

FLUJO DIGITAL EN ODONTOLOGÍA

ARTICULADORES VIRTUALES

Máster restauradora, estética y rehabilitación funcional

Universidad de Sevilla

2022-2023



Alumna: Kiara Esmeralda Castro Mesones

Tutor: Emilio Jiménez-Castellanos

Cotutor: Gema Arroyo Cruz



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

DR/DRA. Emilio Jiménez-Castellanos Ballesteros, PROFESOR/A Catedrático de Universidad
ADSCRITO AL DEPARTAMENTO DE Estomatología, COMO DIRECTOR/A DEL TRABAJO FIN DE **MÁSTER
OFICIAL EN ODONTOLOGÍA RESTAURADORA, ESTÉTICA Y FUNCIONAL** Y DR./DRA., PROFESOR/A
Gema Arroyo Cruz ADSCRITA AL DEPARTAMENTO DE Estomatología, COMO COTUTOR/A DEL
TRABAJO FIN DE MÁSTER.

CERTIFICAN: QUE EL PRESENTE TRABAJO TITULADO “FLUJO DIGITAL EN
ODONTOLOGÍA. ARTICULADORES VIRTUALES” HA SIDO REALIZADO POR Kiara
Esmeralda Castro Mesones BAJO NUESTRA DIRECCIÓN Y CUMPLE A NUESTRO JUICIO, TODOS LOS
REQUISITOS NECESARIOS PARA SER PRESENTADO Y DEFENDIDO COMO TRABAJO DE FIN DE MÁSTER.

Y PARA QUE ASI CONSTE Y A LOS EFECTOS OPORTUNOS, FIRMAMOS EL PRESENTE
CERTIFICADO, EN SEVILLA A DÍA 16 DE Mayo DE 2023.

D/D^a Emilio Jiménez-Castellanos B.

TUTOR/A

D./D^a Gema Arroyo Cruz

COTUTOR/A



Facultad de Odontología



D/Dña. (Apellidos y Nombre)

...CASTRO.MESONES, KJARA ESMERALDA.....

con DNI...45784635F..... alumno/a del Máster Oficial

...RESTAURADORA, ESTÉTICA Y REHABILITACIÓN FUNCIONAL.....

de la Facultad de Odontología (Universidad de Sevilla), autor/a del Trabajo Fin de Máster titulado:

...FLUJO DIGITAL EN ODONTOLOGÍA: ARTICULADORES VIRTUALES.....

.....

.....

DECLARO:

Que el contenido de mi trabajo, presentado para su evaluación en el Curso ...2022-2023....., es original, de elaboración propia, y en su caso, la inclusión de fragmentos de obras ajenas de naturaleza escrita, sonora o audiovisual, así como de carácter plástico o fotográfico figurativo, de obras ya divulgadas, se han realizado a título de cita o para su análisis, comentario o juicio crítico, incorporando e indicando la fuente y el nombre del autor de la obra utilizada (Art. 32 de la Ley 2/2019 por la que se modifica el texto refundido de la Ley de Propiedad Intelectual, BOE núm. 53 de 2 de Marzo de 2019)

APERCIBIMIENTO:

Quedo advertido/a de que la inexactitud o falsedad de los datos aportados determinará la calificación de **NO APTO** y que **asumo las consecuencias legales** que pudieran derivarse de dicha actuación.

Sevilla...18.....de...MAYO.....de 20.23...

(Firma del interesado)

Fdo.:

ÍNDICE

- Resumen
- Abstract
- Introducción
 1. Concepto de oclusión
 2. Concepto de articulador convencional y clasificación
 3. Flujo digital
 - 3.1 Procedimientos en flujo digital
 - 3.2 Ventajas del flujo digital
 4. Concepto y ventajas de los articuladores virtuales
 - 4.1 Clasificación de los articuladores virtuales
 5. ¿Analógico o digital?
 6. Hipótesis y justificación del trabajo
 7. Objetivos
- Metodología de la búsqueda
- Resultados
 - Tabla con resultados encontrados
 - Tabla con artículos seleccionados
- Discusión
- Conclusiones
- Bibliografía

RESUMEN

Introducción: El articulador es un instrumento mecánico con el que podemos relacionar los modelos de las arcadas dentarias de los pacientes. Su finalidad es poder realizar procedimientos de diagnóstico y terapéuticos fuera de la boca. Los articuladores virtuales se dividen esencialmente en dos; articuladores simulados matemáticamente y articuladores completamente ajustables. El principal objetivo de esta revisión es comparar los distintos tipos de articuladores virtuales que existen.

Material y método: Se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos Pubmed, Scopus y Google académico con las palabras clave “Virtual dental articulator”, “Virtual articulator AND mechanical articulator” y “Virtual Patients AND dentistry”.

Resultados: Se encontraron un total de 3.238, de los cuales se seleccionaron 16 artículos. Se expone una tabla con los principales objetivos y las conclusiones de cada artículo seleccionado, los artículos se encuentran en orden por año de publicación.

Conclusiones: Ambos tipos de articuladores virtuales pueden ser útiles en la evaluación de la oclusión dental, los articuladores virtuales obtienen resultados similares a los mecánicos, pero con una mayor eficiencia. Es probable que los pacientes virtuales desempeñen un papel más importante en la odontología en el futuro.

Palabras clave: Articulador virtual, flujo digital, articulador mecánico.

ABSTRACT

Introduction: The articulator is a mechanical instrument with which we can relate the models of the dental arches of the patients. Its purpose is to be able to perform diagnostic and therapeutic procedures outside the mouth. Virtual articulators are essentially divided into two, mathematically simulated articulators and fully adjustable articulators. The main objective of this review is to compare the different types of virtual articulators that exist.

Material and method: A bibliographic search were carried out in the Pubmed, Scopus and Google academic databases with the keywords "Virtual dental articulator", "Virtual articulator AND mechanical articulator" and "Virtual Patients AND dentistry".

Results: A total of 3,238 were found, of which 16 articles were selected. A table is exposed with the main objectives and conclusions of each selected article, the articles are in order by year of publication.

Conclusions: Both types of virtual articulators can be useful in the evaluation of dental occlusion, virtual articulators obtain similar results to mechanical ones, but with greater efficiency. Virtual patients are likely to play a bigger role in dentistry in the future.

Keywords: Virtual articulator, digital flow, mechanical articulator.

INTRODUCCIÓN

1. Concepto de oclusión

La real academia de la lengua española (RAE) posee tres definiciones sobre la oclusión.

- a. Acción y efecto de ocluir.
- b. Contacto entre los dientes superiores e inferiores.
- c. Cierre completo del canal vocal de una articulación.

Davis y Gray [1] realizan una definición simple de la oclusión como el contacto que existe entre los dientes de ambas arcadas. Que puede ser medido cuando los dientes contactan en máxima intercuspideación (MIC) en un cierre total, es decir, una posición estática o en una posición dinámica donde los dientes se deslizan y relacionan entre si a través del movimiento mandibular.

