



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Departamento de Estomatología

Trabajo de fin de Máster:

**FLUJO DIGITAL EN EL DIAGNÓSTICO EN
ORTODONCIA.**

**DIGITAL FLOW IN ORTHODONTIC
DIAGNOSIS.**

ISABEL MARÍA CANTERO ROSALES

2019-2020

Tutor: Enrique Solano Reina



Facultad de Odontología





FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

DR/DRA. ENRIQUE SOLANO REINA, PROFESOR/A ADSCRITO AL DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGIA, COMO DIRECTOR/A DEL TRABAJO FIN DE **MÁSTER OFICIAL EN ODONTOLOGÍA INFANTIL**.

CERTIFICA: QUE EL PRESENTE TRABAJO TITULADO “FLUJO DIGITAL EN EL DIAGNÓSTICO EN ORTODONCIA” HA SIDO REALIZADO POR ISABEL MARÍA CANTERO ROSALES BAJO MI DIRECCIÓN Y CUMPLE A MI 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, FIRMO EL PRESENTE CERTIFICADO, EN SEVILLA A DÍA 29 DE MAYO DE 2020.

D/D^a ENRIQUE SOLANO REINA
TUTOR/A



Facultad de Odontología



D/Dña. ISABEL MARÍA CANTERO ROSALES con DNI 77926522S alumno/a del Máster Oficial Odontología Infantil de la Facultad de Odontología (Universidad de Sevilla), autor/a del Trabajo Fin de Máster titulado: FLUJO DIGITAL EN EL DIAGNÓSTICO EN ORTODONCIA

DECLARO:

Que el contenido de mi trabajo, presentado para su evaluación en el Curso 2019/20, 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 29 de Mayo de 2020

Fdo.: Isabel María Cantero Rosales

INDICE

RESUMEN-ABSTRAC

1.# INTRODUCCIÓN	- 1 -#
1.1.# Flujo digital en Odontología	- 2 -#
1.1.# Diagnóstico radiológico: CBCT	- 2 -#
1.2.# Fotografía 3D: estereofotogrametría	- 4 -#
1.3.# Impresiones digitales.	- 5 -#
1.4.# Registros de Oclusión	- 7 -#
1.5.# Setup virtual	- 8 -#
1.6.# Cementado indirecto digital	- 9 -#
2.# OBJETIVOS	- 11 -#
3.# MATERIAL Y MÉTODO	- 12 -#
4.# RESULTADOS	- 13 -#
5.# DISCUSIÓN	- 19 -#
6.# CONCLUSIONES	- 24 -#
7.# BIBLIOGRAFÍA	- 25 -#

Agradecimientos:

En primer lugar, a mi tutor Dr.Enrique Solano Reino, por su esmerada dedicación e interés por conseguir siempre el mejor resultado posible.

A mi familia, por haberme apoyado durante estos años, y en especial, a mi madre, por transmitirme y despertar en mí, su pasión por la Ortodoncia.

A mis amigas y a mis compañeros, por ser uno de los mejores descubrimientos de este año.

RESUMEN

Objetivo: Analizar las aportaciones del flujo digital en el diagnóstico en ortodoncia, valorando los beneficios de la CBCT, la fotografía 3D, las impresiones con escáneres digitales, del articulador virtual, el set up virtual y el cementado indirecto digital.

Material y método: Se realiza una revisión bibliográfica en las bases de datos (Pubmed, Scopus y Cochrane). Se obtienen un total de 2304 artículos, de los que se seleccionan 13 según los criterios descritos para esta búsqueda.

Conclusiones: La CBCT es una herramienta para el diagnóstico ortodóncico tanto en niños como en adultos. Es útil también para la realización de una cefalometría 3D. El escáner intraoral aporta beneficios en el tiempo invertido y en la comodidad del paciente. Los softwares ortodóncicos, permiten planificar y secuenciar un tratamiento desde el inicio, así como diseñar e imprimir aparatología.

ABSTRACT

Objective: To analyze the contributions of digital flow in orthodontic diagnosis, assessing the benefits of CBCT, 3D photography, digital scanner prints, virtual articulator, virtual set-up and indirect digital cementing.

Material and method: A bibliographic review is carried out in the databases (Pubmed, Scopus and Cochrane). A total of 2304 articles are obtained, of which 13 are selected according to the criteria described for this search.

Conclusions: CBCT is a tool for orthodontic diagnosis in both children and adults. It is also useful for performing a 3D cephalometry. The intraoral scanner brings benefits in time and patient comfort. The orthodontic software allows planning and sequencing a treatment from the beginning, as well as designing and printing apparatusology.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Flujo digital en Odontología

En el mundo actual, la tecnología digital está cada vez más metida en las distintas actividades que desarrollamos. Es por ello que hoy día no podemos prescindir de la aplicación de la digitalización en nuestra profesión. El flujo digital en Odontología supone un gran descubrimiento que mejora positivamente nuestra práctica clínica, desde el diagnóstico, pronóstico y tratamiento de las patologías orales hasta un mejor manejo administrativo y logístico de la clínica dental.

En los distintos ámbitos de la Odontología se han ido incorporando herramientas digitales para agilizar y mejorar los tratamientos dentales. Así es como el área de la cirugía oral, la implantología, la endodoncia, la prostodoncia y la estética han integrado las herramientas digitales en su práctica clínica diaria.

La odontología digital es una realidad que ocupa cada vez más un papel predominante en la práctica de los odontólogos, a pesar de que supone una inversión alta y una curva de aprendizaje progresiva. Aporta ventajas al profesional (técnicas menos invasivas, mejor diagnóstico), paciente (menos tiempo en la clínica, mayor comodidad) y para el técnico de laboratorio (mejor comunicación, exactitud y precisión). (1), (2)

En el siguiente trabajo nos disponemos a analizar las nuevas alternativas digitales en el diagnóstico en Ortodoncia para mejorar nuestra práctica clínica diaria e incentivar el uso de las tecnologías digitales en la Ortodoncia.

