



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
SEGUNDA ESPECIALIDAD EN ORTODONCIA Y
ORTOPEDIA MAXILAR

“GRADO DE FIABILIDAD DE LA EVALUACIÓN DEL ANÁLISIS
DE BOLTON EN MODELOS VIRTUALES TRIDIMENSIONALES
VERSUS MODELOS DE YESO”

Tesis para optar el Título de:
SEGUNDA ESPECIALIDAD EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA
MAXILAR

Presentado por:
Humberto Loma Salcedo (0000-0002-0075-9143)

Asesor:
Nelly Erlinda Huasco Huarcaya (0000-0003-2382-681X)

Lima – Perú
2023



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
SEGUNDA ESPECIALIDAD EN ORTODONCIA Y
ORTOPEDIA MAXILAR

**“GRADO DE FIABILIDAD DE LA EVALUACIÓN DEL ANÁLISIS
DE BOLTON EN MODELOS VIRTUALES TRIDIMENSIONALES
VERSUS MODELOS DE YESO”**

Tesis para optar el Título de:
SEGUNDA ESPECIALIDAD EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA
MAXILAR

Presentado por:
Humberto Loma Salcedo (0000-0002-0075-9143)

Asesor:
Nelly Erlinda Huasco Huarcaya (0000-0003-2382-681X)

Lima – Perú
2023

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 13 de septiembre de 2023.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Dr. Esp. Luis Ernesto Arriola Guillen
Miembro 1: Mg. Esp. Gustavo Adolfo Watanabe Kanno
Miembro 2: Dra. Esp. Patricia Aurora Vidal Manyari

Se reúnen para evaluar la tesis titulada: GRADO DE FIABILIDAD DE LA EVALUACIÓN DEL ANALISIS DE BOLTON EN MODELOS VIRTUALES TRIDIMENSIONALES VERSUS MODELOS DE YESO

Presentada por el estudiante/bachiller:

- Humberto Loma Salcedo

Para optar el Título Profesional de Segunda Especialidad en Ortodoncia y Ortopedia Maxilar

Asesorada por: C.D. Esp. Huasco Huarcaya Nelly Erlinda

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del estudiante de la Carrera de Estomatología en la sustentación, se concluyen de:

Manera unánime (X)

Por mayoría ()

Calificar a:

Tesista: Humberto Loma Salcedo	Nota (en letras): 19 (diecinueve)		
Aprobado ()	Aprobado - Muy buena ()	Aprobado - Sobresaliente (X)	Desaprobado ()

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.

Dr. Esp. Luis Ernesto Arriola Guillen
Presidente(a) del Jurado
DNI. 40990364

Dra. Esp. Patricia Aurora Vidal Manyari
Miembro 2
DNI. 08764853

Mg. Esp. Gustavo Adolfo Watanabe Kanno
Miembro 1
DNI. 40230501

C.D. Esp. Huasco Huarcaya Nelly Erlinda
Asesora
DNI. 25573017

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR
POSGRADO ESTOMATOLOGÍA
INDICAR EL TÍTULO DE SEGUNDA ESPECIALIDAD O GRADO ACADÉMICO A OPTAR
DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS¹³

Lima, 09 de agosto del 2023

Señor:

Carlos Braxtzo Phil Zavalaga Reyes

Director General de Investigación, Desarrollo e Innovación
Universidad Científica del Sur

Presente. -

De nuestra consideración,

Yo: **Humberto Loma Salcedo**, egresado del Postgrado Estomatología de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con la asesora de tesis **Nelly Erlinda Huasco Huarcaya**, declaramos que este informe final de tesis/trabajo de investigación titulado: **“GRADO DE FIABILIDAD DE LA EVALUACIÓN DEL ANALISIS DE BOLTON EN MODELOS VIRTUALES TRIDIMENSIONALES VERSUS MODELOS DE YESO: UNA REVISIÓN DE LITERATURA”**, sustentado para obtener el título de Segunda Especialidad en **ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR**. Es original.

Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de mi (nuestra) investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos¹⁴, que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,

(insertar firma en este espacio)



HUMBERTO LOMA SALCEDO
DNI: 09586486

(insertar firma en este espacio)



NELLY ERLINDA HUASCO HUARCAYA
DNI: 25573017

¹³ En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-SUNEDU/CD

¹⁴ Los documentos están en: <https://investigacion.cientifica.edu.pe/reglamentos/>

INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

Título del documento evaluado. Grado de fiabilidad de la evaluación del análisis de Bolton en modelos virtuales tridimensionales versus modelos de yeso

Autores. Humberto Loma Salcedo

Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2347856909).

Resultado de la evaluación. 9%

Revisado por. Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

Comentarios sobre la revisión. Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.

v.2.0. Grado de fiabilidad

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	revistas.cientifica.edu.pe Fuente de Internet	2%
2	alicia.concytec.gob.pe Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad Científica del Sur Trabajo del estudiante	1%
4	pesquisa.bvsalud.org Fuente de Internet	1%
5	Leidy Paola Pérez Sandoval, Jenny Rocío Moreno García, Adriana Paola Barboza Galindo. "Clúster de síntomas en insuficiencia cardíaca avanzada: una revisión sistemática", Revista Cuidarte, 2021 Publicación	1%
6	www.researchgate.net Fuente de Internet	1%

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo, a mi esposa
Ketty por su comprensión y apoyo
incondicional.

A mis hijos, Miguel Ángel y Cielo, quienes
son mi motor y motivo.

A mi madre, quien desde el cielo siempre
está conmigo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco de manera incondicional a todos mis maestros que contribuyeron en mi formación de la segunda especialidad.

ÍNDICE

	Pág.
Título	1
Resumen	2
Abstract	3
I. Introducción	4
II. Marco teórico	8
II.1. Análisis de Bolton	8
II.2. Discrepancia de Bolton 6 y Bolton 12	8
II.3. Técnicas disponibles para generar modelos virtuales tridimensionales	9
II.3.1. Escáneres extraorales	9
II.3.2. Escáneres intraorales	10
II.4. Digitalización de modelos	11
II.5. Software para análisis de modelos digitales 3d para el análisis de Bolton	11
III. Materiales y métodos	14
IV. Resultados	16
V. Discusión	17
VI. Conclusiones	19
VII. Recomendaciones	20
VIII. Referencias bibliográficas	21
IX. Anexos	25

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Diagrama de flujo del proceso de selección de los estudios.....	Pág. 25
ANEXO 2: Resolución directoral de aceptación del proyecto de tesis y nombramiento del asesor.....	Pág. 26
ANEXO 3: Correo de aceptación para la publicación	Pág. 27
ANEXO 4: Artículo publicado.....	Pág. 28
ANEXO 5: Pago por derecho de trámite.....	Pág. 29

ARTÍCULO DE REVISIÓN ENVIADO A PUBLICAR

TÍTULO EN ESPAÑOL

“GRADO DE FIABILIDAD DE LA EVALUACIÓN DEL ANÁLISIS DE BOLTON EN MODELOS VIRTUALES TRIDIMENSIONALES VERSUS MODELOS DE YESO: UNA REVISIÓN DE LITERATURA”

TÍTULO EN INGLÉS

“DEGREE OF RELIABILITY OF THE ASSESSMENT OF BOLTON’S ANALYSIS IN THREE-DIMENSIONAL VIRTUAL MODELS VERSUS PLASTER MODELS: A LITERATURE REVIEW”

Loma-Salcedo, Humberto¹ , Huasco-Huarcaya, Nelly Erlinda¹ 

1. Division of Orthodontics, Universidad Científica del Sur, Lima, Peru

Correspondencia: Humberto Loma Salcedo

Correo: hloma@cientifica.edu.pe

Conflictos de interés: Los autores declaran no tener algún conflicto de interés.

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: El análisis de Bolton se emplea para determinar anomalías con respecto a la masa dentaria, con fines de diagnóstico y planificación del tratamiento, la posibilidad de utilizar un método digital, que fue introducido y probado para medir el tamaño del diente mesiodistal, es una alternativa atractiva, además por la creciente aceptación de la tecnología dental digital, generó que los modelos de estudio digitales se vuelvan populares en entorno a la ortodoncia. **OBJETIVO:** evaluar el grado de fiabilidad de la evaluación del análisis de Bolton en modelos virtuales tridimensionales versus modelos de yeso. **MATERIALES Y MÉTODOS:** Se realizó una búsqueda bibliográfica en las principales bases de datos de la literatura científica internacional sobre ciencias de la salud: Medline, a través de PubMed, SciELO, Lilacs, Embase. Se incluyeron artículos de revisión publicados entre el año 2000 hasta octubre 2021. **RESULTADOS:** En un estudio donde evaluaron y compararon el diagnóstico dental utilizando diferentes tecnologías de escaneo, demostró ser el escáner de sobremesa como la mejor opción para la digitalización de modelos dentales, pero esto no quita mérito alguno al CBCT y al escáner láser intraoral, quienes siguen siendo una opción asequible válida para la digitalización de modelos 3D con resultados que se encuentran dentro del rango “clínicamente aceptable”. **CONCLUSIONES:** Los modelos digitales 3D generados con escáneres intraorales y escáneres extraorales son confiables y precisas en comparación con las impresiones convencionales y que ahorra tiempo, en la mayoría de casos se hallaron diferencias estadísticamente significativas, pero de poca relevancia clínica.

PALABRAS CLAVE: modelos virtuales, modelos de yeso, Bolton, fiabilidad

ABSTRACT

INTRODUCTION: Bolton analysis is used to determine anomalies with respect to the dental mass, for diagnosis and treatment planning purposes, the possibility of using a digital method, which was introduced and tested to measure the size of the mesiodistal tooth, is an attractive alternative, in addition to the growing acceptance of digital dental technology, has made digital study models become popular in orthodontics. **OBJETIVE:** to evaluate the degree of reliability of the evaluation of the Bolton analysis in three-dimensional virtual models versus plaster models. **MATERIALS AND METHODS:** A bibliographic search were carried out in the main databases of international scientific literature on health sciences: Medline, through PubMed, SciELO, Lilacs, Embase. Review articles published between the year 2000 and October 2021 were included. **RESULTS:** In a study where they evaluated and compared dental diagnosis using different scanning technologies, the desktop scanner proved to be the best option for digitizing dental models, but this It does not detract from CBCT and intraoral laser scanning, which remain a valid affordable option for digitizing 3D models with results that are within the “clinically acceptable” range. **CONCLUSIONS:** 3D digital models generated with intraoral scanners and extraoral scanners are reliable and accurate compared to conventional impressions and save time, in most cases statistically significant differences were found, but of little clinical relevance.