Hemos de señalar que la oclusión forma parte de un sistema complejo denominado Aparato masticatorio o Estomatognático (SE), que se compone de los dientes, el ligamento periodontal, la lengua, las articulaciones y los músculos, que en conjunto con la articulación temporomandibular (ATM) llevan a cabo la masticación, deglución y fonación, siendo ejecutadas por el sistema de control neuro-muscular. [1]

Tras esto, podemos definir la oclusión como la relación funcional que existe entre los distintos componentes del Aparato Estomatognático o masticatorio. La oclusión que posee cada individuo se debe al resultado de las relaciones activas y cambiantes entre los componentes del Aparato Estomatognático.

Es relevante comprender las diferencias entre una oclusión normal y una oclusión ideal, para ser capaces de diagnosticar, cuando nos encontramos ante una oclusión defectuosa. Decimos que una oclusión es normal cuando reúne unas características tanto estéticas como funcionales que son aceptadas por el profesional y el paciente, aunque presente alguna maloclusión. No presentando disfunciones o patologías que comprometan la salud del paciente.

La oclusión ideal es aquella que realiza todas sus funciones fisiológicas necesarias, a la vez que mantiene al Aparato Estomatognático saludable. Para ello, debe presentar algunas características; los dientes deben estar en una posición determinada, los dientes inferiores y los superiores deben coincidir en puntos concretos, los incisivos superiores deben cubrir hasta un tercio de los inferiores al igual que los caninos con

sus antagonistas, los molares deben ocluir con sus homónimos. Añadir, que los dientes deben estar alineados, con espacios correctos entre ellos y sin apiñamiento. [1, 2, 3]

De manera convencional los patrones de contacto oclusales se han determinado en la clínica a través de papeles de articular de distintos colores, o con ceras especiales. Hoy día con el flujo digital encontramos sistemas que emplean láminas sensibles a la presión. [4]

2. Concepto de articulador convencional y clasificación

El articulador es un instrumento mecánico con el que podemos relacionar los modelos de las arcadas dentarias de los pacientes. Permiten reproducir la relación espacial de la articulación temporomandibular con los maxilares. Su finalidad es poder realizar procedimientos diagnósticos y terapéuticos fuera de la boca. [5]

Para ello, es necesario un arco facial, que transfiere el modelo maxilar en idéntica relación que guarda con el cráneo (con respecto al eje de giro de la mandíbula y a un plano de referencia). El articulador es capaz de aproximar los movimientos de la mandíbula del paciente; nos proporciona las relaciones estáticas y dinámicas para examinar maloclusiones o disfunciones extraoralmente. Con los articuladores podemos aproximar los movimientos de la ATM, los movimientos realizados por las guías anterior y posterior y en posición estática podemos obtener los contactos dentarios de ambas arcadas. Así, el odontólogo puede planificar de manera ilimitada las pautas para su tratamiento sin el cansancio o molestias que podría causar en el paciente. [5, 6, 7]

Existen varias clases de articuladores convencionales según su complejidad para recrear los movimientos de la arcada inferior, estos son: oclusores o charnelas, semiajustables; estos pueden ser ARCON o no ARCON y los completamente ajustables. [6]

3. Flujo digital

La odontología y su práctica clínica ha avanzado en los últimos 20 años tras la implantación de la Odontología Digital.

Esto ha permitido disminuir el número de pasos para muchos de los tratamientos que se realizan en la clínica, como puede ser la confección de una corona, un puente o incluso prótesis fijas sobre implantes. Lo cual mejora la experiencia que recibe el paciente, puesto que acude un menor número de citas a la consulta, además de la eliminación de procedimientos molestos como puede ser la toma de impresiones con materiales convencionales. Este último paso de toma de impresiones se realiza con escáneres

intraorales, que han permitido capturar información detallada de las estructuras anatómicas dentales, óseas y los tejidos blandos. Esto es solo un ejemplo de las numerosas ventajas que constituye la introducción del mundo digital en la odontología. Algunos ejemplos de utilización de la digitalización en la práctica clínica son: diseño de sonrisa, creación de guías quirúrgicas para la colocación de implantes, provisionalización inmediata o carillas, así como muchos más. [7, 8]

3.1 Procedimientos en flujo digital

El flujo digital en el ámbito odontológico se puede emplear de dos maneras. De manera completamente Digital; cuando utilizamos escáneres intraorales desde un primer momento o de modo analógico-digital; cuando el técnico de laboratorio digitaliza los modelos obtenidos de manera convencional. [8,9]

Para la realización de una odontología basada en la informática necesitamos conocer que es el flujo digital y sus pasos: Digitalización, diseño y mecanizado. [7, 10, 11]

1. Digitalización: consiste en la obtención de imágenes tridimensionales del campo operatorio. Se pueden utilizar tomógrafos de haz cónico (CBCT) y/o escáneres intraorales o extraorales (En este último caso mediante escaneado de los modelos del paciente).
2. Diseño: se refiere al diseño asistido por ordenador mediante el uso de diferentes tipos de softwares.
3. Mecanización: Es la fabricación de la prótesis u otros dispositivos a partir de la información obtenida en el escaneado y su correspondiente tratamiento informatizado.

A continuación, se expone un diagrama con los diferentes pasos a seguir según se use un método analógico o digital completos [11] (fig. 1):

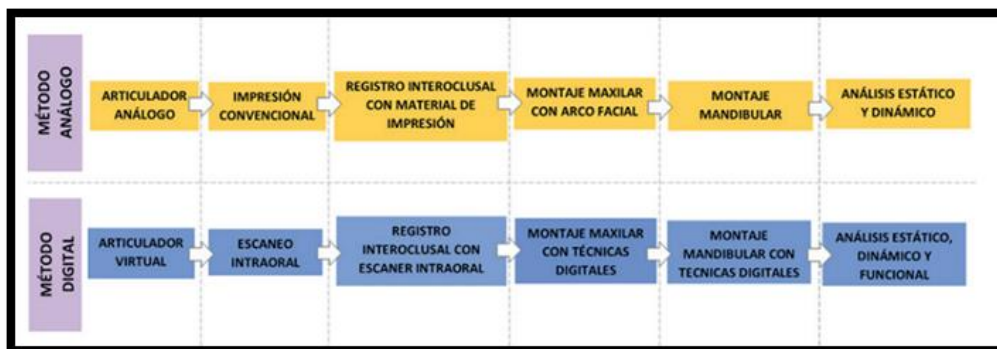


Figura 1. Diagrama de la sistemática de registros y montaje de modelos, comparando el método análogo y su equivalente digital.

Díaz Díaz P, Muñoz Solís J, Contreras Diez de Medina D. Herramientas digitales para la obtención de registros, posicionamiento y articulación virtual de modelos. *Odontol Sanmarquina* [Internet]. 2021;24(1):75–83. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15381/os.v24i1.19699>

3.2 Ventajas del flujo digital

Las ventajas que podemos encontrar son [11]:

- Planificación de todo el tratamiento en 3D por ordenador.
- Claridad para el paciente y el clínico para visualizar todo su tratamiento.
- Disminución de errores en la fabricación.
- Mayor confianza para el paciente y el clínico debido a la planificación previa.
- Reducción de los tiempos.
- Conservación de la información digitalizada.