1.2. Diagnóstico radiológico: CBCT

El diagnóstico por imagen en ortodoncia ha estado fundamentalmente basado en radiografías panorámicas, teleradiografías, radiografías periapicales y de muñeca. Nos aportan imágenes en 2D de estructuras tridimensionales que sirven para establecer una secuencia de tratamiento.(3) La utilización de sistemas de tomografía computarizada con haz de cono (CBCT) en el estudio de imágenes, ha aportado mayor fiabilidad y realismo

en el examen, y por tanto un diagnóstico más preciso y completo. Además la incorporación de nuevos software de diagnóstico y planificación digital potencian el uso de la radiología 3D en nuestro día a día en la clínica. (1)

Entre las ventajas de la radiología digital podemos destacar en relación con la ortodoncia las siguientes:

- Ahorro de tiempo, ya que el profesional puede ver inmediatamente las imágenes.
 - Mejor calidad y posibilidad de modificar parámetros como el brillo, saturación y contraste para una mejor visualización de la imagen
 - Minimización de la radiación al 70%.
 - Posibilidad de utilizar software para la realización de cefalometrías digitales.
- (4).

Al igual que en otras áreas, las imágenes en 3D en ortodoncia facilitan el tratamiento de maloclusiones dentales y esqueléticas complejas (5). Algunos autores (6), (7) discrepan sobre la incorporación de la CBCT como un registro de uso habitual en el diagnóstico o planificación en ortodoncia ya que la radiación sobre el paciente aumenta respecto a la radiografía 2D. Restringen el uso de imágenes 3D a casos justificados.

Uno de los principales inconvenientes del uso del CBCT en ortodoncia, como hemos dicho anteriormente, es la dosis de radiación. Existe controversia entre los distintos autores sobre si está justificado o no el uso de la tomografía de haz cónico como normal general para el diagnóstico en ortodoncia, especialmente en los pacientes pediátricos.(8)

Podemos encontrar un consenso general en la literatura de casos en los que es recomendable el uso de CBCT en ortodoncia: (5), (9)

- Dientes supernumerarios y/o dientes impactados: los caninos superiores son después de los terceros molares, los dientes que más frecuentemente se impactan o se quedan retenidos. CBCT facilita localizar con precisión la posición e inclinación del canino u de otros dientes retenidos, así como una posible reabsorción, y planificar el rescate quirúrgico y la predictibilidad de este.

- Maloclusiones esqueléticas. Es útil para valorar las discrepancias óseas existentes entre maxilar y mandíbula en el plano transversal, sagital y vertical, y para determinar el *wala ridge*. (3)
- Resorción y angulaciones de las raíces: permite valorar el paralelismo radicular mejor que en las radiografías panorámicas, así como una anomalía morfológica de las raíces. Con la radiografía 3D podemos valorar si la reabsorción radicular tiene afectación de la zona bucal o lingual.
- Labio leporino y paladar hendido.
- Dispositivos de anclaje temporal (TAD). Los TADs se pueden colocar en casi todas las zonas de la cavidad oral, pero tener una visión 3D de la zona de inserción puede orientarnos sobre si existen estructuras que se puedan dañar (raíces, nervios, vasos sanguíneos). Existe controversia sobre si está justificado el uso de CBCT en estos casos.
- Falta de crecimiento transversal del maxilar. Actualmente es muy útil para valorar la presencia o no de sinostosis de la sutura palatina y poder determinar el tipo de terapéutica a seguir.
- Análisis de las vías respiratorias y apnea obstructiva del sueño. Hasta ahora, valoramos la constricción de las vías aéreas a través de la teleradiografía, sin embargo, la imagen en 3D nos aporta más información para poder medir el volumen total de las vías aéreas.
- Trastornos en articulación temporomandibular. El uso de CBCT nos ofrece mejor resolución de imagen para analizar la anatomía de la ATM, la relación entre sus estructuras y para determinar una posible inflamación o degeneración de las mismas.
- Cirugía ortognática. Es útil para la evaluación precisa de pacientes que van a ser sometidos a cirugía ortognática con la utilización de un software como *Dolphin 3D Surgery* © de *Dolphing Imagining* o *Nemofab* © de *Nemotec*
- Análisis cefalométrico en 3D: con la utilización de softwares como *Analysis 3D* © de *Anatomage* o *Nemoceph* © de *Nemotec* es posible utilizar la imagen obtenida por CBCT para realizar un análisis cefalométrico de las estructuras máxilomandibulares y dentarias.

1.3. Fotografía 3D: estereofotogrametría.

La fotografía tridimensional puede ser obtenida a través de procedimientos como la tomografía computarizada de haz de cono, láser así como por sistemas de estereofotogrametría tanto en niños como en adultos. Sin embargo, existe controversia sobre si la radiación provocada por la CBCT está justificada para obtener imágenes tridimensionales, especialmente en niños. (22)

La técnica de estereofotogrametría consiste en la combinación de imágenes obtenidas desde varios ángulos con cámaras digitales simultáneas. En la literatura se destaca que es utilizada en pacientes con labio leporino, con dignatia esquelética o con plagiocefalia postural. La aportación más novedosa es ayuda al diagnóstico facial ortodóncico.(22)

Entre las ventajas que ese método aporta podemos destacar la alta resolución de imagen y color, la ausencia de artefactos ocasionados por movimientos del pacientes, debido a la rapidez de la toma de fotografías, la facilidad de combinar las imágenes a través de un software. (23)

1.4. Escáneres digitales.

Al igual que otros avances en la tecnología ortodoncia, la aparición del escáner intraoral y extraoral supone un antes y un después en la práctica clínica diaria. Los modelos de estudio son un elemento fundamental en el diagnóstico, tratamiento así como una herramienta para valorar los cambios tridimensionales.(10) Facilitan medir el tamaño, la forma, la posición de los dientes así como la forma de arcada, la discrepancia oseodentaria y el índice de Bolton (11) que sería muy dificultosos obtener intraoralmente. Completa los registros fotográficos reafirmando la clase molar y canina, la sobremordida, mordida abierta, el resalte y la relación interarcadas presentes. Por otro lado, nos permite tener al menos un registro inicial y final de las arcadas. (10)

Se distinguen dos métodos para la obtención de modelos de estudio digitales:

- Método directo: consiste en realizar una impresión digital intraoral de la boca del paciente con un escáner.

Una de las limitaciones de esta técnica es pérdida de precisión en situaciones húmedas provocado por un exceso de salivación o presencia de sangre. En estos casos se puede originar pequeños defectos en la impresión que requieran repetir la técnica.