KEYWORDS: virtual models, plaster models, Bolton, reliability

(Versión aprobada para publicar)

I. INTRODUCCIÓN

Los modelos de estudio son una herramienta importante en el diagnóstico y planificación del tratamiento de ortodoncia, los mismos que documentan los estados iniciales de maloclusión, proceso y resultado del tratamiento en las tres dimensiones. Estos en ocasiones son asociados a problemas como el almacenamiento, fracturas y pérdidas ⁽¹⁻³⁾. El análisis de Bolton se emplea para determinar anomalías con respecto a la masa dentaria, con fines de diagnóstico y planificación del tratamiento. En el año de 1958, Bolton evaluó pacientes con oclusiones ideales y estableció dos proporciones utilizando las sumas de los anchos mesiodistales de los dientes maxilares y mandibulares. Si bien es cierto el análisis de Bolton permite al clínico determinar la discrepancia de la masa dentaria y el grado de diferencia con la proporción ideal; los modelos dentales de yeso pueden romperse, fracturarse y tener degradación ^(4,5). Tradicionalmente, los índices de Bolton se realizaban manualmente, y esta es una tarea laboriosa, por lo que la posibilidad de utilizar un método digital, que fue introducido y probado para medir el tamaño del diente mesiodistal, es una alternativa atractiva, además por la creciente aceptación de la tecnología dental digital, lo cual es una razón por la que los modelos de estudio digitales se vuelvan cada vez más populares en entorno a la ortodoncia ⁽⁶⁻⁹⁾. La capacidad de la tecnología de modelos digitales para ofrecer eficiencia y conveniencia a los profesionales comparado con los modelos de estudio físico tradicionales está estimulando una adopción más rápida y amplia de esta tecnología en clínicas e instituciones de ortodoncia ^(7,8). El almacenamiento de los modelos de yeso, por su tamaño y peso, implican esfuerzos considerables y requisitos de espacio en comparación con otra forma de documentar el tratamiento. Varios estudios han evaluado la precisión de los modelos digitales y estos han informado que parecen ser clínicamente aceptables y reproducibles para realizar diagnósticos de ortodoncia, siendo entonces similares a los modelos convencionales. Una de las ventajas de las impresiones digitales que utilizan un escáner intraoral es su eficacia en pacientes con fuertes reflejos al vómito, además es posible sobrescribir solo la zona donde la impresión no es clara ^(9,10). Hay varias técnicas disponibles para obtener modelos digitales 3D, como las obtenidas con CBCT, escaneo láser intraoral (ILS) y los escáner extraoral, mostrando estos una alta correlación ⁽¹¹⁻¹⁵⁾. De manera similar, algunos estudios corroboraron la confiabilidad de los modelos CBCT versus 2D para calcular el análisis de Bolton, los cuales encontraron ciertas diferencias poco significativas clínicamente. Otra ventaja de los modelos digitales es que a través de ellas podemos intercambiar diagnósticos y planes de tratamiento con otros especialistas, acortando el tiempo y la distancia. Dicho esto, los modelos de estudio digital hoy en día son una alternativa muy atractiva en comparación a los modelos de yeso ⁽¹⁶⁻²⁰⁾.

Al ser comparadas las medidas mesiodistales de las piezas dentarias de los modelos virtuales versus los modelos de yeso (estándar de oro) y probar la correspondencia de las medidas, se contribuirá de manera confiable con los conocimientos científicos en el área de la ortodoncia y otras especialidades odontológicas.

Para que su uso sea más confiable y rutinario de los modelos 3D en el área de ortodoncia, es necesario saber si las medidas obtenidas en el ordenador son compatibles a las medidas realizadas manualmente en los modelos de yeso. Además, debemos saber si los programas disponibles que generan imágenes 3D son fiables para realizar el análisis de Bolton, así como el uso de diferentes softwares presenten el mismo nivel de precisión. En diversos países del mundo, la digitalización en ortodoncia no es ajena y con la llegada de los

modelos digitales 3D se ha cambiado la forma tradicional de diagnosticar en las mediciones manuales de los modelos de estudio, lo que a su vez permite eliminar todas las desventajas que estas representan. Es por ello que consideramos de gran impacto e importancia profundizar el estudio del uso y aplicación de los análisis en los modelos de estudio digitalizados, lo que permitirá en un futuro no muy lejano la determinación de un gran número de análisis de una forma rápida, sencilla y exacta.

El propósito de esta revisión de literatura es determinar el grado de fiabilidad del análisis de Bolton en modelos virtuales tridimensionales versus modelos de yeso (gold standard).

II. MARCO TEÓRICO

DEFINICIÓN DE ANÁLISIS DE BOLTON Y TÉCNICAS DISPONIBLES PARA GENERAR MODELOS VIRTUALES TRIDIMENSIONALES

Análisis de Bolton.

El análisis de Bolton utiliza el ancho mesiodistal del diente para calcular una suma de las relaciones entre el ancho del diente mandibular y el maxilar necesarias para una oclusión adecuada, compara la proporción que existe en la sumatoria de los anchos mesiodistales de doce dientes mandibulares, que es de la pieza 36 a la 46, versus la sumatoria de sus homólogos superiores, que es de 16 a 26, a lo cual se le conoce como Bolton 12 o Bolton total. Por otro lado, también compara la sumatoria de los seis dientes anteriores inferiores, que es de 33 a 43, versus la sumatoria de sus homólogos superiores, que es de 13 a 23, tomando el nombre de Bolton 6. La utilización de este índice detecta posibles desarmonías antes del comienzo del tratamiento, esto con respecto a discrepancia de masa dentaria. Dicho esto, el índice de Bolton anticipa las alteraciones de masa dentaria que se pueden observar al finalizar el tratamiento de ortodoncia ⁽¹⁹⁻²³⁾.

Discrepancia de Bolton 6 y Bolton 12.

El análisis de Bolton es empleado con propósitos de prever ciertas discrepancias de masa dentaria con fines de diagnóstico y plan de tratamiento. Bolton analizó en pacientes con una oclusión ideal y estableció dos radios usando la suma de los anchos mesiodistales de los dientes superiores e inferiores, esto permite detectar las discrepancias de dicha masa dentaria y el grado de diferencia del radio ideal. El índice de Bolton 12 en un paciente ideal debe mostrar un valor dentro de la norma que es de 91,3, con desviación estándar $\pm 1,91$; si la relación total excede de 93,21, la discrepancia es por exceso de masa dentaria inferior; si la relación es menor que 89,39, la discrepancia es por un exceso de masa dentaria superior. De igual forma, se realiza para los seis dientes anteriores, Bolton 6, el cual debe mostrar un valor dentro de la norma que es de 77,2 con una desviación estándar $\pm 1,65$; si la proporción anterior supera 78,85, indica un exceso de material dentario inferior; valores inferiores a 75,55, el exceso de masa dentaria es superior. Se recomienda el uso de tablas o fichas para su mejor aplicación.

Técnicas disponibles para generar modelos virtuales tridimensional.

Existen varias técnicas disponibles para obtener modelos digitales 3D, desde CBCT, el escaneo láser intraoral (ILS) o el escaneo extraoral de los modelos de yeso. Desde la introducción de los modelos digitales, varios estudios han sido llevados a cabo con la finalidad de evaluar la fiabilidad de las medidas obtenidas en un modelo. Se debe recordar que las unidades de tomografía se clasifican según el volumen de la imagen o campo de visión, “field of view” (FOV), a mayor FOV se obtienen imágenes más extensas; sin embargo, estas son de menor resolución en relación a un sistema de FOV limitado, con las que se obtiene una imagen de mayor resolución, pero una imagen más pequeña. Para la aplicación en ortodoncia se debe seleccionar una tomografía computarizada CBCT que brinde una mejor resolución ^(11, 20-25).

El escaneo láser intraoral (ILS) genera modelos dentales 3D de alta precisión e información de diagnóstico sin la necesidad de tomar impresiones, pero no brinda información esquelética adicional. Estos son dispositivos de fácil manipulación, ligeras y ergonómicas, en el mercado se encuentran de diferentes tamaños y modelos con puntas desmontables y autoclavables ^(11, 24-26).

Escáneres extraorales

Un escáner extraoral reproduce digitalmente un modelo ya tomado en el paciente el cual a su vez va a reproducir a detalle el medio intrabucal del paciente con todas las ventajas que esto conlleva ^(26,27). Hoy existen muchos escáneres extraorales disponibles, sin embargo, solo algunos son para uso de ortodoncia.

Serie 3Shape R

3Shape produce una infinidad de modelos y escáneres de impresión para las diferentes especialidades odontológicas. Su escáner de la serie R500TM utiliza una tecnología de escaneo láser y dos cámaras de 1.3 megapíxeles para crear modelos de estudio digitales indirectos a partir de modelos de estudio e impresiones. Sin embargo, la serie R700TM está diseñada para laboratorios más grandes al cual le toma menos tiempo de escaneo de modelos e impresiones. Por último, el escáner de la serie R900TM es capaz de escanear a color, con una reducción en el tiempo y además brinda una mayor precisión a través de la tecnología de la luz LED azul y cámaras de 45.0 megapíxeles⁽²⁷⁾.

Sistema de escaneo de escritorio Ortho Insight 3D

Este escáner de mesa utiliza brazos de escaneo para proporcionar tres ejes de movimiento, además tiene un volumen máximo de escaneo de 46462 pulgadas y tiene una precisión de 40 – 200 micras, dependiendo de la resolución seleccionada. Por otro lado, los escaneos se guardan en un formato de archivo abierto flexible que puede ser STL, OBJ o PLY. El paquete incluye el software Ortho Insight 3D y hay una opción para comprar módulos de software opcionales adicionales para la unión indirecta y la cefalometría de Ortho Insight ^(28,29).