4. Concepto y ventajas de los articuladores virtuales

Actualmente, los articuladores mecánicos están siendo sustituidos y/o complementados por los articuladores virtuales. (“Articulador virtual - Grupo de Investigación en Ingeniería Dental”) Estos articuladores digitales presentan las siguientes ventajas [12]:

- Permiten realizar un análisis cinemático de la oclusión.
- Permiten corregir de manera cinemática las prótesis y restauraciones dentales indirectas diseñadas de forma estática a través de los sistemas dentales CAD/CAM.
- Permiten comparar los resultados obtenidos con los articuladores virtuales con los resultados obtenidos con los articuladores mecánicos.
- Permiten introducir nuevos ajustes que no existen en los articuladores mecánicos.

4.1 Clasificación de los articuladores virtuales

Como anteriormente se menciona, existen distintos tipos de articuladores convencionales y esto mismo ocurre con los virtuales. Los articuladores virtuales se dividen esencialmente en dos; articuladores simulados matemáticamente y articuladores completamente ajustables. El primer articulador virtual data de 1999 con el desarrollo del articulador de Szentpetery, matemáticamente ajustable. El primer articulador virtual ajustable se desarrolló en el 2000 por Kordass y Gaertner. Posteriormente se centraron

en la creación de software para que los articuladores virtuales fueran lo más fieles posibles a los movimientos reales de los pacientes. [12, 13]

A continuación, se nombran dichos tipos acompañados de un ejemplo de marca comercial para poder entenderlos mejor.

1. Matemáticamente simulados

Se basa en una simulación matemática de los movimientos del articulador, para ello, se utilizan valores promedio. Permite reproducir los movimientos de los articuladores mecánicos convirtiéndolos en un articulador virtual en tres dimensiones. Debemos tener en cuenta que estos articuladores pueden obtener valores como los de la inclinación de la trayectoria condilar, el ángulo de Bennett y los movimientos de retrusión, laterotrusión o protrusión que no son posibles de reproducir con los articuladores mecánicos. Aunque estos son más versátiles que los articuladores convencionales, presentan un gran problema, puesto que se usan valores promedio, por lo que los movimientos individuales de cada paciente no se pueden seguir fácilmente. Para solventar esta cuestión algunos estudios han intentado estandarizar la relación existente entre el eje horizontal transversal usando puntos de referencia anatómicos. [11, 12, 13] Algunos ejemplos comerciales son el Stratos 200 (Ivoclar Vivadent; Amherst, NY) y los articuladores virtuales de Szentpetery (fig. 2)

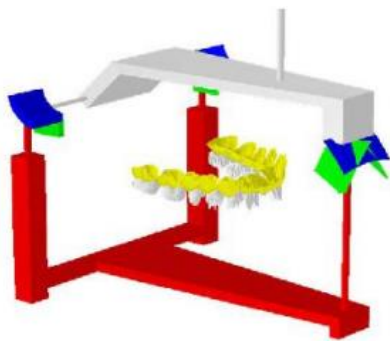


Figura 2. Articulador virtual de Szentpetery 200.

Padmaja BI, Madan, B, Himabindu G, Manasa C.
Articuladores virtuales en odontología: una revisión.
Int J Med Appl Sci. 2015;4(2):109-14

2. Articuladores completamente ajustables

Estos articuladores utilizan un sistema electrónico de registro de la mandíbula denominado ‘análisis de movimiento de mandíbula (JMA)’. Permite registrar y reproducir los movimientos mandibulares de manera precisa, puesto que se basan en sensores ultrasónicos y ópticos, que rastrean la mandíbula del paciente durante sus

movimientos funcionales. Estos sistemas constan de un software, un arco facial, sensores o transmisores oclusales e incisales, horquilla de registro y lápiz sensor. Los adaptadores oclusales y transmisores a nivel incisal transmiten información de la translación y rotación mandibular a los receptores que se encuentran en el arco facial. El procedimiento es el siguiente: primero debe instalarse un software en el ordenador. Después el odontólogo debe colocar la horquilla del arco en la mandíbula. Luego se coloca el arco facial en posición y el soporte facial en el nasium. La ATM y el punto infraorbitario del paciente deben señalarse con un lápiz sensor siguiendo las instrucciones del fabricante. Por último, el sensor de mandíbula debe conectarse a la horquilla del arco. De esta manera, el dispositivo rastreará el movimiento de la mandíbula identificando la retrusión, protrusión y laterotrusión. Algunos de los últimos articuladores también añaden un sistema de registro intraoral y tomografía computerizada volumétrica. [11, 12, 13]

Algunas marcas comerciales de estos articuladores pueden ser KaVo Protarevo 7 (KaVo Dental GmbH) (fig. 3) o Stratos 300 (Ivoclar Vivadent; Amherst, NY).



Figura 3. KaVo Protarevo 7 (KaVo Dental GmbH)

Özdemir, Gökhan & Albayrak, Berkman & Yuzbasioglu, Emir & Us, Yesim. (2021). Virtual Articulators, Virtual Occlusal Records and Virtual Patients in Dentistry. *Journal of Experimental and Clinical Medicine*. 38. 129-135. 10.52142/omujecm.38.si.dent.9.

2.1 Arco facial

Este instrumento sirve para transferir directamente la arcada superior e inferior digitalizadas al articulador virtual en la posición individualizada del paciente. Esto permite que todo el proceso sea virtual y no tengamos que pasar por una parte analógica. Uno de los arcos faciales más reconocidos es el Arcus digma II [9]. Con este arco los movimientos de la mandíbula se pueden detectar fácilmente mediante la transmisión de ultrasonidos. Cuatro micrófonos sobre un arco que se fija a la cabeza y un soporte con tres pings se colocan en la mandíbula. Este sistema ofrece un análisis del movimiento mandibular, comparación 3D de posiciones oclusales arbitrarias,

diagnóstico de articulación temporomandibular y también análisis de actividad muscular. [13, 14]

2.2 Paciente dental virtual

Podría considerarse como un tercer tipo de articulador virtual, aunque realmente este término es el sustituto de los articuladores virtuales. En los últimos años se ha implantado un sistema de escáner facial, lo que permite obtener la geometría 3D de la cara del paciente, así como su geometría en cuanto a los gestos de su sonrisa. Este sistema consta de varios elementos, algunos de los cuales son las arcadas maxilo-mandibulares y su ubicación, el registro de los movimientos mandibulares, el registro estático de oclusión, etc. Para poder utilizar pacientes virtuales necesitamos una tomografía computarizada de haz cónico (CBCT), modelos de trabajo, escaneos fáciles y fotografías. Una de las marcas comerciales más destacadas son el smiledesign de Sirona®. [12, 13]

5. ¿Analógico o digital?