- Método indirecto: realizar un escaneo extraoral de los modelos obtenidos anteriormente con impresiones convencionales o bien escanear las impresiones directamente. (12), (13)

De esta forma obtenemos unos modelos digitalizados con los que podremos realizar el estudio y las mediciones necesarias para un diagnóstico completo. Debemos de tener en cuenta que, el material de impresión y positivado utilizado así como el cuidado de la técnica utilizada, puede interferir en la simulación real del modelo, generando interfecciones que no se aprecien intraoralmente (13). Las superficies lisas en los modelos convencionales facilitan una impresión digital más precisa. (14),(4)

Según la capacidad del sistema de escaneo de compartir datos distinguimos dos tipos:
(12)

- Sistema cerrado: incorpora el proceso de adquisición de datos, diseño y fabricación. No existe posibilidad de intercambiar datos con otros sistemas.
- Sistema abierto: posibilita incorporar otros sistemas de diseño y fabricación.

Por otro lado, las ventajas de digitalizar los modelos de ortodoncia, bien utilizando un escáner intraoral o extraoral son:

- Desaparece el problema de espacio al almacenar todos los modelos en las clínicas. Podemos guardarlos digitalmente y consultarlos igualmente cuando sean necesarios. (13)
- Facilidad para ampliar la imagen y distinguir puntos anatómicos de forma más precisa, así como realizar mediciones fiables sobre los modelos.
- Permite mostrarle a los pacientes los modelos digitales para explicarles la secuencia de tratamiento y motivarlos. (4)
- Hace posible el trabajo multidisciplinar entre otras ramas de la Odontología, ya que le podemos enviar el archivo digital a otro colega. (13)

Los inconvenientes que podemos encontrar son:

- Curva de aprendizaje lenta para optimizar la técnica.
- Implica una inversión inicial.
- En dentición mixta es más difícil reconocer los dientes en erupción.
- Existen factores que alteran la impresión digital, como un exceso de salivación. (13)

Una de las características que deben de tener los escáneres intraorales en Ortodoncia, es la capacidad de escanear un arco completo la mayor precisión y exactitud posible y no sólo un segmento de la boca. Algunos ejemplos de escáneres intraorales que se pueden utilizar en ortodoncia son *Trios R* © de 3Shape, *Primescan* de Dentsply Sirona, *Itero* © *element* de Align Techonogy, *3M™ True Definition* © de la casa comercial 3M. Por otro lado, escáneres como *OrthoX* © de Dentaurem.

1.5. Registros de Oclusión.

El articulador es una herramienta que nos ayuda a realizar un análisis de la oclusión estática y dinámica. Podemos simular las alteraciones de la oclusión, la existencia de prematuridades e interferencias y su repercusión en la articulación temporomandibular (ATM). Aunque supone un instrumento que nos aporta mucha información, sabemos que tiene sus limitaciones ya que simula movimientos articulares invariables desde la toma de registros, al no depender de los patrones musculares y de la respuesta de los tejidos blandos y del disco articular de cada paciente. Por otro lado, pueden existir variaciones entre la realidad y la simulación en el articulador, derivados de los procedimientos y materiales para la toma de registros. (15)

El articulador virtual reduce las limitaciones del articulador mecánico ya que podemos realizar un análisis exhaustivo de la oclusión estática y dinámica, la relación de los maxilares y la situación de la ATM gracias a la visualización de todas las estructuras en 3D y la posibilidad de realizar cortes para examinar con más detenimiento y exactitud. (16)

Esta tecnología en combinación con la tecnología CAD-CAM nos ofrece la posibilidad de realizar férulas para terapias miofuncionales de la ATM o quirúrgicas para cirugía ortognática o la colocación de implantes. (15)

Los articuladores virtuales pueden ser obtenidos a partir de escaneos 3D de articuladores convencionales o bien se puede utilizar articuladores diseñados de forma virtual. También se podría hacer uso de las imágenes en 3D obtenidas por CBCT para obtener un articulador virtual, simulando cambios en la anatomía de las estructuras al realizar los distintos movimientos mandibulares. (17)

El papel articular es actualmente el método más común para identificar los contactos oclusales. Hoy día, existe la posibilidad de valorar la intensidad de los puntos de contactos a través del *software T-scan*[®] y generar gráficos donde se puede evaluar con facilidad la localización del lugar con mayor presión. Estos datos se pueden archivar y utilizarlos para reevaluar posteriormente. Este sistema permite que realicemos un estudio del equilibrio oclusal tanto en dentición natural como en rehabilitaciones completas, supone una ayuda para el manejo de fuerzas oclusales en dientes periodontales, para evaluación de contactos prematuros así como de desórdenes temporomandibulares. (18)

Se ha comparado la precisión que aporta el uso del articulador virtual frente al mecánico en los procedimientos de cirugía ortognática. (19)

1.6. Set-up virtual.

Otro de los avances que aporta la tecnología digital en ortodoncia es el set-up virtual en 3D. Al igual que en el convencional, podemos segmentar los dientes y moverlos hasta la posición deseada, simulando de esta forma el tratamiento ortodóncico. Es un instrumento para valorar si la reducción interproximal (IPR) y la realización de extracciones suponen un plan de tratamiento adecuado para ese paciente, y si los resultados son predecibles. También resulta de utilidad en la técnica de cementado indirecto digital (20), (21).

Algunos estudios exponen la posibilidad de combinar el set-up virtual con CBCT de forma que se puedan incluir también las raíces de los dientes, y tengamos una visión global. (22)

Generalmente, el software de configuración virtual se incluye dentro de los software de análisis ortodóncico que existen en el mercado. Algunos ejemplos, con los que se pueden realizar todas las funciones citadas anteriormente es el software *Ortho Analyzer R* © ofrecido por 3Shape, *Nemocast* © de la marca comercial Nemotec, *3D Study Models* © de Dolphin imaging, *Cerec Ortho* © de Dentsply Sirona

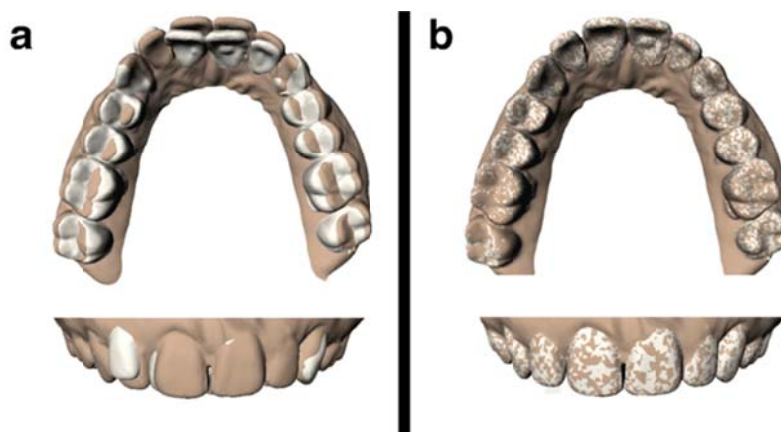


Figura 1: Set-up Virtual realizado por el software Orthoanalyzer (3Shape). **a.** En blanco, dientes segmentados por el set-up virtual, en marrón, los dientes antes del tratamiento. **b.** Resultado tras los movimientos necesarios.