Sistemas de escaneo y diseño de Dental Wings

Dental Wings pone a disposición una gama de escáneres para uso en clínicas o laboratorios, sus escáneres 7Series e iSeries escanean modelos de yeso e impresiones dentales, mientras que 3Series se limita a escanear solo modelos de yeso. Los fabricantes introducen un módulo como un “complemento” para su software DWOSTM el cual permite diseñar modelos de estudio de ortodoncia para el archivo o fabricación de modelos digitales⁽³⁰⁾.

CBCT

La tomografía ayuda a tener un buen diagnóstico y por consiguiente armar el plan de tratamiento de la mejor manera. Sin embargo, no todas las CBCTs van a ofrecer la misma resolución, en el mercado existen diferentes tomógrafos. El voxel, mínima unidad de un volumen de tomografía, está relacionado con la resolución de las imágenes, a menor voxel mejor resolución de las imágenes. Las CBCTs también ofrecen diferentes parámetros de campo de imagen o “field of view” FOV, algunas tomografías ofrecen de campo completo, otras permiten realizar tomografías de los tres campos, otros se limitan de un campo mediano y mientras más pequeño sea el campo de imagen va a dar una mayor resolución y esta característica no es propia de todos los tomógrafos, y recordar que a mayor resolución menor cantidad de voxel. Es decir, tomógrafo de campo pequeño ofrecen voxel pequeño, relación directa. Se toman dos puntos de referencia que coinciden con el ancho mesiodistal de los dientes el cual se mide por medio de un calibrador digital y para minimizar los errores se sugiere que un solo operador realice el proceso de análisis, resultando en 48 puntos de referencia por cada escaneado mediante CBCT de cada paciente, para cada punto de referencia se graban coordenadas x, y; z, los valores de las medidas del ancho mesiodistal de los dientes se obtienen calculando las distancias entre las coordenadas de los dos puntos de referencia correspondientes ^(31,32).

Escáneres intraorales

Sirven esencialmente para obtener una imagen dental exacta de la cavidad bucal del paciente y transmitirlos al ordenador inmediatamente obteniendo así toda la información y ayuda necesaria para diagnóstico rápido que beneficia en tiempo, costo tanto al paciente como al profesional. Este escáner está compuesto por tres partes principales: el software, la computadora y la cámara con la que se llevará a cabo el procedimiento. Este funciona a través de un haz de luz que choca con los tejidos en la cavidad bucal y en su retorno captura la forma del objeto y lo transmite al ordenador brindando así la imagen real del estado completo de la boca del paciente^(10,33). Existen muchos escáneres intraorales disponibles, sin embargo, solo algunos son para ortodoncia.

Escáner intraoral iTeroH comercializado por Align Technology Inc.

El escáner iTeroH utiliza una tecnología de imagen confocal con ayuda de rayos láser de luz roja. Los formatos de datos abiertos STL son compatibles con otros sistemas de software de restauración u ortodoncia. iTeroH utiliza una base de datos en la nube para el almacenamiento de los datos, este escáner ha sido diseñado para usarse con un software OrthoCadH e InvisalignH ClincheckH. Esto permite al ortodoncista verificar y ajustar el plan de tratamiento prescrito para una maloclusión al usar la tecnología InvisalignH. Además, el programa de software InvisalignH Result Simulator ha sido diseñado para simular los resultados del tratamiento con los alineadores InvisalignH⁽³⁰⁾.

Escáner intraoral TRIOSH comercializado por 3Shape

Este escáner utiliza la tecnología Ultrafast Optical Sectioning. Los datos de superficie se crean uniendo muchas porciones de datos recibidos del escáner. Están disponibles en dos formatos: TRIOS Cart el cual es una unidad móvil independiente con software integrado de pantalla táctil; por otro lado está el TRIOS Pod disponible para la conexión a un iPad, computadora portátil o monitor integrado en la unidad dental. El formato de archivo STL abierto es compatible con cualquier programa que admita dicho formato además de tener conectividad inalámbrica y Bluetooth integrada. El escáner TRIOS se puede usar con el programa de software OrthoAnalyzerTM. Sin embargo, este software está diseñado para facilitar el diagnóstico y la planificación del tratamiento con herramientas que ayudan a medir el overjet, sobremordida, apiñamiento, longitud del arco y la forma⁽³⁰⁾.

Escáner True Definition comercializado por 3M ESPE

Este es un escáner intraoral muy ligero que emplea tecnología de video 3D con luz LED azul. Este escáner intraoral está conectado a un monitor de pantalla táctil en una unidad móvil que se puede transferir entre los sillones dentales. Este sistema requiere de un medio de contraste, una ligera capa de polvo de plata, el mismo que también está conectado a la unidad para facilitar su uso. Los datos se recopilan en un formato STL abierto, el almacenamiento se logra a través de la nube en el 3MTM Connection Center. Los archivos de datos están diseñados para usarse con UnitekTM Software de modelo digital para herramientas de planificación del tratamiento, como el cálculo de la relación de análisis de Bolton y el análisis de espacio. Las unidades tienen Wi-Fi habilitado^(30,34).

CS 3600 Scanner Intraoral Color

Esta tecnología utiliza una técnica de láser azul, captura la imagen digital en tiempo real, tiene la capacidad de pausar y recuperar datos en un momento posterior. El formato STL es abierto, los software disponibles pueden ser de una versión básica con el que se puede ver y realizar mediciones para la planificación del tratamiento y la versión avanzada permite configuraciones virtuales, segmentación dental, simulación de resultados de

tratamientos y se puede usar en conjunto con unidades de rayos X 3D, su conectividad es compatible con cualquier computadora, solo que requiere la versión de 64 bits de Windows 7 Profesional^(27,34).

Digitalización de modelos

Se pueden digitalizar con escáneres de escritorio (escáner extraoral), escáneres intraorales y, recientemente, también con CBCT, se obtienen modelos digitales en el ordenador. Existen dos métodos, el primero es la digitalización de los modelos de yeso u otro material de impresión y el segundo la digitalización directamente en la cavidad bucal del paciente. Desde el año 2001 han sido comercializados varios sistemas para evaluación digital, los modelos digitales obtenidos por el método directo requieren el uso de un escáner intraoral y por el método indirecto requieren de un láser escáner o imágenes tomográficas computarizadas de impresiones o modelos de yeso, que luego son convertidos en imágenes digitales las mismas que son guardados por los servidores de los fabricantes, de esta manera los modelos estarán disponibles para ser descargados mediante la cuenta del titular, el fabricante provee un software para la realización de las medidas. Estos para ser lanzados al mercado fueron sometidos a pruebas de calidad donde se tomaron medidas en relación con el análisis de Bolton que no presentaron diferencias significantes en relación al gold standard y fueron clínicamente aceptables^(25,35-37).

En la década pasada se ha visto la aparición de modelos digitales con una calidad aceptable, permitiendo que las historias clínicas ortodónticas sean digitalizadas. Sin embargo, para los ortodoncistas lo más importante de un modelo digital es la exactitud y fiabilidad, sobre todo la comodidad de obtener datos reales en 3D y realizar sus diagnósticos basados en RX, fotografías y proyecciones que los modelos digitales ofrecen. Se debe tener en cuenta que durante el proceso de escaneado ciertos artefactos pueden afectar la calidad de la imagen, además por el movimiento del paciente y por una pobre reconstrucción de superficies oclusales, por lo tanto todos estos problemas pueden afectar los valores de las medidas dentales, otra desventaja es que los archivos de modelos digitales obtenidos mediante CBCT no vienen en el mismo formato o aspecto y que los autores no especifican^(29, 38-44).

Por ejemplo, para la digitalización 3D y transformación al formato STL con el programa Nemocast, primero se hace la orientación en los tres ejes X, Y, Z para luego realizar la colocación de los planos oclusales y rafe medio, y continuar con la colocación de los puntos mesiodistales en las piezas incluidas dentro del análisis y el programa realiza el zocalado según la norma ABO. Ya con el modelo digitalizado, el programa proporciona los datos requeridos para el diagnóstico, que puede ser el índice de Bolton, discrepancia de arco, entre otros.

Software para análisis de modelos digitales para el análisis de Bolton

En la actualidad el análisis de modelos digitales está ganando aceptación en ortodoncia, pero su fiabilidad depende de hardware y software usados en la digitalización. El software para el análisis del modelo digital es más importante el mismo que debe ofrecer resultados que sean confiables y válidos como los del análisis de modelos de yeso. Sin embargo, existen software interno y externo, los internos son aquellos que vienen junto con el producto al ser adquirido, mientras que los externos los adquirimos aparte, en casos de avería del software interno; existen una gama de software en el mercado. Sin embargo, diversos autores consideran que el modelo digital de OrthoCAD tiene la mejor legibilidad, un gran contraste entre colores y espacio entre elementos, pero es el OrthoAnalyzer que presenta un sistema con mejores condiciones para medir overjet y el overbite⁽⁴⁵⁻⁴⁹⁾.

III. MATERIALES Y METODOS

Protocolo y registro

Esta investigación fue registrada en el comité de ética e investigación de la Universidad Científica del Sur con el número de registro 6761-1. La presente revisión de la literatura utilizó el protocolo PRISMA, para lo cual se planteó la siguiente pregunta PECOS de investigación:

(P): Ancho mesiodistal de las piezas dentarias para análisis de Bolton en individuos completamente dentados hasta segundos molares.

(E): Modelos virtuales tridimensionales mediante el uso de la tecnología 3D

(C): Modelos de yeso convencionales

(O): Fiabilidad de la evaluación del análisis de Bolton en modelos virtuales tridimensionales

(S): Estudios longitudinales, observacionales, y estudios de cohortes.