Hay que exponer que el clínico puede elegir como realizar su método de trabajo de manera analógica o digital, ya sea indirecta o directamente, indistintamente del articulador que elija. Es decir, que se puede usar un método totalmente analógico, con los articuladores convencionales. Un método indirecto con articuladores que permitan su posterior escaneo como puede ser el caso de los articuladores matemáticamente simulados o un método completamente digital en el que entran en juego los articuladores virtuales ajustables. Este diagrama (fig.4) representa todos los métodos que podemos realizar. Y nos parece de gran ayuda para comprender sobre todo los últimos modelos de articuladores que existen en el mercado. [11, 12, 13]

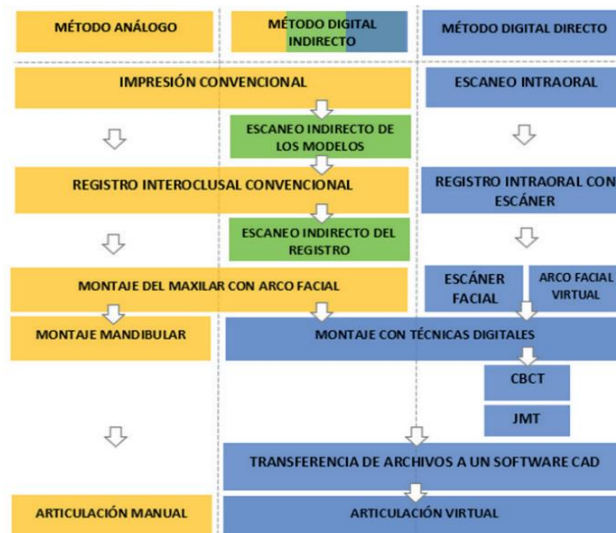


Figura 4. Diagrama que ejemplifica la implementación digital en la práctica con su equivalente análogo y digital. Díaz Díaz P, Muñoz Solís J, Contreras Diez de Medina D. Herramientas digitales para la obtención de registros, posicionamiento y articulación virtual de modelos. Odontol Sanmarquina [Internet]. 2021;24(1):75–83. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15381/os.v24i1.19699>

6. Hipótesis y justificación del trabajo

Debemos destacar el avance de la odontología digital en estos últimos 20 años. Lo que nos ha permitido, como se menciona anteriormente, reducir el número de pasos para la realización de algunos tratamientos, así como mejorar la experiencia percibida por los pacientes en sus visitas al odontólogo.

Cada vez más universidades adoptan un entrenamiento en tecnología digital. También podemos ver el aumento de la publicación de artículos relacionados con el flujo digital. En odontología podemos realizar numerosos tratamientos de manera digital, descartando las desventajas que posee el método analógico. De hecho, podemos utilizar todo un proceso digital desde la planificación hasta el fin de tratamiento. Esto quiere decir que es una herramienta útil para el diagnóstico y planificación de nuestros tratamientos. Pudiendo ser transferidos los datos a impresoras que permiten la obtención de modelos de estudio sin la necesidad de hacer al paciente acudir a un mayor número de citas o incluso eliminando la parte de toma de impresiones convencional. Además, con los últimos modelos de articuladores virtuales podemos obtener una visión global del paciente más realista, el denominado paciente virtual. Por estos motivos se justifica esta revisión bibliográfica acerca de una herramienta, el articulador virtual, que poco a poco va reemplazando a su homónimo analógico.

7. Objetivos

- 1- Objetivo primario: Comparar los articuladores virtuales entre sí y sus prestaciones.
- 2- Objetivos secundarios:
 - 2.1 Comparar los articuladores analógicos y los virtuales
 - 2.2 Utilidad de los pacientes virtuales.

MATERIAL Y MÉTODO

Se ha realizado una búsqueda bibliográfica en las bases de datos de PubMed, Google Académico y Scopus, se utilizó el programa Mendeley para ordenar y clasificar el material que obtuvimos.

Se utilizó un margen de diez años en la búsqueda (2000-2023), puesto que queríamos una amplia visión de la evolución de los articuladores digitales.

Los operadores booleanos usados fueron: AND

A continuación, se describe con exactitud los límites establecidos por bases de datos, las palabras claves usadas y los criterios de selección.

Pubmed:

- 1) Virtual dental articulator, 2000-2023, artículos a los que se pudiera acceder de manera gratuita
- 2) Virtual articulator AND mechanical articulator, 2000-2023, artículos a los que se pudiera acceder de manera gratuita
- 3) Virtual Patients AND dentistry, 2000-2023, artículos a los que se pudiera acceder de manera gratuita

Scopus:

- 1) Virtual dental articulator, 2000-2023, artículos a los que se pudiera acceder de manera gratuita
- 2) Virtual articulator AND mechanical articulator, 2000-2023, artículos a los que se pudiera acceder de manera gratuita
- 3) Virtual Patients AND dentistry, 2000-2023, artículos a los que se pudiera acceder de manera gratuita

Google académico:

- 1) Virtual dental articulator, 2000-2023, artículos a los que se pudiera acceder de manera gratuita
- 2) Virtual articulator AND mechanical articulator, 2000-2023, artículos a los que se pudiera acceder de manera gratuita
- 3) Virtual Patients AND dentistry, 2000-2023, artículos a los que se pudiera acceder de manera gratuita

Los criterios de exclusión utilizados fueron:

- a. Artículos que no pertenecieran a revistas del ámbito sanitario.
- b. Artículos que no hablaran del área dental.
- c. Que fuesen artículos duplicados.
- d. Aquellos artículos no relacionados con el tema de estudio.
- e. Artículos a los que no tuviéramos acceso de manera gratuita.

En cuanto a los criterios de inclusión, además de ser los contrarios a los de exclusión, se incluyeron los siguientes:

- a. Ensayos clínicos de cualquier tratamiento donde se utilizarán los articuladores virtuales.
- b. Revisiones bibliográficas que hablaran sobre el tema en cuestión.
- c. Artículos que compararan los articuladores virtuales con los convencionales o entre ellos.
- d. Artículos que hablaran sobre la oclusión virtual.
- e. Artículos en los siguientes idiomas; español o inglés.
- f. Artículos en los que pudiera obtenerse el texto completo.

Una vez seleccionados los artículos, se procedió a revisar la bibliografía de cada uno de ellos para detectar nuevos artículos no incluidos en la base de datos.

RESULTADOS

Bases de datos:

- ❖ Pubmed: La búsqueda fue realiza el 29/03/2023 a las 15:41
- ❖ Scopus: La búsqueda se realizó el 29/03/2023 a las 17:03
- ❖ Google académico: La búsqueda se realizó el 29/03/2023 a las 18:32

En la tabla 1. se exponen los resultados obtenidos en cada una de las bases de datos.

| Base de datos | Artículos encontrados | Artículos seleccionados |
|---|-----------------------|-------------------------|
| Pubmed | 741 | 5 |
| Scopus | 797 | 4 |
| Google académico | 1700 | 1 |
| Revisión bibliográfica de los artículos seleccionados | 16 (revisados) | 4 |

Tabla 1. Resultados encontrados

Además, se añadieron dos artículos remitidos por el profesor tutor de este trabajo fin de máster. Estos artículos no se encontraron en las bases de datos utilizadas, pero son de gran utilidad para la revisión.