1.7. Cementado indirecto digital

El cementado indirecto es una técnica alternativa al convencional método de cementado de brackets. Consiste en posicionar los brackets en un modelo de escayola y posteriormente transferirlo a la boca. El cementado de brackets es un procedimiento que debe ser muy preciso, y por tanto supone invertir tiempo. Al realizarlo de manera indirecta podemos conseguir la combinación de la precisión necesaria para un correcto cementado, así como un ahorro de tiempo. Es por esto último que esta técnica esta siendo cada vez más utilizada por los ortodontistas. (23)

Por otro lado, la aparición de sistemas de escaneo, impresión y configuración virtual por ordenador han facilitado también que esta técnica se digitalice.

La tecnología CAD-CAM facilita la creación de férulas de transferencia. En primer lugar se toma una impresión convencional y el modelo obtenido se escanea en 3D con un escáner para obtener un registro digital. Con un software de configuración digital (set-up), se segmenta de forma individual los dientes y se ubican en la posición ideal. Los sistemas de software incluyen la elección de brackets específicos para posteriormente diseñar la posición exacta de colocación de los mismos. (21), (24)

Por último, se imprime en 3D la férula de transferencia con materiales PVS transparentes o no. La continuación del proceso de asemeja con la técnica convencional de cementado indirecto, se preparan los dientes con ácido ortofosfórico y resina y posteriormente se colocan los brackets en la posición indicada en la férula junto con material adhesivo en su base (24). Actualmente también se utilizan los escáneres intraorales para evitar el la impresión y el positivado convencional y así reducir el tiempo. (23)

La estereolitografía, denominada como tecnología de fabricación óptica, también es utilizada como tecnología para la elaboración de férula de transferencia digitales.(25)

En el diseño virtual de colocación de brackets, al igual que en el convencional, la punta de la cúspide central es un punto de referencia para la colocación del mismo. Sin embargo, en dientes con las cúspides desgastadas se pueden distinguir errores en el diseño de la colocación. Es por ello que actualmente los software incluyen la posibilidad de que el operador ajuste la posición establecida automáticamente, de forma que se individualice el cementado en cada paciente. (23)

2. **OBJETIVOS**

La finalidad de este trabajo es realizar una revisión sistemática de la literatura para valorar las aportaciones del flujo digital en el diagnóstico en ortodoncia. Específicamente se valorarán los beneficios y utilidades que nos aporta la utilización de radiología 3D (CBCT), la fotografía 3D, las impresiones con escáneres digitales, el uso de un articulador virtual, el set up virtual y el cementado indirecto digital para diagnosticar y planificar el tratamiento de las maloclusiones, respecto a las técnicas de diagnóstico utilizadas convencionalmente.

3. MATERIAL Y MÉTODO

Para la elaboración de esta revisión sistemática, se ha realizado una búsqueda detallada en función de las reglas de búsquedas y terminología definidas anteriormente, a través de las bases de datos Pubmed, Scopus y Cochrane.

Se incluyeron las siguientes palabras clave para realizar las diferentes búsquedas, y se relacionaron con los operadores booleanos.

- “CBCT” AND “Orthodontics”
- (“ Digital impression”) AND “ Orthodontics”
- (“Virtual articulator) AND “ Orthodontics”.
- (“Virtual Set-up”) AND “Orthodontics”
- (“ 3D photography”) AND “Orthodontics”
- (“Indirect bonding”) AND “digital”.

Se establecieron como criterios de inclusión.

1. Tipo de estudio: estudios prospectivos y retrospectivos incluyendo ensayos clínicos aleatorizados, observacionales, caso-control y revisiones sistemáticas.
2. Artículos publicados en los últimos 10 años.
3. Artículos en inglés y español.
4. Disponibilidad de abstrac y texto completo.

Criterios de exclusión:

1. Tipo de estudio: A propósito de un caso o de un grupo de casos.
2. Artículos no publicados en los últimos 10 años.
3. Artículos en otros idiomas.
4. No accesible al abstrac y texto completo.

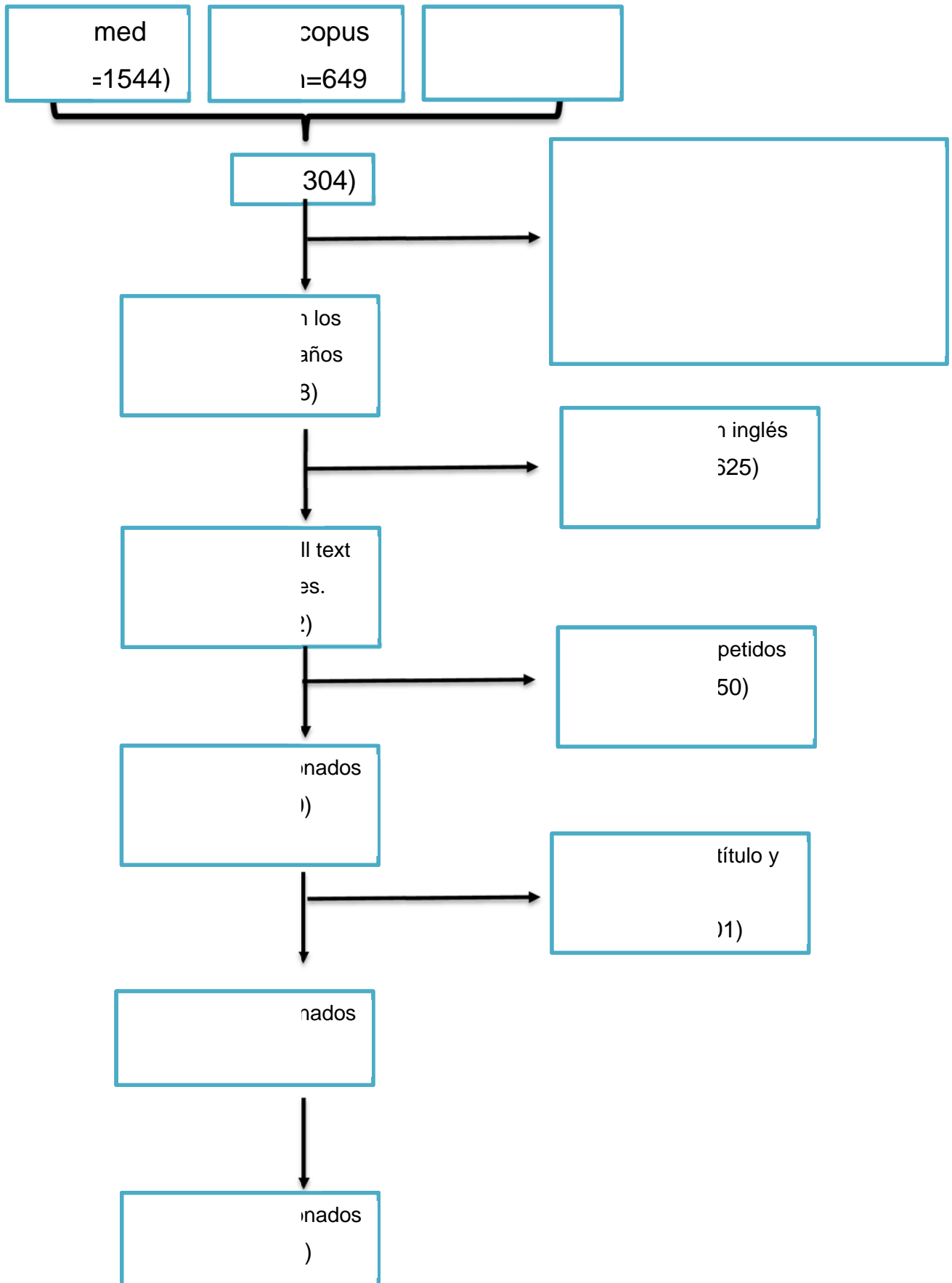
A partir de los criterios de inclusión y exclusión empleados para limitar la búsqueda bibliográfica referente al tema tratado en esta revisión sistemática, fue posible seleccionar los artículos de mayor utilidad.