Estrategia de búsqueda

Dos investigadores capacitados y calibrados realizaron una búsqueda bibliográfica en las principales bases de datos de la literatura científica internacional sobre ciencias de la salud: Medline, a través de PubMed, SciELO, Lilacs y Embase, utilizando las palabras claves: modelos virtuales, modelos de yeso, Bolton, fiabilidad. Se incluyeron artículos de revisión publicados entre el año 2000 hasta octubre del 2021, y se procedió a su lectura, según los criterios de inclusión y exclusión

Términos de búsqueda

La estrategia de búsqueda utilizada fue la siguiente:

```
(((((RELIABILITY* ANALYSIS* DENTAL) OR (VIRTUAL MODELS*)) OR (PLASTER MODELS*)) AND (DENTAL BOLTON ANALYSIS*)) AND (RELIABILITY VIRTUAL MODELS*)) OR (RELIABILITY ANALYSIS DENTAL*)) AND (INTRAORAL DENTAL SCANNER*) AND (EXTRAORAL DENTAL ACANNER*) AND (3D DENTAL SCANNER*)) OR (3D DENTAL SCANNER RELIABILITY*) OR (((VIRTUAL* MODELS*) AND (PLASTER* MODELS*)) AND (DENTAL* BOLTON* ANALYSIS*)) AND (RELIABILITY*))
```

Criterios de inclusión y exclusión

Las publicaciones incluidas fueron aquellas en idioma inglés y español que, en su contenido, abarcaran modelos virtuales tridimensionales en odontología, fiabilidad del modelo virtual tridimensional dental, usos de distintos tipos de tecnología para generar modelos virtuales tridimensionales en odontología, fueron excluidas publicaciones que no se encontraban dentro del rango 2000 hasta octubre del 2021, no portaban el criterio de diagnóstico o no reportaban resultados con relación a modelos virtuales tridimensionales en el análisis de Bolton (Tabla 1).

Proceso de selección

Se realizó la búsqueda en PubMed, SciELO, Lilacs y Embase, con términos Mesh y la

antigüedad establecida en los criterios de inclusión. Se identificaron 85 artículos

relacionados con modelos virtuales en odontología y la fiabilidad de su uso para realizar el análisis de Bolton. Se revisaron los resúmenes de los artículos y se descartaron los artículos que no cumplían con los criterios de selección, por lo que se obtuvo un total de 21 artículos científicos para ser analizados minuciosamente.

Tabla 1. Número de estudios excluidos con razones después del texto completo

Razones de exclusión	(n)
Elegibilidad	7
No reporta criterio de diagnóstico	2
No reporta resultados 3D	1
No reporta resultados Bolton	6
Suma	16

IV. RESULTADOS

Selección de estudios

De la búsqueda en las bases electrónicas y las referencias de los estudios, se recuperó un total de 85 publicaciones y de las referencias de otros estudios se identificó un artículo. Posterior a la eliminación de referencias duplicadas y la evaluación manual del título y resumen se obtuvieron 37 artículos para la lectura completa. Después de la lectura, evaluación de la calidad metodológica y discusión, dieciséis estudios se excluyeron debido a elegibilidad, no portaban el criterio de diagnóstico o no reportaban resultados con relación a modelos virtuales tridimensionales en el análisis de Bolton, lo que derivó en un total de 21 artículos considerados elegibles para la síntesis cualitativa (ANEXO 1).

V. DISCUSIÓN

Sumario de la evidencia

Debido al alto interés del uso de los dispositivos que generan imágenes 3D como alternativa para minimizar el riesgo de almacenamiento, fracturas y pérdidas de los modelos de yeso durante el análisis de Bolton, se han realizado muchos estudios para determinar la fiabilidad de los escáneres 3D, tanto los extraorales como los intraorales. Con la introducción de los flujos de trabajo digitales en ortodoncia, lo que significa una mayor eficiencia y facilitan el almacenamiento de datos, la reproductibilidad y la documentación del tratamiento, e incluso puede conducir a conceptos de tratamiento avanzados. La mayoría de los estudios incluidos tienen una baja a moderada calidad metodológica y bajo nivel de certeza para los resultados evaluados. La revisión técnica sugiere consistentemente que los escáneres generadores de modelos virtuales para el análisis de Bolton son efectivos, lo que permite un gran número de análisis de una forma rápida, sencilla y exacta. En resumen, los modelos digitales permiten intercambiar diagnósticos y planes de tratamiento con otros especialistas, acortando el tiempo y la distancia, los modelos de estudio digital hoy en día son una alternativa muy atractiva en comparación a los modelos de yeso ^(4, 15-18). Existen muchos estudios que llegan a conclusiones basados en sus propios diseños metodológicos, Aragón et al. ⁽¹⁷⁾, cuyo estudio fue comparar la validez y confiabilidad de los escáneres intraorales versus modelos de yeso convencionales. Los escáneres evaluados fueron D250, Lava COS, Ortho Proof, iTero, iOC intraoral y Lava. Estos estudios evaluaron la confiabilidad de los anchos mesiodistales de los dientes para el análisis de Bolton. Las mediciones a partir de los modelos digitales intraorales parecieron ser fiables y precisas en comparación con las impresiones convencionales. Por otro lado, Emara et al. ⁽⁵⁰⁾, en un estudio donde hacen una evaluación comparativa de la digitalización del modelo de yeso dental haciendo uso de diferentes tecnologías de escaneo, el escáner extraoral se mostró como una mejor opción, sin embargo, el CBCT demostró ser una alternativa muy precisa. Mientras que el escáner intraoral mostró resultados más bajos en términos de precisión, este sigue siendo una opción válida dado que presenta resultados que se encuentran dentro del rango “clínicamente aceptable”.

Camardella et al. ⁽²³⁾, compararon la precisión y confiabilidad de las mediciones realizadas utilizando los programas diferentes de software Ortho Analyzer (3Shape) y Digimodel (OrthoProof), se escanearon modelos de yeso con un escáner láser 3Shape y un escáner Flash CT. No encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre las medidas del modelo de yeso versus modelo digital. El software utilizado no influyó en la precisión de las mediciones. Por lo mismo, tanto los métodos de fabricación como el software podrían usarse indistintamente.

San José et al. ⁽²⁾, compararon la fiabilidad y precisión de las mediciones dentales directas e indirectas derivados de dos modelos 3D generados por escáner intraoral iTero (Align Technology, Amsterdam, Países Bajos) y CBCT segmentado, obtenidos utilizando el Planmeca Promax 3D (Planmeca, Helsinki, Finlandia), comparándolos con un modelo 2D, escaneado con un escáner 2D convencional. El error intra observador e inter observador para el modelo del escáner intraoral fue inferior a 0,44 mm y para el CBCT segmentado, el error fue inferior a 0,97 mm, encontrándose ambos dentro de los límites de aceptación clínica.

Kim et al. ⁽⁴⁾, compararon la precisión del análisis de Bolton obtenido a partir de modelos

digitales escaneados con escáner láser tridimensional (3D) Ortho Insight versus imágenes de tomografía computarizada de haz cónico y modelo de yeso. Las relaciones Bolton 6 y Bolton 12 obtenidas por las tres modalidades diferentes mostraron una excelente concordancia ($>0,970$). Así mismo, los resultados del coeficiente de correlación intraclass CCI fueron óptimos ($>0,858$ para las tres modalidades).

Finalmente, Rossini et al.⁽²⁶⁾, en una revisión sistemática donde el objetivo fue evaluar la exactitud, validez y confiabilidad de las medidas obtenidas a partir de los modelos de yeso encontró que los modelos digitales son tan fiables como los modelos de yeso, mostrando alta precisión reproductibilidad y fiabilidad.

Limitaciones y futuras direcciones

La extracción de los datos y el análisis cualitativo, generalmente realizado en descripciones cualitativas sistemáticas, presentan marcados inconvenientes en comparación con el uso de metaanálisis, por lo que la posibilidad de extrapolar resultados es limitada.

El presente trabajo proporciona una base de evidencia con estudios seleccionados de calidad metodológica, que puede ayudar a los odontólogos en la incorporación de los modelos digitales 3D en su práctica clínica. Esto disminuirá considerablemente el hacinamiento de los modelos de estudio de yeso y permitirá su almacenamiento sin ocupar espacio físico alguno.

De acuerdo a varios estudios, los descritos son sustento para tener en cuenta como una opción válida y fiable de los modelos virtuales tridimensionales, ya que es una herramienta fiable y que contribuye con un buen diagnóstico y planificación de los tratamientos. Además, los resultados del presente estudio contribuirán a futuras investigaciones.

VI. CONCLUSIONES

Podemos concluir, que los modelos digitales 3D generados con escáneres intraorales y escáneres extraorales parecen ser confiables y precisos en comparación con las impresiones convencionales y que ahorra tiempo, en la mayoría de casos se hallaron diferencias estadísticamente significativas, pero de poca relevancia clínica, sin embargo en un estudio donde evaluaron y compararon el diagnóstico dental utilizando diferentes tecnologías de escaneo, el escáner de sobremesa demostró ser la mejor opción para la digitalización de modelos dentales, pero esto no quita mérito alguno al CBCT y al escáner láser intraoral, los cuales siguen siendo una opción asequible válida para la digitalización de modelos 3D con resultados que se encuentran dentro del rango “clínicamente aceptable”.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Camardella LT, Vilella OV, van Hezel MM, Breuning KH. Accuracy of stereolithographically printed digital models compared to plaster models. *J Orofac Orthop*. 2017 Sep;78(5):394-402. English. doi: 10.1007/s00056-017-0093-1.
2. San José V, Bellot-Arcís C, Tarazona B, Zamora N, O Lagravère M, Paredes-Gallardo V. Dental measurements and Bolton index reliability and accuracy obtained from 2D digital, 3D segmented CBCT, and 3d intraoral laser scanner. *J Clin Exp Dent*. 2017 Dec 1;9(12):e1466-e1473. doi: 10.4317/jced.54428..
3. Brandão MM, Sobral MC, Vogel CJ. Reliability of Bolton analysis evaluation in tridimensional virtual models. *Dental Press J Orthod*. 2015 Oct;20(5):72-7. doi: 10.1590/2177-6709.20.5.072-077.oar.
4. Kim J, Lagravère MO. Accuracy of Bolton analysis measured in laser scanned digital models compared with plaster models (gold standard) and cone-beam computer tomography images. *Korean J Orthod*. 2016 Jan;46(1):13-9. doi: 10.4041/kjod.2016.46.1.13.
5. Gül Amuk N, Karsli E, Kurt G. Comparison of dental measurements between conventional plaster models, digital models obtained by impression scanning and plaster model scanning. *Int Orthod*. 2019 Mar;17(1):151-158. doi: 10.1016/j.ortho.2019.01.014.
6. Paredes V, Gandia JL, Cibrian R. Determination of Bolton tooth-size ratios by digitization, and comparison with the traditional method. *Eur J Orthod*. 2006 Apr;28(2):120-5. doi: 10.1093/ejo/cji077.
7. Renne W, Ludlow M, Fryml J, Schurch Z, Mennito A, Kessler R, Lauer A. Evaluation of the accuracy of 7 digital scanners: An in vitro analysis based on 3-dimensional comparisons. *J Prosthet Dent*. 2017 Jul;118(1):36-42. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.09.024.
8. Verma RK, Singh SP, Verma S, Kumar V, Bhupali NR, Arora S. Comparison of reliability, validity, and accuracy of linear measurements made on pre- and posttreatment digital study models with conventional plaster study models. *J Orthod Sci*. 2019 Oct 4;8:18. doi: 10.4103/jos.JOS_14_19.
9. Park JY, Kim D, Han SS, Yu HS, Cha JY. Three-dimensional comparison of 2 digital models obtained from cone-beam computed tomographic scans of polyvinyl siloxane impressions and plaster models. *Imaging Sci Dent*. 2019 Dec;49(4):257-263. doi: 10.5624/isd.2019.49.4.257.
10. Kihara H, Hatakeyama W, Komine F, Takafuji K, Takahashi T, Yokota J, Oriso K, Kondo H. Accuracy and practicality of intraoral scanner in dentistry: A literature review. *J Prosthodont Res*. 2020 Apr;64(2):109-113. doi: 10.1016/j.jpor.2019.07.010.
11. Poleti ML, Fernandes TM, Pagin O, Moretti MR, Rubira-Bullen IR. Analysis of linear measurements on 3D surface models using CBCT data segmentation obtained by automatic standard pre-set thresholds in two segmentation software programs: an in vitro study. *Clin Oral Investig*. 2016 Jan;20(1):179-85. doi: 10.1007/s00784-015-1485-5.