- a. Özdemir, Gökhan & Albayrak, Berkman & Yuzbasioglu, Emir & Us, Yesim. (2021). Virtual Articulators, Virtual Occlusal Records and Virtual Patients in Dentistry. *Journal of Experimental and Clinical Medicine*. 38. 129-135. 10.52142/omujecm.38.si.dent.9.
- b. Díaz Díaz P, Muñoz Solís J, Contreras Diez de Medina D. Herramientas digitales para la obtención de registros, posicionamiento y articulación virtual de

modelos. *Odontol Sanmarquina* [Internet]. 2021;24(1):75–83. Disponible en:
<http://dx.doi.org/10.15381/os.v24i1.19699>

En la Tabla 2. Se exponen los 16 artículos seleccionados, tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión. Se ordenan por fechas de publicación.

| TÍTULO, REVISTA, FECHA | AUTOR | OBJETIVO | CONCLUSIÓN |
|---|---|---|--|
| The virtual articulator: development and evaluation. Int J Comput Dent. 2002 | Gärtner C, Kordass B | Se examinan la precisión, confiabilidad y reproducibilidad del articulador virtual aplicado en el diagnóstico funcional. También se explora su potencial en la planificación y simulación de tratamientos de ortodoncia. | los articuladores matemáticamente ajustables ayudan a brindar posibilidades que no están disponibles con algunos articuladores dentales mecánicos, como el movimiento Bennett curvo o diferentes movimientos en las mismas configuraciones. |
| The use of a virtual patient case in an integrated curriculum. European journal of dental education 2007 | Wierinck ER, Putzeys E, Swinnen S, Van Steenberghe D. | Utilizar un paciente virtual en un plan de estudios integrado en odontología. | los autores concluyeron que el uso de simuladores de pacientes virtuales en la educación dental puede ser beneficioso para mejorar la calidad de la enseñanza y la formación clínica de los estudiantes. |
| Virtual articulator for the analysis of dental occlusion: An update. Med Oral Patol Oral Cir Bucal 2012 | Maestre-Ferrin L, Romero-Millan J, Penarrocha-Oltra D, Penarrocha-Diago M. | Analiza los estudios publicados en la literatura sobre el diseño, funcionamiento y aplicaciones de los articuladores virtuales. | Los estudios realizados para evaluar la confiabilidad del articulador virtual muestran buena correspondencia en la visualización del número y posición de los contactos dinámicos. El articulador virtual es una herramienta precisa para el análisis completo de la oclusión en un paciente real. |
| The role of virtual | Koralakunte PR, | Es el propósito de este | Los articuladores virtuales |

| | | | |
|--|---|---|---|
| <p>articulator in prosthetic and restorative dentistry.</p> <p>Journal of Clinical Diagnostic Research</p> <p>2014</p> | <p>Aljanakh M.</p> | <p>artículo presentar los conceptos y estrategias para un futuro reemplazo del articulador mecánico por uno virtual.</p> | <p>táctiles del sistema de realidad virtual basado en háptica permiten a los técnicos de laboratorio sentir cómo los dientes, incluidas las nuevas restauraciones producidas, encajarán en la boca del paciente. El futuro no es lo suficientemente lejano donde los métodos convencionales de rutina utilizados en odontología se transformarán totalmente en un mundo dental de realidad virtual.</p> |
| <p>Digital Articulators: A Promising Technology of the Future.</p> <p>Int J Dent Med. Res</p> <p>2014</p> | <p>Singh N, Dandekeri S, Shenoy K, Bhat V.</p> | <p>Este artículo revisa la necesidad de los articuladores digitales, sus ventajas y la parametrización de su diseño.</p> | <p>El articulador digital es una herramienta básica que se ocupa principalmente de los aspectos funcionales de la oclusión. Se considera un factor primordial, no sólo en los procedimientos diagnósticos y terapéuticos, sino también en las restauraciones dentales fabricadas con CAD-CAM. Con la llegada de la digitalización, la odontología se ha vuelto más fácil, precisa y ahorra tiempo</p> |
| <p>Virtual articulators in prosthetic dentistry: A review.</p> <p>Adv Med Dent Scie Res.</p> <p>2015</p> | <p>Luthra RP, Gupta R, Kumar N, Mehta S SR.</p> | <p>Este artículo revisa la necesidad de los articuladores virtuales, el diseño, desarrollo y programación de articuladores virtuales, las ventajas y limitaciones de los articuladores virtuales, y una breve nota sobre el</p> | <p>El articulador virtual es una herramienta de software precisa que trata aspectos funcionales de la oclusión junto con CAD/CAM sustituyendo a los articuladores mecánicos, evitando así sus errores. Los</p> |

| | | | |
|--|--|--|--|
| | | articulador virtual táctil basado en la háptica. | articuladores virtuales táctiles del sistema de realidad virtual de tacto permiten a los técnicos de laboratorio sentir cómo los dientes, incluidas las nuevas restauraciones producidas encajarán en la boca del paciente. |
| Comparison of the accuracy of a 3-dimensional virtual method and the conventional method for transferring the maxillary cast to a virtual articulator. J Prosthet Dent. 2015 | Solaberrieta E, Mínguez R, Barrenetxea L, Otegi JR, Szentpétery A. | El propósito de este estudio fue comparar la ubicación del modelo maxilar en un articulador utilizando 2 procedimientos diferentes: el método convencional y un método virtual. | La desviación entre los procedimientos fue lo suficientemente pequeña como para permitir la metodología con fines de ortodoncia. Sin embargo, se debe mejorar la precisión del procedimiento virtual para extender su uso a otros campos, como la cirugía ortognática o la restauración dental, en los que la técnica clínica requiere un articulador. |
| Comparison of the accuracy of mechanical and virtual articulators: A systematic review and meta-analysis por. Journal of Prosthetic Dentistry. 2015 | Abdou J, Elsyad M, Emam A, Khalifa S, Mostafa H. | El objetivo del estudio fue determinar si los articuladores virtuales son más precisos que los articuladores mecánicos para la planificación y fabricación de prótesis dentales. | Tanto los articuladores mecánicos como los virtuales son herramientas precisas para la planificación y fabricación de prótesis dentales. Sin embargo, se necesitan más estudios estandarizados y bien diseñados para determinar si existe una diferencia significativa en la precisión entre los dos tipos de articuladores. |
| Virtual dental patient: How long until it's here? Curr. Curr Oral Heal Reports. | Joda, T., Wolfart, S., Reich, S. et al. | El objetivo de esta revisión de la literatura fue proporcionar una actualización sobre el estado actual del conocimiento, informar | La superposición de archivos de datos médicos en 3D es una técnica viable para crear un paciente virtual en condiciones estáticas. La |

| | | | |
|--|--|--|--|
| 2018 | | sobre el progreso en la ciencia del paciente virtual e identificar las investigaciones adicionales necesarias para facilitar la traducción a la práctica clínica. | fusión de imágenes 3D es de interés e importancia en todos los campos de la medicina dental, incluidos el diagnóstico, el tratamiento, la ciencia y la educación. La investigación futura debe centrarse en simplificar la tecnología, para permitir que se genere una simulación de paciente virtual en un enfoque de un solo paso. |
| Clinical occlusion analysis versus semi-adjustable articulator and virtual articulator occlusion analysis. Med Pharm Rep. 2020 | Buduru S, Finta E, Almasan O, Fluerasu M, Manziuc M, Iacob S, et al. | Identificar el método óptimo para el análisis de la oclusión comparando la sensibilidad de examen de la oclusión estática y dinámica mediante tres sistemas: análisis clínico de la oclusión, análisis de la oclusión con articulador semiajustable y análisis de la oclusión con articulador virtual (3Shape, Dinamarca). | El articulador semiajustable fue superior en el análisis de la oclusión estática y dinámica en comparación con el articulador virtual. El análisis de la oclusión dinámica es el más problemático debido a su dependencia de la anatomía individual de la fosa glenoidea, que no puede ser reproducida exactamente por ningún articulador. |
| Virtual articulators and virtual mounting procedures: Where do we stand? Journal of Prosthodont 2021 | Lepidi L, Galli M, Mastrangelo F, Venezia P, Joda T, Wang HL, Li J. | El objetivo de esta revisión fue discutir el conocimiento actual en torno a las diversas técnicas y metodologías relacionadas con el montaje virtual en odontología, y si los articuladores virtuales se convertirán en algo común en la práctica clínica en el futuro. | Esta revisión describe el estado actual de los procedimientos de ensamblaje de AV en odontología digital y proporciona evidencia alentadora que respalda la implementación clínica de flujos de trabajo totalmente digitales destinados a ensamblar AV para ayudar en las fases de planificación de diagnóstico y tratamiento |