4. RESULTADOS

	Pubmed	Scopus	Cochrane
“CBCT” AND “Orthodontics”	1165	595	86
(“ Digital impression”) AND “Orthodontics”	19	22	3
(“Virtual articulator) AND “Orthodontics”.	11	0	0
(“Virtual Set-up”) AND “Orthodontics”	20	0	0
(“ 3D photography”) AND “Orthodontics”	307	0	0
(“Indirect bonding”) AND “digital”.	22	32	9
Subtotal	1544	649	111
Total	2304		

Tabla 1: Tabla de resultados tras la búsqueda

Tabla 2: Diagrama de flujo



Autor	Revista	Año	Tipo de estudio	Nivel evidencia	Objetivos	Material y método	Conclusiones
Massaro C. et Al. (26)	Orthodontics Craniofacial Research	2020	Ensayo clínico Retrospectivo	1b	Comparación de los movimientos dentales en modelos digitales y en modelos 3D derivados de CBCT tras tratamiento de ortodoncia	Muestra de 24 adultos tratados con ortodoncia.	La medición de movimientos lineales y de angulación mesial y distal obtienen los mismo resultados en ambos métodos. .
Graf S. et AI(27)	American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics	2017	Ensayo clínico	1b	Mostrar el proceso de fabricación de un aparato Hyrax con TADs mediante CAD-CAM	Escaneo intraoral de 3 pacientes y diseño digital del aparato.	La aparatología mecánica diseñada y confeccionada digitalmente son óptimos en clinica.
Ryan S. et AI.(28)	American Journal of Orthodontics	2019	Ensayo clínico	1b	Comparar la precisión del escaneo intraoral	Escaneo de 10 tipodontos con clase I	Existen diferencias estadísticamente

Flujo digital en el diagnóstico en Ortodoncia

Isabel María Cantero Rosales

	and Dentofacial Orthopedics		retrospectiv o		con iTero © y con un aplicación de escaneo a través de un móvil.	y apiñamiento severo con ambos métodos.	significativas entre ambos métodos
Glisic O. et Al.(29)	Angle Orthodontist	2019	Ensayo clínico retrospectiv o	1b	Comparar tiempo, costo y experiencia del paciente entre impresiones convencionales y digitales.	Muestra de 59 adolescentes pretratamiento ortodóndico a los que se le realizaron impresiones con ambos métodos.	El paciente prefiere la impresión digital. El tiempo invertido y la precisión de la impresión fue similar.
Mangano F. et Al. (30)	BMC Oral Health	2017	Revisión sistemática	1ª	Determinar si las impresiones digitales son tan precisas como las convencionales..	Se realizaron búsquedas con as palabras clave y se incluyeron 132 estudios incluidos	Los escáneres intraorales simplifican los procesos y reducen incomodidades al paciente.
De Grauwe A. et Al.(8)	European Journal of Orthodontics	2019	Revisión sistemática	1ª	Evaluar el uso de CBCT en niños antes del tratamiento en ortodoncia.	Se incluyeron 37 artículos tras realizar la búsqueda.	El uso de CBCT en niños sólo está justificado cuando la radiografía

Flujo digital en el diagnóstico en Ortodoncia

Isabel María Cantero Rosales

							convencional no proporciona información suficiente para el diagnóstico.
Baan F. et Al. (20)	Clinical Oral Investigations	2019	Ensayo clínico retrospectivo	1b	Analizar la precisión de set-up virtual en ortodoncia con CBCT..	Utilización de modelo virtual de CBCT de 10 pacientes prequirúrgicos para la realización de set-up virtual.	Con el set-up virtual obtenemos mayor predictibilidad del tratamiento.
González Guzman JF. Et Al.(22).	American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics	2019	Ensayo clínico retrospectivo.	1b	Comparar set-up convencional y digital	Escaneo de 10 modelos pretratamiento y realización de set-up convencional y set-up virtual (software Orthoanalyzer ©)..	El set-up virtual debe realizarse con cuidado para evitar solapamiento dental.
Tanikawa C. et Al. (31)	Journal of Cranio-Maxillo-Facial Surgery	2019	Ensayo clínico retrospectivo.	1b	Demostrar que la utilización de imágenes faciales 3D facilitan el diagnóstico.	Imágenes faciales 3D de una muestra de 200 japoneses evaluadas por un sistema de fotogrametría 3D.	Este método facilita la visualización el y el diagnóstico de las características faciales de los pacientes.
Dindarog F.	Angle	2016	Ensayo clínico	1b	Analizar la	Medición de 4 parámetros	Las imágenes