12. Hernandez Y, Tarazona B, Zamora N, Cibrian R, Gandia JL, Paredes V. Comparative study of reproducibility and accuracy in measuring mesiodistal tooth sizes using three different methods: 2D digital, 3D CBCT, and 3D CBCT segmented. *Oral Radiol.* 2015;3:165–171. DOI:10.1007/s11282-015-0204-x [[Google Scholar](#)]
13. Wiranto MG, Engelbrecht WP, Tutein Nolthenius HE, van der Meer WJ, Ren Y. Validity, reliability, and reproducibility of linear measurements on digital models obtained from intraoral and cone-beam computed tomography scans of alginate impressions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013 Jan;143(1):140-7. doi: 10.1016/j.ajodo.2012.06.018.
14. Suryajaya W, Purbiati M, Ismah N. Accuracy of digital dental models and three-dimensional printed dental models in linear measurements and Bolton analysis. *F1000Res.* 2021 Mar 4;10:180. doi: 10.12688/f1000research.31865.2
15. Flügge TV, Schlager S, Nelson K, Nahles S, Metzger MC. Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013 Sep;144(3):471-8. doi: 10.1016/j.ajodo.2013.04.017.
16. Kim J, Lagravère MO. Accuracy of Bolton analysis measured in laser scanned digital models compared with plaster models (gold standard) and cone-beam computer tomography images. *Korean J Orthod.* 2016 Jan;46(1):13-9. doi: 10.4041/kjod.2016.46.1.13. Epub 2016 Jan 25.
17. Aragón ML, Pontes LF, Bichara LM, Flores-Mir C, Normando D. Validity and reliability of intraoral scanners compared to conventional gypsum models measurements: a systematic review. *Eur J Orthod.* 2016 Aug;38(4):429-34. doi: 10.1093/ejo/cjw033.
18. Kim J, Lagravère MO. Accuracy of Bolton analysis measured in laser scanned digital models compared with plaster models (gold standard) and cone-beam computer tomography images. *Korean J Orthod.* 2016 Jan;46(1):13-9. doi: 10.4041/kjod.2016.46.1.13.
19. Tarazona B, Llamas JM, Cibrián R, Gandía JL, Paredes V. Evaluation of the validity of the Bolton Index using cone-beam computed tomography (CBCT). *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2012 Sep 1;17(5):e878-83. doi: 10.4317/medoral.18069.
20. Czarnota J, Hey J, Fuhrmann R. Measurements using orthodontic analysis software on digital models obtained by 3D scans of plaster casts : Intrarater reliability and validity. *J Orofac Orthop.* 2016 Jan;77(1):22-30. doi: 10.1007/s00056-015-0004-2.
21. Beygelman YA, Khosravi R, Masoud M, Turpin D, Bollen AM. The influence of labiolingual and mesiodistal anterior tooth dimensions on interarch relationships: A modified anterior Bolton analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2019 Dec;156(6):727-734. doi: 10.1016/j.ajodo.2018.11.020.
22. Nalcaci R, Topcuoglu T, Ozturk F. Comparison of Bolton analysis and tooth size measurements obtained using conventional and three-dimensional orthodontic models. *Eur J Dent.* 2013 Sep;7(Suppl 1):S066-S070. doi: 10.4103/1305-7456.119077.
23. Camardella LT, Ongkosuwito EM, Penning EW, Kuijpers-Jagtman AM, Vilella OV, Breuning KH. Accuracy and reliability of measurements performed using two different software programs on digital models generated using laser and computed tomography plaster model scanners. *Korean J Orthod.* 2020 Jan;50(1):13-25. doi: 10.4041/kjod.2020.50.1.13.

24. Becker K, Schmücker U, Schwarz F, Drescher D. Accuracy and eligibility of CBCT to digitize dental plaster casts. *Clin Oral Investig*. 2018 May;22(4):1817-1823. doi: 10.1007/s00784-017-2277-x.
25. Wesemann C, Muallah J, Mah J, Bumann A. Accuracy and efficiency of full-arch digitalization and 3D printing: A comparison between desktop model scanners, an intraoral scanner, a CBCT model scan, and stereolithographic 3D printing. *Quintessence Int*. 2017;48(1):41-50. doi: 10.3290/j.qi.a37130.
26. Rossini G, Parrini S, Castroflorio T, Deregibus A, Debernardi CL. Diagnostic accuracy and measurement sensitivity of digital models for orthodontic purposes: A systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2016 Feb;149(2):161-70. doi: 10.1016/j.ajodo.2015.06.029.
27. Poleti ML, Fernandes TM, Pagin O, Moretti MR, Rubira-Bullen IR. Analysis of linear measurements on 3D surface models using CBCT data segmentation obtained by automatic standard pre-set thresholds in two segmentation software programs: an in vitro study. *Clin Oral Investig*. 2016 Jan;20(1):179-85. doi: 10.1007/s00784-015-1485-5.
28. Robben J, Muallah J, Wesemann C, Nowak R, Mah J, Pospiech P, Bumann A. Suitability and accuracy of CBCT model scan: an in vitro study. *Int J Comput Dent*. 2017;20(4):363-375.
29. Kašparová M, Procházka A, Grajciarová L, Yadollahi M, Vyšata O, Dostálová T. Evaluation of dental morphometrics during the orthodontic treatment. *Biomed Eng Online*. 2014 Jun 3;13:68. doi: 10.1186/1475-925X-13-68.
30. Westerlund A, Tancredi W, Ransjö M, Bresin A, Psonis S, Torgersson O. Digital casts in orthodontics: a comparison of 4 software systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2015 Apr;147(4):509-16. doi: 10.1016/j.ajodo.2014.11.020.
31. Radeke J, von der Wense C, Lapatki BG. Comparison of orthodontic measurements on dental plaster casts and 3D scans. *J Orofac Orthop*. 2014 Jul;75(4):264-74. doi: 10.1007/s00056-014-0217-9.
32. Zilberman O, Huggare JA, Parikakis KA. Evaluation of the validity of tooth size and arch width measurements using conventional and three-dimensional virtual orthodontic models. *Angle Orthod*. 2003 Jun;73(3):301-6. doi: 10.1043/0003-3219(2003)073<0301:EOTVOT>2.0.CO;2.
33. Liang YM, Rutchakitprakarn L, Kuang SH, Wu TY. Comparing the reliability and accuracy of clinical measurements using plaster model and the digital model system based on crowding severity. *J Chin Med Assoc*. 2018 Sep;81(9):842-847. doi: 10.1016/j.jcma.2017.11.011.
34. Ferreira JB, Christovam IO, Alencar DS, da Motta AFJ, Mattos CT, Cury-Saramago A. Accuracy and reproducibility of dental measurements on tomographic digital models: a systematic review and meta-analysis. *Dentomaxillofac Radiol*. 2017 Oct;46(7):20160455. doi: 10.1259/dmfr.20160455.
35. Grünheid T, Patel N, De Felipe NL, Wey A, Gaillard PR, Larson BE. Accuracy, reproducibility, and time efficiency of dental measurements using different technologies. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2014 Feb;145(2):157-64. doi: 10.1016/j.ajodo.2013.10.012.
36. White AJ, Fallis DW, Vandewalle KS. Analysis of intra-arch and interarch measurements from digital models with 2 impression materials and a modeling process based on cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010 Apr;137(4): 456.e1-9; discussion 456-7. doi: 10.1016/j.ajodo.2009.09.019.