| | | | |
|---|--|--|---|
| | | | de casos complejos. |
| <p>Developing virtual patients for teaching and learning of clinical reasoning in dentistry.</p> <p>European Journal of Dental Education</p> <p>2021</p> | <p>Zhang X, Sedarous M, Samarawickrama D, Siddiqui A, Zhang G, Wismeijer D.</p> | <p>Desarrollar pacientes virtuales (VP) para la enseñanza y el aprendizaje del razonamiento clínico en odontología.</p> | <p>Por lo tanto, el estudio concluyó que los VP pueden ser una herramienta eficaz para enseñar y aprender el razonamiento clínico en odontología y sugirió que el desarrollo de VP adicionales podría mejorar el uso de esta tecnología en la educación dental.</p> |
| <p>A comprehensive review of the literature supporting the use of virtual patient simulation for preclinical operative dentistry education.</p> <p>European Journal of Dental Education</p> <p>2021</p> | <p>Kleinfelder JW, Fong BJ, Mennito AS.</p> | <p>Realizar una revisión exhaustiva de la literatura que respalda el uso de la simulación virtual de pacientes (VPS) para la educación preclínica en odontología quirúrgica.</p> | <p>El estudio concluyó que VPS tiene el potencial de mejorar la educación en odontología quirúrgica preclínica y puede ser una herramienta eficaz para enseñar y aprender estas habilidades. Los autores sugirieron que la investigación futura debería centrarse en desarrollar currículos estandarizados para VPS y evaluar su efectividad a largo plazo.</p> |
| <p>Virtual articulators, virtual occlusal records and virtual patients in dentistry.</p> <p>J Exp Clin Med.</p> <p>2021</p> | <p>Özdemir, Gökhan & Albayrak, Berkman & Yuzbasioglu, Emir & Us, Yesim</p> | <p>En este artículo se revisan los requisitos de los articuladores virtuales y los registros oclusales y se evalúan sus ventajas e inconvenientes en diversos aspectos.</p> | <p>En el futuro, estos sistemas deberán mejorarse con tecnología 4D en simulaciones dinámicas. Por estas razones, la realidad virtual ha revolucionado la odontología y seguirá mejorando las prácticas odontológicas en un futuro previsible.</p> |
| <p>Herramientas digitales para la obtención de registros, posicionamiento y articulación virtual de</p> | <p>Paula Díaz Díaz, Javiera Muñoz Solís, David Contreras Diez de Medina</p> | <p>Escribir las alternativas digitales disponibles para la obtención de registros, posicionamiento y</p> | <p>Existen diversas herramientas virtuales disponibles actualmente para registrar, posicionar y</p> |

| | | | |
|--|---|---|--|
| <p>modelos.</p> <p>Odontol Sanmarquina.</p> <p>2021</p> | | <p>articulación virtual de modelos junto con ejemplificar algunos softwares que permiten la implementación de estas tecnologías en su trabajo diario.</p> | <p>articular modelos de estudios. Entre estas, algunas incluyen pasos del sistema análogo, como las del método indirecto. Se sugiere que cada odontólogo en base a sus recursos decida qué método implementar; debido a que actualmente no hay evidencia concluyente que haya demostrado mayor eficiencia, fiabilidad y practicidad por sobre las otras.</p> |
| <p>Assessment of occlusal vertical dimension change in mechanical and virtual articulation: A pilot study. Dent J.</p> <p>2022</p> | <p>Yu Chun Lin, Rebeca Scialabba, Jason D. Lee, Jie Sol, cantó J. Lee</p> | <p>Investigar el cambio en la dimensión vertical oclusal (OVD) con modelos dentales montados en un articulador mecánico usando un arco facial de eje medio y en un articulador virtual montado usando el triángulo de Bonwill y el ángulo de Balkwill y comparar estos grupos con Cambio OVD observado clínicamente en pacientes.</p> | <p>Las técnicas de montaje del registro del arco facial del eje medio y los valores medios utilizando el triángulo de Bonwill y el ángulo de Balkwill en un articulador virtual (AMG) pueden ser clínicamente viables con un aumento de OVD de hasta 6 mm en pacientes de Clase 1 dental.</p> <p>La relación de apertura interoclusal posterior a anterior observada clínicamente fue de 1:1,575, medida en los primeros molares mandibulares y los incisivos centrales. El coeficiente de determinación fue de 0,773, lo que mostró una alta correlación de apertura anterior y apertura posterior.</p> |
| <p>A comparative study to</p> | <p>Ma L, Liu F, Mei J, Chao</p> | <p>Comparar la inclinación</p> | <p>El flujo de trabajo de</p> |

| | | | |
|--|-----------------------------|--|--|
| <p>measure the sagittal condylar inclination using mechanical articulator, virtual articulator and jaw tracking device.</p> <p>Journal of Advance Prosthodont.</p> <p>2023</p> | <p>J, Wang Z, Shen J. A</p> | <p>condilar sagital (SCI) en individuos dentados medidos por los diferentes métodos con articulador mecánico (MA), articulador virtual (VA) y un sistema de dispositivo de seguimiento de mandíbula (JTD).</p> | <p>VA IOS-FS proporcionó un enfoque alternativo para medir el SCI en comparación con MA.</p> |
|--|-----------------------------|--|--|

Tabla 2. Artículos seleccionados

DISCUSIÓN

La discusión sobre los diferentes tipos de articuladores virtuales en la práctica odontológica ha sido objeto de estudio en varios artículos científicos. Si bien ambos tipos de articuladores virtuales pueden ser útiles en la evaluación de la oclusión dental, existen algunas diferencias significativas entre ellos.

Los articuladores virtuales matemáticamente simulados fueron los primeros que se describieron. Korlakunte PR. Et al. [13] plasman en su artículo que estos articuladores ayudan a brindar posibilidades que no están disponibles con algunos articuladores dentales mecánicos, como el movimiento de Bennett curvo o diferentes movimientos en las mismas configuraciones. Por otro lado, al ser un enfoque matemático, actúa como un articulador de valores promedio, lo que dificulta obtener fácilmente trayectorias de movimiento únicas para cada paciente.

Sin embargo, los estudios más actuales se centran en los articuladores virtuales completamente ajustables. Estos fueron descritos por primera vez en el artículo de Gärtner C y Kordass B. [14]. Usando un sistema electrónico de grabación de mandíbula conocido como "Analizador de movimiento de mandíbula" (JMA), es capaz de capturar y replicar los movimientos precisos de la mandíbula inferior. Los componentes de este sistema son una unidad básica, sensor de mandíbula inferior, arco de cabeza, horquilla de mordida y sensor de pluma.