Flujo digital en el diagnóstico en Ortodoncia

Isabel María Cantero Rosales

et Al. (32)	Orthodontist		retrospectivo.		estereofotogrametría tridimensional (3D) en comparación con la fotogrametría digital.	frontales y 6 de perfil de 80 participantes. Análisis con fotogrametría (2D) y estereofotogrametría (3D)	obtenidas por estereofotogrametría (3D) son más precisas.
Assad MA. Et Al (33)	Angle Orthodontist	2020	Ensayo clínico retrospectivo.	1b	Evaluar el ajuste del cementado indirecto digital.	33 ortodoncistas realizaron cementado indirecto de dos tipos de brackets con férulas de transferencia confeccionadas digitalmente. Se escanearon los modelos y se compararon con el set-up inicial.	El cementado indirecto es más preciso con férulas de transferencia digitales.
Kim J. et Al(34)	American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics	2018	Caso control	1b	Evaluar la precisión de cementado indirecto digital en dientes posteriores.	Un grupo control y otro experimental (adicción de 0,5 mm de cera a la cuspide). Se evaluaron las diferencias entre la posición diseñada de forma digital y la transferida	La diferencia en la altura de cúspides de dientes posteriores no es una diferencia estadísticamente significativa en relación a la colocación del bracket con cementado indirecto digital.
Sam A. et Al (35)	Angle Orthodontist	2019	Revisión sistemática	1ª	Comparación de radiología 2D y 3D para la realización de la cefalometría ortodóncica.	Se seleccionaron 13 artículos después de la búsqueda en distintas bases de datos.	Es necesaria más investigación para evaluar la eficacia de la cefalometría con imágenes 3D.

Tabla 3: Tabla de artículos seleccionados.

5. DISCUSIÓN

ANÁLISIS EXTRAORAL Y ESQUELÉTICO

En la revisión de la literatura de De Grauwe de 2019 determinó que el uso de Tomografía de haz cónico (CBCT) en niños es una herramienta diagnóstica que facilita a la ortodoncia, pero que su uso debe estar limitado a determinados casos.

Sam et Al. (35) expone que se definen con más exactitud los puntos anatómicos bilaterales en imágenes 3D para la realización de la cefalometría ortodóncica. Por un lado se evita la superposición de estructuras bilaterales y, por otro lado, existe más facilidad en la identificación de aquellos puntos cuya referencia son el punto más prominente o de mayor depresión de estructuras óseas con borde curvo, como por ejemplo la órbita o en la escotadura sigmoidea.

En el diagnóstico de patologías de la ATM, las imágenes de CBCT tienen mayor calidad y resolución respecto a radiología 2D o la resonancia magnética, especialmente en lo que se refiere a anomalías óseas. Sin embargo, se especifica que la resonancia tiene una mayor utilidad en situaciones de inflamación o alteraciones en los tejidos blandos de la ATM. Al igual que en la articulación, en las patologías de labio leporino o paladar hendido, la CBCT resulta muy útil para determinar el volumen óseo presente y la afectación de las estructuras dentales, sin embargo no se demuestra ninguna evidencia de su uso en tejidos blandos. (8)

Respecto al análisis extraoral, otra alternativa recientemente aplicada a la ortodoncia es el uso de la estereofotogrametría 3D. En el estudio de Tanikawa (31), se evalúa la posibilidad de utilizar esta técnica para sustituir la fotografía en dos dimensiones. Las imágenes en 2D nos permite ver la cara del paciente en tres planos distintos, sin embargo con la estereofotogrametría se pueden combinar todas las fotografías y obtener una simulación 3D de la cara en su totalidad. De esta forma el diagnóstico frontal y perfil de la cara es más adecuado con la realidad. En el estudio de

Dindarog (32) se reafirma la utilidad de la estereofotogrametría en el diagnóstico en ortodoncia. Por otro lado, se compara la utilidad de esta con la obtención de imágenes de tejidos blandos a partir de CBCT. Aunque es un método más sofisticado que la radiología 3D, y por ese motivo no está más incorporado a la clínica, no hay diferencias significativas en el resultado entre ambas técnicas.

ANÁLISIS INTRAORAL

Se observa una mejor capacidad de diagnóstico (hasta 63%) de la reabsorción radicular relacionada con caninos impactados con la utilización de CBCT, frente a las radiografías periapicales o panorámicas. La reabsorción cervical interna y externa también es detectada con mayor facilidad con radiología 3D. De Grauwe (8) estima que en la mayoría de los casos el plan de tratamiento en 2D varía con el 3D.

Aunque está cada día más incorporado a la práctica diaria, algunos profesionales de la ortodoncia se cuestionan si el escaneo intraoral aporta suficientes ventajas como para sustituir a las impresiones convencionales.

En 2019, Glisic (29) realizó un estudio con el fin de comparar el tiempo, el costo y la experiencia del paciente entre impresiones convencionales y digitales en niños y adolescentes. Un porcentaje mayor de los pacientes mostraron mayor dificultad para respirar y tendencia náuseas durante la impresión convencional, mientras que no mostraron signos similares durante la impresión digital intraoral. Según la revisión de la literatura de Mangano et Al. (30), los pacientes en general prefieren las impresiones digitales a las convencionales.

Existe cierta discrepancia sobre si el tiempo empleado es mayor entre un tipo impresión y otro. Algunos autores exponen que es la impresión digital es más rápida ya que se puede escanear el arco completo en 3-5 minutos (30). Por otro lado, se define que no existe diferencia estadísticamente significativa en el tiempo invertido entre ambas impresiones (29). El tiempo invertido en una impresión digital depende del avance y la tecnología del escáner así como la presencia de factores como la saliva en exceso que dificulten la toma de impresión. Aunque el costo es significativamente mayor en las

impresiones con escáneres digitales, la precisión y exactitud de los modelos digitales y de escayola es muy similar.

En el reciente estudio clínico de Massaro et Al. (26) Se compararon los movimientos en 3D así como la angulación mesiodistal y vestibulolingual de los dientes con modelos digitales obtenidos por escaneo intraoral y por modelos digitales derivados de CBCT, tras realizar el tratamiento de ortodoncia a 24 adultos. Los modelos de CBCT aportan la ventaja de observar el diente en su totalidad, mientras que los obtenidos por escaneo intraoral ofrecen la información de los tejidos blandos y de la encía.

