages.com/detail/stock-photo/professional-splint-on-plaster-model-jpg)



Se puede dividir en tres pasos importantes la manera en que se elabora y se obtiene una férula oclusal utilizando un escáner intraoral, dichos pasos son: escaneo, diseño y fabricación o producción. El primer paso para la obtención de un modelo digital tridimensional, es utilizando un escáner intraoral, a esto se le conoce como flujo digital completo, ya que el escaneo se realiza directamente de la boca del paciente sin necesidad de tomar impresiones para luego escanearlas, siendo éste un paso extra, que al final significa un mayor gasto de material y sobre todo mayor tiempo. Para hacer un buen escaneo de las superficies dentales sobre las que será colocada la férula una vez fabricada, debe seguirse un patrón de escaneo, el cual es un movimiento específico que nos ayuda a obtener un modelo virtual con mayor precisión. Para lograrlo es necesario que el movimiento sea fluido, manteniendo las estructuras centradas y a la misma distancia (.5-3 cm) durante todo el proceso, sobre todo para escanear las arcadas completas, como en el caso de una férula oclusal, se recomienda que el trayecto de escaneo comience en las áreas ocluso palatinas y después las vestibulares. Otra técnica puede ser movimientos en forma de letra S, en este caso se puede comenzar por caras vestibulares primero, pasando sobre oclusales para finalizar en caras palatinas, esto se realiza en cada uno de los dientes.^{22,24,25}

El modelo digital que se obtiene, permite trabajar de forma tridimensional en un software de diseño, donde es posible segmentar cada pieza de cada una de las arcadas, es decir, individualiza cada diente, lo cual ayuda para conocer la orientación tridimensional de los dientes y su posición se puede individualizar, de tal modo que se pueda realizar una inserción correcta de la férula sobre cada estructura tomando en cuenta sus requerimientos biomecánicos. Con los dientes antagonistas se hace lo mismo, es decir, se individualiza cada uno para poder generar contactos más definidos. Con eso también se puede generar un grosor adecuado del que será el material del dispositivo para cada diente y se pueden crear guías caninas y rampas lisas.



En este paso se debe tomar en cuenta el parámetro de altura incisal y también la cantidad de material que será eliminada, para esto los mismos softwares permiten ver una previsualización del recorte que se llevaba a cabo.²⁴

Uno de los pasos que hacen única a la elaboración de las férulas por medio del uso de herramientas digitales, es que el ajuste oclusal se lleva a cabo de manera semiautomática y previo a la fabricación del dispositivo. Con ayuda de un algoritmo se logra que todas las piezas dentales tengan contactos estables de acuerdo a la anatomía de cada paciente en particular. Para finalizar el procedimiento del diseño de la férula, en el software se simula la manera en que el dispositivo va a ser colocado sobre la arcada donde se asentará.^{24,25}

El último paso antes de ser probada directamente en la boca del portador, es la fabricación o también conocida como producción. El archivo del diseño se envía para ser impreso, ésta es la etapa de manufactura en la que será fabricado con materiales rígidos para soportar las cargas mecánicas de masticación y tensiones internas a las que será sometido diariamente cuando entre en función. Puede obtenerse el dispositivo con el material requerido con dos métodos, uno es por medio de fresado de bloque (sustractivo) y el otro es por medio de fabricación aditiva en una impresora 3D (aditivo), siendo la segunda la de mayor precisión dimensional estable.^{22,23,24}

Conclusiones.

Elaborar férulas oclusales a partir de impresiones digitales utilizando escáneres intraorales, supone múltiples beneficios contra las técnicas de impresión convencionales, sobre todo para tratar a pacientes que presentan



signos y síntomas de trastornos temporomandibulares, ya que además de las ventajas en cuanto a los materiales utilizados y su precisión, la técnica moderna también resulta mucho menos agresiva en cuanto a la manipulación del paciente cuando existen alteraciones de la articulación temporomandibular.