En su estudio, Lin et al. [15] para evaluar la dimensión vertical de la oclusión dentaria, compararon la precisión de los resultados obtenidos utilizando un articulador virtual totalmente ajustable y un articulador mecánico. Los hallazgos sugirieron que ambos tipos de articuladores produjeron resultados comparables, lo que indica que los articuladores virtuales totalmente ajustables podrían ser un buen sustituto de los articuladores mecánicos. A la misma conclusión llegaron Luthra RP. Et al [16] añadiendo que los articuladores virtuales completamente ajustables son un buen sustituto a los articuladores mecánicos puesto que evitan sus errores.

Según el artículo realizado por Lepidi et al. [17], donde se describen diferentes métodos de montaje en articulador virtual, no puede utilizarse el mismo articulador para todos los casos. Hay que considerar las características del paciente y elegir el articulador que se adapte a sus necesidades.

La comparación entre articuladores mecánicos y virtuales es un tema de gran interés en la odontología restauradora y protésica. La precisión de la relación maxilomandibular es crítica para lograr un tratamiento exitoso y una función adecuada de la prótesis dental. Los estudios presentados en esta discusión analizan la precisión de los articuladores mecánicos y virtuales en la medición de la relación maxilomandibular y la posición condilar.

Buduru S. et al [18] realizaron un estudio de la oclusión de dieciséis pacientes utilizando tres sistemas; papel de oclusión intraoral, articulador semiajustable Bio-Art A7 Plus junto con el arco facial Elite (Bio-Art). Se transfirieron modelos de escayola y se realizó un análisis de oclusión con papel azul y rojo de 200 μm de espesor y articulador virtual Bio-Art A7 Plus y escaneo intraoral con el sistema de escaneo 3Shape TRIOS® y modelos virtuales. El análisis de oclusión clínica se realizó aplicando papel de articular azul de 200 μm de espesor sobre el arco mandibular y se marcaron puntos en intercuspidación máxima. Llegando a la conclusión de que, al analizar la oclusión estática y dinámica, el articulador semiajustable funcionó mejor que el articulador virtual. El análisis más desafiante es el de la oclusión dinámica porque depende de la anatomía única de la fosa glenoidea, que es imposible de replicar con cualquier articulador.

En el artículo de Paula Díaz Díaz et al. [11] se sugiere que cada odontólogo en base a sus recursos debe decidir que método emplear; debido a que actualmente no hay evidencia concluyente que demuestre mayor eficacia, fiabilidad y practicidad los métodos analógicos y digitales. Aunque también determinan que los métodos digitales son más fáciles de usar en la práctica clínica habitual, lo que puede resultar especialmente útil en casos clínicos sencillos. Laura Maestre-Ferrín et al. [19] determinan que los articuladores virtuales son una herramienta precisa para analizar la oclusión del paciente real. Además, ayuda a diagnosticar y planificar los tratamientos.

El estudio de Liya Ma et al. [20] comparó la precisión de los articuladores mecánicos, virtuales y dispositivos de seguimiento mandibular en la medición de la inclinación sagital condilar. Los autores encontraron que los articuladores virtuales tenían una precisión similar a los dispositivos de seguimiento mandibular y que ambos eran superiores en precisión a los articuladores mecánicos.

Según Eneko Solaberrieta et al. [21] estos autores compararon la posición del modelo del maxilar superior entre un articulador convencional y uno virtual. Llegaron a la conclusión que las desviaciones eran muy pequeñas, por lo que con fines de ortodoncia era valido usar el articulador virtual. Pero esta precisión debe ser mejorada si se quiere utilizar en otros campos de la odontología.

Neha Singh et al. [22] describen de que son capaces los articuladores digitales en las conclusiones de este artículo: “Simular movimientos mandibulares humanos, mover superficies oclusales digitalizadas entre sí de acuerdo con estos movimientos y eliminar las interferencias oclusales para permitir movimientos suaves y sin colisiones.” El concepto de articulador virtual reemplazara los articuladores manuales o mecánicos.

Los pacientes virtuales son el siguiente paso digital en odontología y otras áreas de la salud. Los artículos revisados se centran en el uso de pacientes y tecnologías virtuales en la educación dental. Todos sugieren que los pacientes virtuales y tecnologías relacionadas tienen un gran potencial para mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes de odontología y mejorar sus habilidades clínicas. El artículo de Zhang et al. [23] revisa los diferentes tipos de pacientes virtuales utilizados en la educación dental, incluyendo simulaciones de casos clínicos y sistemas de enseñanza basados en juegos. El artículo destaca la utilidad de los pacientes virtuales en la enseñanza de habilidades prácticas y la toma de decisiones clínicas. El artículo de Özdemir et al. [24] se centra en las tecnologías virtuales específicas utilizadas en la odontología, como los articuladores virtuales y los registros oclusales virtuales. El artículo destaca cómo estas tecnologías pueden mejorar la precisión y la eficiencia en la planificación y el tratamiento dental. El artículo de Joda et al. [25] se enfoca en la evolución de los pacientes virtuales y cómo pueden ser utilizados en la práctica dental en el futuro. Los autores discuten los desafíos y oportunidades que surgen con el uso de pacientes virtuales y cómo estos desafíos pueden ser abordados en el futuro. El artículo de Kleinfelder et al. [26] revisa la literatura existente que respalda el uso de la simulación de pacientes virtuales en la educación preclínica de la odontología. El artículo destaca cómo los pacientes virtuales pueden mejorar la preparación de los estudiantes para la práctica clínica y mejorar su confianza y competencia. El artículo de Wierinck et al [27] describe cómo se utilizó un caso de paciente virtual en un currículo integrado de odontología. Los autores encontraron que la utilización de

casos de pacientes virtuales en la enseñanza de la odontología ayuda a los estudiantes a desarrollar habilidades clínicas y de toma de decisiones, además de proporcionar una forma de aprendizaje activo y colaborativo. También se destacó que la utilización de casos virtuales permite a los estudiantes practicar y mejorar sus habilidades sin correr riesgos, lo que es especialmente importante en el campo de la odontología debido a la naturaleza irreversible de algunos procedimientos. En general, los artículos indican que los pacientes y tecnologías virtuales pueden tener un gran impacto en la educación dental, mejorando la enseñanza y la práctica clínica. A medida que estas tecnologías sigan evolucionando, es probable que se vuelvan cada vez más comunes en la educación dental y en la práctica clínica.