La CBCT es una de las herramientas más utilizadas para determinar la posición de la raíz tras el tratamiento de ortodoncia, pero se está sustituyendo por los escáneres intraorales para evitar la radiación. Por ello en el estudio de Massaro (26) determinan que por lo general, existe igual fiabilidad en las mediciones en los cambios lineales pre y postratamientos de ambos tipos de modelos. Sin embargo, aparecen discrepancias en la evaluación de las angulaciones mesiodistal y vestibulolingual ocasionadas por la falta de visión del diente en su totalidad con el escáner intraoral.

Ryan (28) et Al. Plantean la posibilidad de realizar escaneo intraoral de la boca con una aplicación para móviles. Puede resultar de utilidad para monitorizar en 3D a pacientes que viven lejos de la clínica dental y que viajan largas distancias para recibir su tratamiento. La calidad y precisión de la imagen es prácticamente similar a la que se obtiene utilizando un escáner intraoral en clínica con iTero ©. Puede facilitar la comunicación entre clínico y paciente así como fomentar la motivación y colaboración del paciente, especialmente en el tratamiento con alineadores. Sin embargo, hay que llevar a cabo más estudios para observar la viabilidad de escanear la boca con esta aplicación, teniendo en cuenta la presencia factores como la saliva y la placa, ya que este estudio se realizó en typodontos.

PLANIFICACIÓN ORTODÓNCICA

La combinación del escaneo intraoral junto con un software de diseño es la fabricación de aparatología ortodóncica mediante un proceso totalmente digital. Tras escanear la boca, se verifica que la impresión es correcta y se envía al laboratorio, donde se hará un diseño y una impresión digital del aparato una vez diseñado. Graf (27) describe el proceso de fabricación digital de un disyuntor Hyrax. Este método elimina los inconvenientes de las impresiones con alginato (nauseas e incomodidad para el paciente, cambios de dimensión propios del material de impresión), y facilita fabricar un nuevo aparato sin la necesidad de una nueva impresión. Este flujo de trabajo CAD-CAM se puede aplicar a todo tipo de aparatología ortodóncica.

El set-up es una herramienta que tradicionalmente se ha utilizado para predecir los movimientos dentarios además de servir como herramienta para la comunicación entre profesionales de distintas áreas y con el paciente. (20)

González Guzmán (22) y su equipo de investigación comparan la realización de un set-up manual con un set-up digital a partir de modelos escaneados. La principal diferencia existente entre ambos set-up es la longitud del arco dental tras realizar los movimientos previstos. En el set-up digital existe mayor longitud del arco dental debido un error en el software por la superposición mesial y distal de los dientes. En el método manual, se segmentan cuidadosamente los dientes ya que están muy delimitados los contactos mesiales y distales. Sin embargo, el software no delimita correctamente las superposiciones en los puntos de contacto.

Otra utilidad del set-up es su utilización en los casos combinados de ortodoncia y cirugía ortognática. En combinación con la CBCT, se define lo que se debe corregir en la fase de ortodoncia y en la fase quirúrgica. En el ensayo clínico de Baan F. et Al (20) se realizaron set-up virtual con el software Orthoanalyzer © (3Shape) previo al tratamiento de ortodoncia en pacientes quirúrgicos. Las diferencias entre la predicción con el set-up y los modelos postratamiento son menores de 1 mm en la posición de los dientes y de 4° en la rotación. Por ello describen que la aplicación de este método es adecuada para predecir casos de cirugía ortognática.

Por otro lado, a pesar de que el set-up virtual supone un gran avance y disminuye los tiempos en su realización, tiene una curva de aprendizaje lenta que debe de tenerse en cuenta en los inicios, ya que observamos un elemento 3D en una imagen en la pantalla de 2D. El software de set-up virtual es una tecnología actualmente en desarrollo. (22)

Uno de los resultados de la combinación de impresión digital, con set-up virtual e impresión en 3D es el cementado indirecto digital.

Hay ligera dificultad de colocar el bracket en la posición exacta en dientes que no tienen toda la corona clínica como es el caso de los dientes desgastados. El clínico debe de extremar el cuidado al posicionar del bracket, especialmente si el desgaste es de dientes posteriores donde hay menos accesibilidad. El cementado indirecto es apropiado en estas situaciones y nos asegura una posición correcta. En el caso del cementado indirecto digital, el software tiene mayor dificultad en identificar la posición del bracket en estos casos. En el estudio de Kim et Al. (34) se observaron las diferencias en la posición del bracket tras un cementado indirecto digital en un grupo control con dientes posteriores desgastados y un grupo no control sin desgastes. No existen grandes diferencias entre la posición mesiodistal, la angulación y la rotación entre ambos grupos. Sin embargo, se observa discrepancia en la posición del bracket en el plano vertical en el grupo control. Por ello aunque método simplifica el proceso convencional, debemos de tener en cuenta estas características para que sea correcto.

Por último, Assad MA. et Al. (36) tras realizar un ensayo en donde 33 ortodoncistas realizaron un cementado indirecto digital, expone que, gracias a las férulas impresas en 3D, se puede reproducir la posición de los brackets inicialmente diseñada de forma virtual. Esto ocurre independientemente de la experiencia previa del profesional con la técnica.

6. CONCLUSIONES

1. La CBCT es una herramienta para el diagnóstico de maloclusiones esqueléticas, alteraciones de los tejidos blandos, dentarias o de la ATM, tanto en niños como en adultos. Es útil también para la realización de una cefalometría 3D.
2. La estereofotogrametría es una técnica novedosa que puede resultar útil en el análisis extraoral. Sin embargo es compleja por lo que es difícil de aplicar en la práctica diaria.
3. El escáner intraoral aporta beneficios en el tiempo invertido y en la comodidad del paciente.
4. Los softwares ortodóncicos, junto con la combinación de CBCT y escáner intraoral, permiten planificar y secuenciar un tratamiento desde el inicio, así como diseñar e imprimir aparatología.