Cuando se elabora una férula utilizando la técnica convencional, es necesario preparar una mezcla de polvo y líquido utilizando polímero y monómero respectivamente. El acrílico resultante de la mezcla del polímero con el monómero podría ocasionar una reacción de hipersensibilidad cuando el paciente portador es alérgico a alguno de los componentes químicos. Entre otras razones, esta es una de las grandes ventajas de la elaboración de las férulas oclusales utilizando nuevas tecnologías en las que la obtención del material no es una mezcla de polvos y líquidos, sino que se da por medio de una impresión tridimensional o por fresado de los materiales que se utilicen, además de lograr una mayor comodidad y un mejor ajuste.

Otro gran beneficio es la disminución de las fases de trabajo, ya que con el uso de escáner intraoral se logra evitar citas largas, los pasos son mucho más sencillos y el tiempo de trabajo resulta menor en comparación con las técnicas convencionales de impresión en las que, si se desea mayor exactitud en la impresión, normalmente se realiza con materiales que requieren dos pasos, además de una impresión más para la arcada antagonista y una obtención de registro de relación oclusal entre ambas arcadas. Con el escáner intraoral y su fácil almacenamiento digital en el software de elección, se evita la toma de dobles impresiones, como ocurre con impresiones convencionales, en las que puede ocurrir que se deseche el modelo de yeso, se extravíe o fracture, lo cual implicaría citar nuevamente al paciente para tomar la impresión o tomar una impresión directa en el yeso para duplicar el modelo una vez que esté finalizada su obtención inicial y eso



se puede traducir en mayor tiempo de trabajo, pasos extra y doble gasto de materiales de impresión y de reproducción en yeso. En el caso de citar de nueva cuenta al paciente, también genera un doble gasto de materiales y de tiempo, siendo estas dos las menos preocupantes para un paciente con alteración de la ATM. La mayor desventaja de la doble cita es la manipulación y movimientos condilares que generamos al tomar impresiones con portaimpresiones por la amplia apertura bucal que se requiere por parte del paciente y la presión que generamos al momento de hacer que el material de impresión fluya. Ésto resulta aún menos benéfico cuando el paciente tiene una limitación en la apertura bucal, lo que hace ideal el uso de un escáner intraoral incluso si por alguna razón se requiere citarlo nuevamente.

A algunas personas, los materiales de impresión podrían llegar a provocarles náuseas o vómito cuando se les toma impresiones convencionales, siendo el uso de escáner intraoral el reemplazo ideal de estas técnicas. También como se comenta anteriormente, algunos de los materiales podrían representar un problema para pacientes con hipersensibilidad a algunos materiales y compuestos con los que se fabrican las férulas convencionalmente, por ejemplo en pacientes que sean susceptibles a irritantes químicos, lo cual puede ocurrir de igual manera con los materiales de impresión que se utilicen. Existen pacientes que presentan patologías que tienen que ver con la inflamación de la mucosa, para los cuales podrían resultar en un problema.

6 Referencias bibliográficas.

1. Okeson J. Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion. 7^a. Ed. España: Mosby Elsevier, 2013.



2. Pacheco N, Morales J. Libro electrónico de oclusión @ePUB3. Universidad Nacional Autónoma de México.
3. Fuentes Fernández RE, Ottone Capiello NE. Anatomía de la articulación temporomandibular. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP); 2021.
4. Rouviere H. Anatomía humana. Cabeza y Cuello - Tomo 1. 11a ed. Masson; 2005.
5. Estefany Margarita Rodríguez Ramírez, Nicolás Pacheco Guerrero, Denis Anayansi Cuevas Rojo. Guarda oclusal como alternativa de mantenimiento en pacientes diagnosticados como bruxistas rehabilitados protésicamente. [CDMX]: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; 2020.
6. Dawson E. Peter. Evaluación, diagnóstico y tratamiento de los problemas oclusales. Editorial Salvat; 1991.
7. Vista de Descripción del patrón y el recorrido de la apertura mandibular en niños con dentición mixta [Internet]. Revistaodontopediatria.org. [citado el 4 de noviembre de 2022]. Disponible en:
<https://revistaodontopediatria.org/index.php/alop/article/view/94/117>
8. Tirado Amador LR. Trastornos temporomandibulares: algunas consideraciones de su etiología y diagnóstico. Rev Nac Odontol [Internet]. 2015 [citado el 6 de noviembre de 2022];11(20). Disponible en: <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/od/article/view/748>