37. Yılmaz RBN, Çakan DG, Altay M, Canter HI. Reliability of Measurements on Plaster and Digital Models of Patients with a Cleft Lip and Palate. *Turk J Orthod.* 2019 Jun;32(2):65-71. doi: 10.5152/TurkJOrthod.2019.18035.
38. Felter M, Lenza MMO, Lenza MG, Shibazaki WMM, Silva RF. Comparative study of the usability of two software programs for visualization and analysis of digital orthodontic models. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects.* 2018 Summer;12(3):213-220. doi: 10.15171/joddd.2018.033.
39. Cui N, Wang J, Hou X, Sun S, Huang Q, Lim HK, Cai H, Jia Q, Lee ES, Jiang HB. Bias Evaluation of the Accuracy of Two Extraoral Scanners and an Intraoral Scanner Based on ADA Standards. *Scanning.* 2021 jun 10; 2021:5535403. doi: 10.1155/2021/5535403.
40. Bailey E, Nelson G, Miller AJ, Andrews L, Johnson E. Predicting tooth-size discrepancy: A new formula utilizing revised landmarks and 3-dimensional laser scanning technology. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013 Apr;143(4):574-85. doi: 10.1016/j.ajodo.2012.09.022.
41. Sanches JO, dos Santos-Pinto LA, dos Santos-Pinto A, Grehs B, Jeremias F. Comparison of space analysis performed on plaster vs. digital dental casts applying Tanaka and Johnston's equation. *Dental Press J Orthod.* 2013 Jan-Feb;18(1):128-33. doi: 10.1590/s2176-94512013000100024.
42. Kim J, Lagravère MO. Accuracy of Bolton analysis measured in laser scanned digital models compared with plaster models (gold standard) and cone-beam computer tomography images. *Korean J Orthod.* 2016 Jan;46(1):13-9. doi: 10.4041/kjod.2016.46.1.13.
43. Tomassetti JJ, Taloumis LJ, Denny JM, Fischer JR Jr. A comparison of 3 computerized Bolton tooth-size analyses with a commonly used method. *Angle Orthod.* 2001 oct;71(5):351-7. doi: 10.1043/0003-3219(2001)071<0351:ACOCBT>2.0.CO;2.
44. Radeke J, von der Wense C, Lapatki BG. Comparison of orthodontic measurements on dental plaster casts and 3D scans. *J Orofac Orthop.* 2014 Jul;75(4):264-74. doi: 10.1007/s00056-014-0217-9.
45. Kihara H, Hatakeyama W, Komine F, Takafuji K, Takahashi T, Yokota J, Oriso K, Kondo H. Accuracy and practicality of intraoral scanner in dentistry: A literature review. *J Prosthodont Res.* 2020 Apr;64(2):109-113. doi: 10.1016/j.jpor.2019.07.010.
46. Koretsi V, Tingelhoff L, Proff P, Kirschneck C. Intra-observer reliability and agreement of manual and digital orthodontic model analysis. *Eur J Orthod.* 2018 Jan 23;40(1):52-57. doi: 10.1093/ejo/cjx040.
47. Reuschl RP, Heuer W, Stiesch M, Wenzel D, Dittmer MP. Reliability and validity of measurements on digital study models and plaster models. *Eur J Orthod.* 2016 feb;38(1):22-26. doi: 10.1093/ejo/cjv001.
48. Joffe L. OrthoCAD: digital models for a digital era. *J Orthod.* 2004 Dec;31(4):344-7. doi: 10.1179/146531204225026679.
49. Tavares A, Braga E, Araújo TM. Digital models: ¿How can dental arch form be verified chairside? *Dental Press J Orthod.* 2017 Nov-Dec;22(6):68-73. doi: 10.1590/2177-6709.22.6.068-073.oar.
50. Emara A, Sharma N, Halbeisen FS, Msallem B, Thieringer FM. Comparative Evaluation of Digitization of Diagnostic Dental Cast (Plaster) Models Using Different Scanning Technologies. *Dent J (Basel).* 2020 Aug 2;8(3):79. doi: 10.3390/dj8030079.

(Versión inicial enviada a publicar)

GRADO DE FIABILIDAD DE LA EVALUACIÓN DEL ANÁLISIS DE BOLTON EN MODELOS VIRTUALES TRIDIMENSIONALES VERSUS MODELOS DE YESO. UNA REVISIÓN
 DEGREE OF RELIABILITY OF THE ASSESSMENT OF THE BOLTON ANALYSIS IN THREE-DIMENSIONAL VIRTUAL MODELS VERSUS PLASTER MODELS. A REVIEW

Humberto Loma Salcedo¹, Nelly Erlinda Huasco-Huarcaya²

1 [División de ortodoncia Universidad Científica del Sur \(Lima, Perú\). Email: \[humbertoloma.s@hotmail.com\]\(mailto:humbertoloma.s@hotmail.com\)
\[ORCID:0000-0002-0075-9143\]\(#\)](#)

2 [División de ortodoncia Universidad Científica del Sur \(Lima, Perú\). Email: \[lozanoh77@hotmail.com\]\(mailto:lozanoh77@hotmail.com\)
\[ORCID:0000-0003-2382-681X\]\(#\)](#)

Autor corresponsal:

Humberto Loma Salcedo

Humbertoloma.s@hotmail.com

RESUMEN

Introducción: El análisis de Bolton se emplea para determinar anomalías con respecto a la masa dentaria, con fines de diagnóstico y planificación del tratamiento, la posibilidad de utilizar un método digital, que fue introducido y probado para medir el tamaño del diente mesiodistal, es una alternativa atractiva, además por la creciente aceptación de la tecnología dental digital, generó que los modelos de estudio digitales se vuelvan populares en entorno a la ortodoncia. **Objetivo:** evaluar el grado de fiabilidad de la evaluación del análisis de Bolton en modelos virtuales tridimensionales versus modelos de yeso por medio de una revisión de la literatura. **Materiales y métodos:** Se realizó una búsqueda en las principales bases de datos de la literatura científica internacional sobre ciencias de la salud: Medline, a través de PubMed, SciELO, Lilacs, Embase. Se incluyeron artículos de revisión publicados entre el año 2000 hasta octubre 2021. **Resultados:** El escáner de sobremesa fue la mejor opción para la digitalización de modelos dentales, pero esto no quita merito alguno al CBCT y al escáner laser intraoral, quienes siguen siendo una opción asequible válida para la digitalización de modelos 3D con resultados que se encuentran dentro del rango “clínicamente aceptable”. **Conclusiones:** Los modelos digitales 3D generados con escáneres intraorales y escáneres extraorales son confiables y precisos en comparación con las impresiones convencionales y ahorran tiempo, en la mayoría de casos se hallaron diferencias estadísticamente significativas, pero de poca relevancia clínica.

Palabras clave: modelos virtuales, modelos de yeso, Bolton, fiabilidad

ABSTRACT

Introduction: Bolton analysis is used to determine anomalies with respect to the dental mass, for diagnosis and treatment planning purposes, the possibility of using a digital method was introduced and tested to measure the size of the mesiodistal tooth. In this way, digital dental technology has made digital study models become popular in orthodontics. **Objective:** to evaluate the degree of reliability of the evaluation of the Bolton analysis in three-dimensional virtual models versus plaster models through a review of the literature. **Materials and methods:** A search was carried out in the primary databases of the international scientific literature on health sciences: Medline, through PubMed, SciELO, Lilacs, and Embase. Review articles published between the year 2000 and October 2021 were included. **Results:** The desktop scanner was the best option for digitizing dental models, but this does not detract from CBCT and intraoral laser scanners, which are still an option. Reasonable validity for digitizing 3D models with results within the "clinically acceptable" range was found. **Conclusions:** 3D digital models generated with intraoral and extraoral scanners are reliable and accurate compared to conventional impressions and save time, in most cases statistically significant differences were found, but of little clinical relevance.

Keywords: virtual models, plaster models, Bolton, reliability

INTRODUCCIÓN

Los modelos de estudio son una herramienta importante en el diagnóstico y planificación del tratamiento de ortodoncia, los mismos que documentan los estados iniciales de maloclusión, proceso y resultado del tratamiento en las tres dimensiones. Estos, en ocasiones, son asociados a problemas como el almacenamiento, fracturas y pérdidas⁽¹⁻³⁾. El análisis de Bolton se emplea para determinar anomalías con respecto a la masa dentaria, con fines de diagnóstico y planificación del tratamiento. En el año de 1958, Bolton evaluó pacientes con oclusiones ideales y estableció dos proporciones utilizando las sumas de los anchos mesiodistales de los dientes maxilares y mandibulares. Si bien es cierto el análisis de Bolton permite al clínico determinar la discrepancia de la masa dentaria y el grado de diferencia con la proporción ideal; los modelos dentales de yeso pueden romperse, fracturarse y tener degradación^(4,5). Tradicionalmente, los índices de Bolton se realizaban manualmente, por lo que la posibilidad de utilizar un método digital, que fue introducido y probado para medir el tamaño del diente mesiodistal, es una alternativa atractiva, además por la creciente aceptación de la tecnología dental digital, generó que los modelos de estudio digitales se vuelvan populares en el área de la ortodoncia⁽⁶⁻⁹⁾. La capacidad de la tecnología de modelos digitales está estimulando una adopción más rápida y amplia de esta tecnología en clínicas e instituciones de ortodoncia^(7,8). Los almacenamientos de los modelos de yeso, por su tamaño y peso, implican esfuerzos considerables y requisitos de espacio en comparación con otra forma de documentar el tratamiento. Varios estudios han evaluado la precisión de los modelos digitales y estos han informado que parecen ser clínicamente aceptables y reproducibles para realizar diagnósticos de ortodoncia. Una de las ventajas de las impresiones digitales que utilizan un escáner intraoral es su eficacia en pacientes con fuertes reflejos al vómito, además es posible sobrescribir solo la zona donde la impresión no es clara^(9,10). Hay varias técnicas disponibles para obtener modelos digitales 3D, como las obtenidas con

tomografía computarizada el haz cónico (CBCT), escaneo láser intraoral (ILS) y los escáner extraorales, mostrando estos una alta correlación en su precisión⁽¹¹⁻¹⁵⁾. De manera similar, algunos estudios corroboraron la confiabilidad de los modelos CBCT versus 2D para calcular el análisis de Bolton, los cuales encontraron ciertas diferencias poco significativas clínicamente. Otra ventaja de los modelos digitales es que a través de ellas se puede intercambiar diagnósticos y planes de tratamiento con otros especialistas, acortando el tiempo y la distancia. Dicho esto, los modelos de estudio digital hoy en día son una alternativa muy atractiva en comparación a los modelos de yeso^(4, 15-18).