CONCLUSIÓN

- 1.- Ambos tipos de articuladores virtuales pueden ser útiles en la evaluación de la oclusión dental.
- 2.- Los estudios presentados sugieren que los articuladores virtuales son comparables en precisión a los articuladores mecánicos en la medición de la relación maxilomandibular y la posición condilar.
- 3.- Los articuladores virtuales presentan ventajas en términos de eficiencia, facilidad de uso y menor costo en comparación con los articuladores mecánicos.
- 4.- Los pacientes virtuales tienen el potencial de mejorar significativamente la educación dental y la atención al paciente. Es probable que los pacientes virtuales desempeñen un papel más importante en la odontología en el futuro, a pesar de que la tecnología aún se encuentra en las primeras etapas de desarrollo y tiene algunos problemas que deben resolverse.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Davies S, Gray R. What is occlusion? Br Dent J [Internet]. 2001;191(5):235–45. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1038/sj.bdj.4801151a>
- 2) Firmani M, Becerra N, Sotomayor C, Flores G, Salinas JC. Oclusión terapéutica: Desde las escuelas de oclusión a la Odontología Basada en Evidencia. Rev clín periodoncia implantol rehabil oral [Internet]. 2013;6(2):90–5. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/s0719-01072013000200009>
- 3) Tipos de oclusión dental: ¿cuál es la buena? [Internet]. Abaden dentistas. [citado el 26 de febrero de 2023]. Disponible en: <https://www.abadendentistas.com/que-tipos-de-occlusion-dental-hay/>
- 4) Articulador y oclusiones virtuales Bernd Kordass Quintessence: Publicación internacional de odontología. ISSN. 2008; 21:380–9.
- 5) Dentaltix.com. [citado el 26 de febrero de 2023]. Disponible en: <https://www.dentaltix.com/es/blog/tipos-articuladores-dentales-semiajustables-y-ajustables>.
- 6) Manuales articuladores dentales [Internet]. Scribd. [citado el 26 de febrero de 2023]. Disponible en: <https://www.scribd.com/doc/64081435/Manual-Articuladores-Dentales>
- 7) ¿Qué es el flujo digital en odontología? [Internet]. Dental Show. Barcelona Dental Show; 2021 [citado el 26 de febrero de 2023]. Disponible en: <https://www.dentalshowbcn.com/flujo>
- 8) G Pradíes. Odontología digital: el futuro es ahora. Monográfico de flujo digital SCO: Soluciones clínicas en Odontología. 2017;4-10.
- 9) Badal Manrique J. Artículo de opinión: importancia del flujo de trabajo digital desde la óptica del laboratorio. Monográfico de flujo digital SCO: Soluciones clínicas en Odontología. 2017;18–22.
- 10) Serrat Barón M. Circuito digital, ¿en qué idioma hablamos? Archivo. stl. Monográfico de flujo digital SCO: Soluciones clínicas en Odontología. 2017;31–4.
- 11) Díaz Díaz P, Muñoz Solís J, Contreras Diez de Medina D. Herramientas digitales para la obtención de registros, posicionamiento y articulación virtual de

- modelos. *Odontol Sanmarquina* [Internet]. 2021;24(1):75–83. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15381/os.v24i1.19699>
- 12) Solaberrieta O, Etxaniz R, Minguez J, Gorozika L, Barrenetxea E. Volumen: 9, Página de inicio - Página de fin: 19 - 30. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)* [Internet]. 2015; Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s12008-013-0203-2>
 - 13) Koralakunte PR. The role of virtual articulator in prosthetic and restorative dentistry. *J Clin Diagn Res* [Internet]. 2014; Disponible en: <http://dx.doi.org/10.7860/jcdr/2014/8929.4648>
 - 14) Kordass B, Gärtner C, Söhnel A, Bisler A, Voss G, Bockholt U. The virtual articulator in dentistry: concept and development. *Dent Clin North Am.* 2002;46:493–506.
 - 15) Lin Y-C, Scialabba R, Lee JD, Sun J, Lee SJ. Assessment of occlusal vertical dimension change in mechanical and virtual articulation: A pilot study. *Dent J* [Internet]. 2022;10(11):212. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3390/dj10110212>
 - 16) Luthra RP, Gupta R, Kumar N, Mehta S, Sirohi R. Virtual articulators in prosthetic dentistry: A review. *J Adv Med Dent Scie Res* 2015;3(4):117-121.
 - 17) Lepidi L, Galli M, Mastrangelo F, Venezia P, Joda T, Wang H-L, et al. Virtual articulators and virtual mounting procedures: ¿Where do we stand? *J Prosthodont* [Internet]. 2021;30(1):24–35. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/jopr.13240>
 - 18) Buduru S, Finta E, Almasan O, Fluerasu M, Manziuc M, Iacob S, Culcitchi C, Negucioiu M. Clinical occlusion analysis versus semi-adjustable articulator and virtual articulator occlusion analysis. *Med Pharm Rep.* 2020 Jul;93(3):292-296. doi: 10.15386/mpr-1595. Epub 2020 Jul 22. PMID: 32832895; PMCID: PMC7418843.
 - 19) Maestre-Ferrin L, Romero-Millan J, Penarrocha-Oltra D, Penarrocha-Diago M. Virtual articulator for the analysis of dental occlusion: An update. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* [Internet]. 2012; e160–3. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4317/medoral.17147>
 - 20) Ma L, Liu F, Mei J, Chao J, Wang Z, Shen J. A comparative study to measure the sagittal condylar inclination using mechanical articulator, virtual articulator

- and jaw tracking device. *J Adv Prosthodont* [Internet]. 2023;15(1):11.
Disponibile en: <http://dx.doi.org/10.4047/jap.2023.15.1.11>
- 21) Solaberrieta E, Mínguez R, Barrenetxea L, Otegi JR, Szentpétery A. Comparison of the accuracy of a 3-dimensional virtual method and the conventional method for transferring the maxillary cast to a virtual articulator. *J Prosthet Dent*. 2015 Mar;113(3):191-7. doi: 10.1016/j.prosdent.2014.04.029. Epub 2015 Jan 2. PMID: 25557006.
- 22) Singh N, Dandekeri S, Shenoy KK, Bhat V. Digital Articulators: a Promising Technology of the Future Virtual Articulator of Kordass and Gaertner: Evolution of Digital Articulators. *J Indian Prosthodont Soc*. 2015;15(4):289-297.
- 23) Zhang X, Sedarous M, Samarawickrama D, Siddiqui A, Zhang G, Wismeijer D. Developing virtual patients for teaching and learning of clinical reasoning in dentistry. *Eur J Dent Educ* [Internet]. 2021;25(1):39–48. Disponibile en: <http://dx.doi.org/10.1111/eje.12602>
- 24) Özdemir G, Albayrak B, Yüzbaşıoğlu E, Ölçer Us Y. Virtual articulators, virtual occlusal records and virtual patients in dentistry. *J Exp Clin Med* [Internet]. 2021;38(SI-2):129–35. Disponibile en: <http://dx.doi.org/10.52142/omujecm.38.si.dent.9>
- 25) Joda T, Wolfart S, Reich S, Zitzmann NU. Virtual dental patient: How long until it's here? *Curr Oral Health Rep* [Internet]. 2018;5(2):116–20. Disponibile en: <http://dx.doi.org/10.1007/s40496-018-0178-y>
- 26) Kleinfelder JW, Fong BJ, Mennito AS. A comprehensive review of the literature supporting the use of virtual patient simulation for preclinical operative dentistry education. *J Dent Educ* [Internet]. 2021;85(1):7–16. Disponibile en: <http://dx.doi.org/10.1002/jdd.12348>
- 27) Wierinck ER, Putzeys E, Swinnen S, Van Steenberghe D. The use of a virtual patient case in an integrated curriculum. *Eur J Dent Educ* [Internet]. 2007;11(1):46–51. Disponibile en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0579.2007.00426.x>