9. Lescas Méndez O, Hernández ME, Sosa A, Sánchez M, Ugalde-Iglesias C, Ubaldo-Reyes L, et al. Trastornos temporomandibulares: Complejo clínico que el médico general debe conocer y saber manejar. Cátedra especial “Dr. Ignacio Chávez”. Rev Fac Med Univ Nac Auton Mex [Internet]. 2012 [citado el 6 de noviembre de 2022];55(1):4–11. Disponible en:
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0026-17422012000100002
10. Grau León I, Fernández Lima K, González G, Osorio Núñez M. Algunas consideraciones sobre los trastornos temporomandibulares. Rev Cubana Estomatol [Internet]. 2005 [citado el 10 de noviembre de 2022];42(3):0–0. Disponible en:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75072005000300005
11. Los trastornos temporomandibulares [Internet]. Nih.gov. [cited 2022 Nov 10]. Available from:
<https://www.nidcr.nih.gov/espanol/temas-de-salud/los-trastornos-temporomandibulares>
12. Santander H, Santander MC, Valenzuela S, Fresno MJ, Fuentes A, Gutiérrez MF, et al. Después de cien años de uso: ¿las férulas oclusales tienen algún efecto terapéutico? Rev clín periodoncia implantol rehabil oral [Internet]. 2011 [citado el 10 de noviembre de 2022];4(1):29–35. Disponible en:
https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-01072011000100007
13. Frugone Zambra RE, Rodríguez C. Bruxismo. Av Odontoestomatol



[Internet]. 2003 [citado el 15 de noviembre de 2022];19(3):123–30.

Disponible en:

https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852003000300003

14. Medina-Sotomayor Priscilla, Ordóñez Paola, Ortega Gabriela.
Precisión de los sistemas de impresión digital intraoral en odontología restauradora: Una revisión de la literatura. *Odovtos* [Internet]. 2021 Apr [cited 2022 Nov 16] ; 23(1): 64-75.
15. Junquera R. Férula [Internet]. *Fisioterapia-online.com*. *FisioOnline*; [citado el 16 de noviembre de 2022]. Disponible en:
<https://www.fisioterapia-online.com/glosario/ferula>
16. Castañeda Deroncelé M, Ramón Jiménez R. Uso de férulas oclusales en pacientes con trastornos temporomandibulares. *Medisan* [Internet]. 2016;20(4):532–45. Available from:
<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=115176832&lang=es&site=ehost-live&scope=site>
17. Becerra S. Gerardo et al. Tratamiento oclusal con placas. *Revista Facultad de Odontología U de A*. 1995; Disponible en: [Terapia Oclusal con Placas - Revistas UdeAhttps://revistas.udea.edu.co › article › download](https://revistas.udea.edu.co/article/download)
18. Guarat Casamayor M. R, Izquierdo Hernández A. D, Mondelo López I, Toledano Giraudi R. Prótesis dental. Apuntes sobre su historia. *Revista Información Científica* [Internet]. 2012;76(4): . Recuperado de:
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=551757269039>