7. BIBLIOGRAFÍA.

1. Abad-coronel C. Odontología digital: una realidad cada vez menos virtual. 2017;2(Estomatología I):1–2.
2. Wang CH, Randazzo L. Evolution of imaging and management systems in orthodontics. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2016;149(6):798–805. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ajodo.2016.03.016>
3. Roque-torres GD, Neto FH. La tomografía computarizada cone beam en la ortodoncia , ortopedia facial y funcional. 2015;25(1):60–77.
4. Paredes V, Cibrian RM. Digital diagnosis records in orthodontics . An overview. *Med oral Patol Oral Cir Bucal*. 2006;11:88–93.
5. Kapila SD, Nervina JM. CBCT special issue : review article. CBCT in orthodontics : assessment of treatment outcomes and indications for its use. *Dentomaxillofacial Radiol*. 2015;44.
6. Durão AR, Pittayapat P, Rockenbach MIB, Olszewski R, Ng S, Ferreira AP, et al. Validity of 2D lateral cephalometry in orthodontics: a systematic review. *Prog Orthod*. 2013 Sep;14(1):31.
7. Rischen RJ, Breuning KH, Bronkhorst EM, Kuijpers-Jagtman AM. Records needed for orthodontic diagnosis and treatment planning: a systematic review. *PLoS One*. 2013;8(11):e74186.
8. Grauwe A De, Ayaz I, Shujaat S, Dimitrov S, Gbadegbegnon L, Vannet B Vande, et al. Systematic review CBCT in orthodontics :a systematic review on justification of CBCT in a paediatric population prior to orthodontic treatment. 2019;(October 2018):381–9.
9. Hechler SL. Cone-Beam CT : Applications in Orthodontics. 2008;52:809–23.
10. Faus Matoses I. Estudio comparativo de la validez y reproductibilidad en la medición de los tamaños mesiodistales de los dientes y de la arcada dentaria con el escaner intraoral itero y el método tradicional. Tesis Dr Univ Val. 2017;
11. Wayne A. BOLTON, D.D.D MSD. The clinical application of a tooth-size analysis. *Am J Orthod*. 1962;48(7):504–29.
12. Viñas MJ P de H V. Utilización del escáner intraoral en ortodoncia: Ventajas e

- indicaciones. *Innova 3M*. 2014;14:78–84.
13. Fraile Benítez C. Fiabilidad de los escáneres intraorales. Tesis doctoral. 2014;
 14. R.G. QSRHL. Direct mechanical data acquisition of dental impressions for the manufacturing of CAD/CAM restorations. *Jou rnal Dent*. 2007;35:903–908.
 15. Maestre-ferrín L, Romero-millán J, Peñarrocha-oltra D, Peñarrocha-diago M. Virtual articulator for the analysis of dental occlusion : An update. 2012;17(1):1–4.
 16. Gärtner C KB. The virtual articulator: development and evaluation. *Int J Comput Dent*. 2003;6:11–24.
 17. Ángel DP, Cabello M. Estudio de la dinámica mandibular humana en un articulador dental virtual individualizable. Tesis Dr. 2017;
 18. Abarza Arellano, Liliann; Sandoval Vidal, Paulo; Flores Velásquez M. Digital interocclusal registration in oral rehabilitation usung the “T-Scan III System”. A literature review. *Rev Clin Periodoncia, Implantol y Rehabil Oral*. 2016;9(2):95–101.
 19. Quast A, Santander P, Witt D, Damm A, Moser N, Schliephake H. Traditional face-bow transfer versus three-dimensional virtual reconstruction in orthognathic surgery. *Int J Oral Maxillofac Surg [Internet]*. 2019;48(3):347–54. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2018.09.001>
 20. Baan, F., de Waard, O., Bruggink R. Virtual setup in orthodontics : planning and evaluation. *Clin Oral Invest*. 2019;
 21. Lars R Christensena JBC. Digital technology for indirect bonding. *Semin Orthod*. 24(4):451–60.
 22. Bytes T. Evaluation of three-dimensional printed virtual setups. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2019;155(2):288–95.
 23. Naweocka, A; Lukomska-Szymanka M. The Indirect Bonding Technique in Orthodontics — A. *Materials (Basel)*. 2020;13(4):986.
 24. Deahl S.T., Salome N., Hatch J.P. RJ. Practice-based comparison of direct and indirect bonding. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2007;132:738–42.
 25. Kanashiro L.K., Robles-Ruíz J.J., Ciamponi A.L., Medeiros I.S., Dominguez G.C. de FS. Effect of adhesion boosters on indirect bracket bonding. *Angle Orthod*. 2013;84:171–6.
 26. Benavides.C. Comparison of linear and angular changes assessed in digital dental models and cone-beam computed tomography. *Orthod Craniofac Res*. 2020;23(1):118–28.

27. Graf S, Cornelis MA, Gameiro GH, Cattaneo PM. Computer-aided design and manufacture of hyrax devices: Can we really go digital? *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 2017;152(6):870–4. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2017.06.016>
28. Morris RS, Hoyer LN, Elnagar MH, Atsawasuwan P, Galang-boquiren MT, Caplin J, et al. Accuracy of Dental Monitoring 3D digital dental models using photograph and video mode. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 156(3):420–8. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.02.014>
29. Glisic O, Hoejbjerg L SL. A comparison of patient experience, chair-side time, accuracy of dental arch measurements and costs of acquisition of dental models. *Angle Orthod*. 2019;89(6):868–75.
30. Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry : a review of the current literature. *BMC Oral Health*. 2017;17:1–11.
31. Tanikawa C, Akcam MO, Takada K. Quantifying faces three-dimensionally in orthodontic practice *. *J Cranio-Maxillofacial Surg* [Internet]. 2019;47(6):867–75. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2019.02.012>
32. Dindarog F. Accuracy and reliability of 3D stereophotogrammetry : A comparison to direct anthropometry and 2D photogrammetry. 2016;86(3).
33. Duarte MEA, Gribel ; Bruno Fraza ~o, Spitz, ; Alice Artese ; Flavia, Augusto ; Jos´ e, Migueld M. Reproducibility of digital indirect bonding technique using three-dimensional (3D) models and 3D-printed transfer trays. *Angle Orthod*. 2020;90(1).
34. Kim J, Chun Y, Kim M. Accuracy of bracket positions with a CAD/CAM indirect bonding system in posterior teeth with different cusp heights. *Am J Orthod Dentofac Orthop* [Internet]. 153(2):298–307. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2017.06.017>
35. Sam A, Currie ; Kris, Oh ; Heesoo, Flores-Mir ; Carlos, Ere-Vich ; Manuel Lagrav´ . Reliability of different three-dimensional cephalometric landmarks in cone- beam computed tomography : A systematic review. *Angle Orthod*. 2019;89(2).
36. Ge YS, Liu J, Chen L, Han JL, Guo X. Dentofacial effects of two facemask therapies for maxillary protraction. *Angle Orthod*. 2012;82(6):1083–91.