Al ser comparadas las medidas mesiodistales de las piezas dentarias de los modelos virtuales versus los modelos de yeso (estándar de oro) y probar la correspondencia de las medidas, se contribuirá de manera confiable con los conocimientos científicos en el área de la ortodoncia y otras especialidades odontológicas. Para que su uso sea más confiable y rutinario de los modelos 3D en el área de ortodoncia, es necesario saber si las medidas obtenidas en el ordenador son compatibles a las medidas realizadas manualmente en los modelos de yeso. Además, se debe saber si los programas disponibles que generan imágenes 3D son fiables para realizar el análisis de Bolton, así como el uso de diferentes softwares presenten el mismo nivel de precisión. En diversos países del mundo, la digitalización en ortodoncia no es ajena y con la llegada de los modelos digitales 3D se ha cambiado la forma tradicional de diagnosticar en las mediciones manuales de los modelos de estudio, lo que a su vez permite eliminar todas las desventajas que estas representan. Es por ello que se considera de gran impacto e importancia profundizar el estudio del uso y aplicación de los análisis en los modelos de estudio digitalizados, lo que permitirá en un futuro no muy lejano la determinación de un gran número de análisis de una forma rápida, sencilla y exacta. En este sentido, el propósito de esta revisión de literatura fue determinar el grado de fiabilidad del análisis de Bolton en modelos virtuales tridimensionales versus modelos de yeso (gold standard) a través de una revisión de la literatura científica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Protocolo y registro

Esta investigación fue registrada en el comité de ética e investigación de la Universidad Científica del Sur con el número de registro 6761-1. La presente revisión de la literatura utilizó el protocolo PRISMA, para lo cual se planteó la siguiente pregunta PECOS de investigación:

(P): Ancho mesiodistal de las piezas dentarias para análisis de Bolton en individuos completamente dentados hasta segundos molares.

(E): Modelos virtuales tridimensionales mediante el uso de la tecnología 3D

(C): Modelos de yeso convencionales

(O): Fiabilidad de la evaluación del análisis de Bolton en modelos virtuales tridimensionales

(S): Estudios longitudinales, observacionales, y estudios de cohortes.

Estrategia de búsqueda

Dos investigadores capacitados y calibrados realizaron una búsqueda bibliográfica en las principales bases de datos de la literatura científica internacional sobre ciencias de la salud: Medline, a través de PubMed, SciELO, Lilacs y Embase, utilizando las palabras claves: modelos virtuales, modelos de yeso, Bolton, fiabilidad. Se incluyeron artículos de revisión publicados entre el año 2000 hasta octubre del 2021, y se procedió a su lectura, según los criterios de inclusión y exclusión.

Términos de búsqueda

La estrategia de búsqueda utilizada fue la siguiente:

((((((((((RELIABILITY* ANALYSIS* DENTAL) OR (VIRTUAL MODELS*)) OR (PLASTER MODELS*)) AND (DENTAL BOLTON ANALYSIS*)) AND (RELIABILITY VIRTUAL MODELS*)) OR (RELIABILITY ANALYSIS DENTAL*)) AND (INTRAORAL DENTAL SCANNER*)) AND (EXTRAORAL DENTAL SCANNER*)) AND (3D DENTAL SCANNER*)) OR (3D DENTAL SCANNER RELIABILITY*)) OR (((VIRTUAL* MODELS*) AND (PLASTER* MODELS*)) AND (DENTAL* BOLTON* ANALYSIS*)) AND (RELIABILITY*))

Criterios de inclusión y exclusión

Las publicaciones incluidas fueron aquellas en idioma inglés y español que, en su contenido, abarcaran modelos virtuales tridimensionales en odontología, fiabilidad de modelos virtuales tridimensionales dental, usos de distintos tipos de tecnología para generar modelos virtuales tridimensionales en odontología, fueron excluidas publicaciones que no se encontraban dentro del rango 2000 hasta octubre del 2021, no portaban el criterio de diagnóstico o no reportaban resultados con relación a modelos virtuales tridimensionales en el análisis de Bolton (tabla 1).

Proceso de selección

Se realizó la búsqueda en PubMed, SciELO, Lilacs y Embase, con términos Mesh y la antigüedad establecida en los criterios de inclusión. Se identificaron 144 artículos relacionados con modelos virtuales en odontología y su fiabilidad de su uso para realizar el análisis de Bolton. Se hizo lectura de los resúmenes de todos los artículos para luego excluir a los que no cumplían con los criterios de selección, finalmente se obtuvo un total de 21 artículos científicos para ser analizados.

Tabla 1. Número de estudios excluidos con razones después del texto completo

Razones de exclusión	(n)
Elegibilidad	7
No reporta criterio de diagnóstico	2
No reporta resultados 3D	1
No reporta resultados Bolton	6
Suma	16

RESULTADOS

Selección de estudios

Selección de estudios

Del total de los registros determinados, se recuperó un total de 85 publicaciones elegibles, de otros estudios se identificó un artículo y finalmente la eliminación de referencias duplicadas y la evaluación manual del título y resumen se obtuvieron 37 artículos. Después de la lectura completa, evaluación metodológica y discusión, dieciséis estudios se excluyeron, no portaban el criterio de diagnóstico o no reportaban resultados con relación a modelos virtuales tridimensionales en el análisis de Bolton, lo que resultó en un total de 21 artículos considerados para el presente estudio (figura 1).

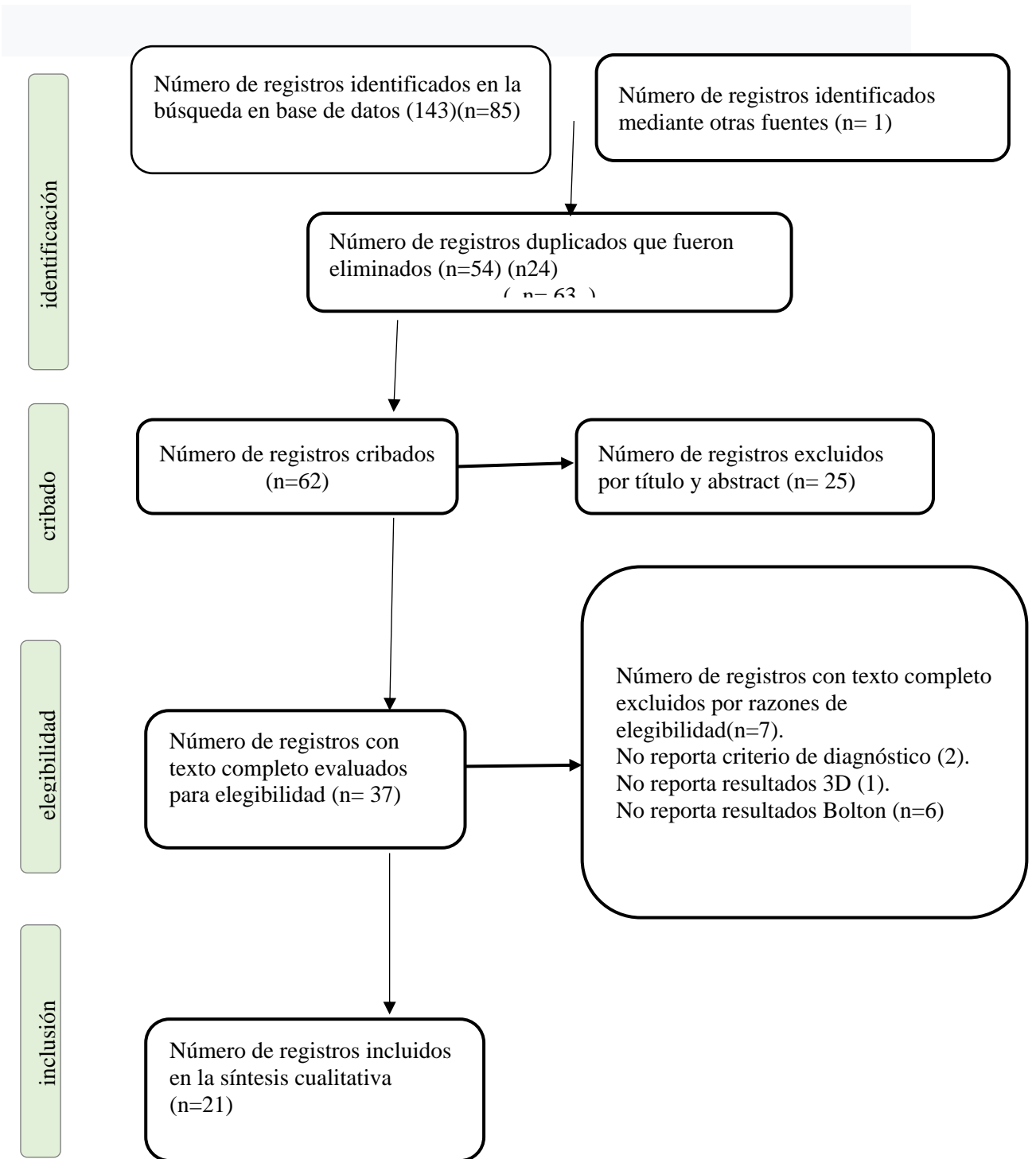


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de selección de los estudios

DEFINICIÓN DE ANÁLISIS DE BOLTON Y TÉCNICAS DISPONIBLES PARA GENERAR MODELOS VIRTUALES TRIDIMENSIONALES

Análisis de Bolton.

El análisis de Bolton utiliza el ancho mesiodistal del diente para calcular una suma de las relaciones entre el ancho del diente mandibular y el maxilar necesarias para una oclusión adecuada, compara la proporción que existe en la sumatoria de los anchos mesiodistales de doce dientes mandibulares, que es de la pieza 36 a la 46, versus la sumatoria de sus homólogos superiores, que es de 16 a 26, a lo cual se le conoce como Bolton 12 o Bolton total. Por otro lado, también compara la sumatoria de los seis dientes anteriores inferiores, que es de 33 a 43, versus la sumatoria de sus homólogos superiores, que es de 13 a 23, tomando el nombre de Bolton 6. La utilización de este índice detecta posibles desarmonías antes del comienzo del tratamiento, esto con respecto a discrepancia de masa dentaria. Dicho esto, el índice de Bolton anticipa las alteraciones de masa dentaria que se pueden observar al finalizar el tratamiento de ortodoncia ⁽¹⁹⁻²³⁾.

Discrepancia de Bolton 6 y Bolton 12.