19. Juárez L. Francisco J. TORNILLO DE BLOQUEO INTERMAXILAR EN EL MANEJO DE FRACTURAS MANDIBULARES. FACULTAD DE ODONTOLOGÍA. 2013 [Tesina]. Disponible en:
<http://132.248.9.195/ptd2013/abril/0692444/0692444.pdf>
20. Historia de la Cirugía Oral y Maxilofacial [Internet]. encolombia.com. 2013 [citado el 18 de noviembre de 2022]. Disponible en:
<https://encolombia.com/medicina-odontologia/odontologia/historia-de-la-cirugia-oral-y-maxilofacial/>
21. Vargas-Agurto SA, María ;., Lezcano F, Giannina Álvarez ;., Navarro P, Fuentes R. Análisis Tridimensional de Movimientos Mandibulares Bordeantes en Participantes Dentados Totales Three-Dimensional Analysis of Mandibular Border Movements in Fully Dentate Participants [Internet]. Conicyt.cl. [citado el 18 de noviembre de 2022]. Disponible en:
<https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v38n4/0717-9502-ijmorphol-38-04-983.pdf>
22. Gerardo García Calvo. Diseño y confección de una férula de estabilización oclusal con tecnología CAD/CAM. Presentación de un caso clínico. [CDMX]: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; 2017.
23. Bernal González C. APLICACIONES DEL ESCÁNER INTRAORAL EN LAS DISTINTAS RAMAS DE LA ODONTOLOGÍA CONTEMPORÁNEA. UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO. 2020 [cited 2022 Nov 19]; Available from:
<http://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/109174?show=full>



24. Anitua Eduardo. Confección de férulas de descarga personalizadas por CAD-CAM [Internet]. Edu.pe. [cited 2022 Nov 20]. Available from: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/odont/article/view/22553/18331>
25. Rivera Guerrero CP, Aguirre Parra EG, Bautista JM, Gomez PR. Tecnología CAD/CAM en la consulta dental. Dominio las Cienc [Internet]. 2017 [cited 2022 Nov 20];3(2):799–821. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6326784>
26. Comparativa de escáneres intraorales: ¿Cuál es el mejor para tu clínica dental? [Internet]. Dentaltix - Depósito Dental Online. [citado el 25 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.dentaltix.com/es/blog/comparativa-escaneres-intraorales-cual-es-el-mejor-tu-clinica-dental>

7 Anexos.

Tablas.

Tabla 1. Elaboración propia. Información obtenida de: Lescas Méndez O, Hernández ME, Sosa A, Sánchez M, Ugalde-Iglesias C, Ubaldo-Reyes L, et al. Trastornos temporomandibulares: Complejo clínico que el médico general debe conocer y saber manejar. Cátedra especial “Dr. Ignacio Chávez”. Rev Fac Med Univ Nac Auton Mex [Internet]. 2012

Tabla 2. Elaboración propia. Información obtenida de: Gerardo García Calvo. Diseño y confección de una férula de estabilización oclusal con tecnología CAD/CAM. Presentación de un caso clínico. [CDMX]: UNIVERSIDAD



NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO; 2017.

Tabla 3. Elaboración propia. Información obtenida de: Castañeda Deroncelé M, Ramón Jiménez R. Uso de férulas oclusales en pacientes con trastornos temporomandibulares. Medisan [Internet]. 2016;20(4):532–45. Available from: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=asn&AN=115176832&lang=es&site=ehost-live&scope=site>

Tabla 4. Elaboración propia. Comparación de tecnología fotográfica y de video en escáneres intraorales. Información obtenida de: Comparativa de escáneres intraorales: ¿Cuál es el mejor para tu clínica dental? [Internet]. Dentaltix - Depósito Dental Online. [citado el 25 de noviembre de 2022]. Disponible en: <https://www.dentaltix.com/es/blog/comparativa-escaneres-intraorales-cual-es-el-mejor-tu-clinica-dental>

Imágenes.

Imagen 1. Componentes óseos Articulación temporomandibular, vista lateral. Fosa mandibular, tubérculo articular y cóndilo mandibular. Ilustración obtenida de: Fuentes Fernández RE, Ottone Capiello NE. Anatomía de la articulación temporomandibular. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata (EDULP); 2021.

Imágenes 2 y 3. Movimiento de traslación de la mandíbula(2) y Movimiento de rotación alrededor de un punto fijo en el cóndilo(3). Ilustraciones obtenidas de: Okeson J. Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion. 7ª. Ed. España: Mosby Elsevier, 2013.

Imagen 4. Representación de planos de referencia horizontales utilizados en



los estudios. Ilustración obtenida de: Mathilde Bapelle, DDS/Julien Dubromez, DDS/Charles Savoldelli, DDS, PhD/Yannick Tillier, PhD/ Elodie Ehrmann, DDS. Update on the parameters influencing the adjustment of the sagittal and transversal condylar inclination of dental articulators. Quintessence. 2022;53(1):78–88.

Imagen 5. Movimiento de rotación alrededor del eje horizontal. Ilustración obtenida de: Okeson J. Management of Temporomandibular Disorders and Oclusion. 7ª. Ed. España: Mosby Elsevier, 2013.

Imagen 6. Representación de planos de referencia horizontales utilizados en los estudios. Ilustración obtenida de: Mathilde Bapelle, DDS/Julien Dubromez, DDS/Charles Savoldelli, DDS, PhD/Yannick Tillier, PhD/ Elodie Ehrmann, DDS. Update on the parameters influencing the adjustment of the sagittal and transversal condylar inclination of dental articulators. Quintessence. 2022;53(1):78–88.

Imagen 7. Movimiento de rotación alrededor del eje frontal (vertical). Ilustración obtenida de: Okeson J. Management of Temporomandibular Disorders and Oclusion. 7ª. Ed. España: Mosby Elsevier, 2013.

Imagen 8. Movimiento de rotación alrededor del eje sagital. Ilustración obtenida de: Okeson J. Management of Temporomandibular Disorders and Oclusion. 7ª. Ed. España: Mosby Elsevier, 2013.

Imagen 9. Ejemplo de atrición en bordes incisales y caras oclusales. Fotografía obtenida de: wear. T. Bruxismo y desgaste dental [Internet]. Medigraphic.com. [citado el 18 de enero de 2023]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2015/od152g.pdf>



Imagen 10. Síndrome del túnel carpiano paciente después de la operación de cirugía plástica - Fotografía de stock, libre de derechos, obtenida de: Choja, Colección E+ [171136218](#)

Imagen 11. Férula profesional en modelo de yeso - Fotografía de stock. Libre de derechos, obtenida de: Christine Von Diepenbroek. Colección Moment. Alemania. [professional-splint-on-plaster-model.jpg](#)

Imagen 12. Férula oclusal acrílica sobre dientes superiores. Fuente directa. Fotografía tomada en las instalaciones de la facultad de odontología, Clínica 42.

Imagen 13. Contactos oclusales finales para una férula de estabilización vista oclusal. Fotografía obtenida de: Okeson J. Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion. 7ª. Ed. España: Mosby Elsevier, 2013.

Imagen 14. Imagen Fig 11 obtenida de: Ramiro GP. Odontología digital: El futuro es ahora. Soluciones Clínicas en Odontología. 2017;4–10.

Imagen 15. Sistema Cerec 1 1987. Fotografía obtenida de: Axelvazquez874 Odontología Restauradora. 2007-2023 Timetoast timelines. [medium-eb1f029b1ce6342e1b60db81d898f9e.jpg](#)

Imagen 16. Ejemplo de archivo STL. Imagen obtenida de: Richert R, Goujat A, Venet L, Viguie G, Viennot S, Robinson P, Farges JC, Fages M, Ducret M. Intraoral Scanner Technologies: A Review to Make a Successful Impression. J Healthc Eng. 2017;2017:8427595. doi: 10.1155/2017/8427595. Epub 2017 Sep 5. PMID: 29065652; PMCID: PMC5605789.



Imagen 17. Dentista examinando los dientes de paciente con escáner intraoral en clínica - Fotografía de stock. Libre de derechos, obtenida de: Westend61. España. [professional-splint-on-plaster-model.jpg](#)