El análisis de Bolton es empleado con propósitos de prever ciertas discrepancias de masa dentaria con fines de diagnóstico y plan de tratamiento. Bolton analizó en pacientes con una oclusión ideal y estableció dos radios usando la suma de los anchos mesiodistales de los dientes superiores e inferiores, esto permite detectar las discrepancias de dicha masa dentaria y el grado de diferencia del radio ideal. El índice de Bolton 12 en un paciente ideal debe mostrar un valor dentro de la norma que es de 91,3, con desviación estándar $\pm 1,91$; si la relación total excede de 93,21, la discrepancia es por exceso de masa dentaria inferior; si la relación es menor que 89,39, la discrepancia es por un exceso de masa dentaria superior. De igual forma, se realiza para los seis dientes anteriores, Bolton 6, el cual debe mostrar un valor dentro de la norma que es de 77,2 con una desviación estándar $\pm 1,65$; si la proporción anterior supera 78,85, indica un exceso de material dentario inferior; valores inferiores a 75,55, el exceso de masa dentaria es superior. Se recomienda el uso de tablas o fichas para su mejor aplicación.

Técnicas disponibles para generar modelos virtuales tridimensional.

Existen varias técnicas disponibles para obtener modelos digitales 3D, desde CBCT, el escaneo láser intraoral (ILS) o el escaneo extraoral de los modelos de yeso. Desde la introducción de los modelos digitales, varios estudios han sido llevados a cabo con la finalidad de evaluar la fiabilidad de las medidas obtenidas en un modelo. Se debe recordar que las unidades de tomografía se clasifican según su volumen de la imagen o campo de visión, “field of view” (FOV), a mayor FOV se obtienen imágenes más extensas; sin embargo, estas son de menor resolución en relación a un sistema de FOV limitado, con las que se obtiene una imagen de mayor resolución, pero solo de una parte pequeña de la cara. Para la aplicación en ortodoncia se debe seleccionar un CBCT que brinde una mejor resolución ^(11, 20-25).

El escaneo láser intraoral (ILS) genera modelos dentales 3D de alta precisión e información de diagnóstico sin la necesidad de tomar impresiones, pero no brinda información esquelética adicional. Estos son dispositivos de fácil manipulación, ligeras y ergonómicas, en el mercado se encuentran de diferentes tamaños y modelos con puntas desmontables y autoclavables ^(11, 24-26).

Escáneres extraorales

Un escáner extraoral reproduce digitalmente un modelo ya tomado en el paciente el cual a su vez va a reproducir a detalle el medio intrabucal del paciente con todas las ventajas que esto conlleva ^(26,27). Hoy existen muchos escáneres extraorales disponibles, sin embargo, solo algunos son para uso de ortodoncia.

Serie 3Shape R

3Shape produce una infinidad de modelos y escáneres de impresión para las diferentes especialidades odontológicas. Su escáner de la serie R500TM utiliza una tecnología de escaneo láser y dos cámaras de 1.3 megapíxeles para crear modelos de estudio digitales indirectos a partir de modelos de estudio e impresiones. Sin embargo, la serie R700TM está diseñada para laboratorios más grandes a quien le toma menos tiempo de escaneo de modelos e impresiones. Por último, el escáner de la serie R900TM es capaz de escanear a color, con una reducción en el tiempo y además brinda una mayor precisión a través de la tecnología de la luz LED azul y cámaras de 45.0 megapíxeles⁽²⁷⁾.

Sistema de escaneo de escritorio Ortho Insight 3D

Este escáner de mesa utiliza brazos de escaneo para proporcionar tres ejes de movimiento, además tiene un volumen máximo de escaneo de 46462 pulgadas y tiene una precisión de 40 – 200 micras, dependiendo de la resolución seleccionada. Por otro lado, los escaneos se guardan en un formato de archivo abierto flexible que puede ser STL, OBJ o PLY. El paquete incluye el software Ortho Insight 3D y hay una opción para comprar módulos de software opcionales adicionales para la unión indirecta y la cefalometría de Ortho Insight ^(28,29).

Sistemas de escaneo y diseño de Dental Wings

Dental Wings pone a disposición una gama de escáneres para uso en clínicas o laboratorios, sus escáneres 7Series e iSeries escanean modelos de yeso e impresiones dentales, mientras que 3Series se limita a escanear solo modelos de yeso. Los fabricantes introducen un módulo como un “complemento” para su software DWOSTM el cual permite diseñar modelos de estudio de ortodoncia para el archivo o fabricación de modelos digitales⁽³⁰⁾.

CBCT

La tomografía ayuda a tener un buen diagnóstico y por consiguiente armar el plan de tratamiento de la mejor manera. Sin embargo, no todas las CBCTs van a ofrecer la misma resolución, en el mercado existen diferentes tomógrafos. El voxel, mínima unidad de un volumen de tomografía, está relacionado con la resolución de las imágenes, a menor voxel mejor resolución de las imágenes. Las CBCTs también ofrecen diferentes parámetros de campo de imagen o “field of view” FOV, algunas tomografías ofrecen de campo completo, otras permiten realizar tomografías de los tres campos, otros se limitan de un campo mediano y mientras más pequeño sea el campo de imagen va a dar una mayor resolución y esta característica no es propia de todos los tomógrafos, y recordar que a mayor resolución menor cantidad de voxel. Es decir, tomógrafo de campo pequeño ofrecen voxel pequeño, relación directa. Se toman dos puntos de referencia que coinciden con el ancho mesiodistal de los dientes el cual se mide por medio de un calibrador digital y para minimizar los errores se sugiere que un solo operador realice el proceso de análisis, resultando en 48 puntos de referencia por cada escaneado mediante CBCT de cada paciente, para cada punto de referencia se graban coordenadas x, y; z, los valores de las medidas del ancho mesiodistal de los dientes se obtienen calculando las distancias entre las coordenadas de los dos puntos de referencia correspondientes ^(31,32).

Escáneres intraorales

Sirve esencialmente para obtener una imagen dental exacta de la cavidad bucal del paciente y transmitirlos al ordenador inmediatamente obteniendo así toda la información y ayuda necesaria para diagnóstico rápido que beneficia en tiempo, costo tanto al paciente como al profesional. Este escáner está compuesto por tres partes principales: el software, la computadora y la cámara con la que se llevará a cabo el procedimiento. Este funciona a través de un haz de luz que choca con los tejidos en la cavidad bucal y en su retorno captura la forma del objeto y lo transmite en el ordenador brindando así la imagen real del estado completo de la boca del paciente^(10,33). Existen muchos escáneres intraorales disponibles, sin embargo, solo algunos son para ortodoncia.

Escáner intraoral iTeroH comercializado por Align Technology Inc.

El escáner iTeroH utiliza una tecnología de imagen confocal con ayuda de rayos láser de luz roja. Los formatos de datos abiertos STL son compatibles con otros sistemas de software de restauración u ortodoncia, iTeroH utiliza una base de datos en la nube para el almacenamiento de los datos, este escáner ha sido diseñado para usarse con un software OrthoCadH e InvisalignH ClincheckH. Esto permite al ortodoncista verificar y ajustar el plan de tratamiento prescrito para una maloclusión al usar la tecnología InvisalignH. Además, el programa de software InvisalignH Result Simulator ha sido diseñado para simular los resultados del tratamiento con los alineadores InvisalignH⁽³⁰⁾.

Escáner intraoral TRIOSH comercializado por 3Shape

Este escáner utiliza la tecnología Ultrafast Optical Sectioning. Los datos de superficie se crean uniendo muchas porciones de datos recibidos del escáner. Están disponibles en dos formatos: TRIOS Cart el cual es una unidad móvil independiente con software integrado de pantalla táctil; por otro lado está el TRIOS Pod disponible para la conexión a un iPad, computadora portátil o monitor integrado en la unidad dental. El formato de archivo STL abierto es compatible con cualquier programa que admita dicho formato además de tener conectividad inalámbrica y Bluetooth integrada. El escáner TRIOS se puede usar con el programa de software OrthoAnalyzerTM. Sin embargo, este software está diseñado para facilitar el diagnóstico y la planificación del tratamiento con herramientas que ayudan a medir el overjet, sobremordida, apiñamiento, longitud del arco y la forma⁽³⁰⁾.

Escáner True Definition comercializado por 3M ESPE

Este es un escáner intraoral muy ligero que emplea tecnología de video 3D con luz LED azul. Este escáner intraoral está conectado a un monitor de pantalla táctil en una unidad móvil que se puede transferir entre los sillones dentales. Este sistema requiere de un medio de contraste, una ligera capa de polvo de plata, el mismo que también está conectado a la unidad para facilitar su uso. Los datos se recopilan en un formato STL abierto, el almacenamiento se logra a través de la nube en el 3MTM Connection Center. Los archivos de datos están diseñados para usarse con UnitekTM Software de modelo digital para herramientas de planificación del tratamiento, como el cálculo de la relación de análisis de Bolton y el análisis de espacio. Las unidades tienen Wi-Fi habilitado^(30,34).

CS 3600 Scanner Intraoral Color

Esta tecnología utiliza una técnica de láser azul, captura la imagen digital en tiempo real, tiene la capacidad de pausar y recuperar datos en un momento posterior. El formato STL es abierto, los software disponibles pueden ser de una versión básica con el que se puede ver y realizar mediciones para la planificación del tratamiento y la versión avanzada permite configuraciones virtuales, segmentación dental, simulación de resultados de

tratamientos y se puede usar en conjunto con unidades de rayos X 3D, su conectividad es compatible con cualquier computadora, solo que requiere la versión de 64 bits de Windows 7 Profesional^(27,34).

Digitalización de modelos

Se pueden digitalizar con escáneres de escritorio (escáner extraoral), escáneres intraorales y, recientemente, también con CBCT, se obtienen modelos digitales en el ordenador. Existen dos métodos, el primero es la digitalización de los modelos de yeso u otro material de impresión y el segundo la digitalización directamente en la cavidad bucal del paciente. Desde el año 2001 han sido comercializados varios sistemas para evaluación digital, los modelos digitales directo requieren el uso de un escáner intraoral y el método indirecto requiere de un láser escáner o imágenes tomográficas computarizadas de impresiones o modelos de yeso, que luego son convertidos en imágenes digitales las mismas que son guardados por los servidores de los fabricantes, de esta manera los modelos estarán disponibles para ser descargados mediante la cuenta del titular, el fabricante provee en software para la realización de las medidas. Estos para ser lanzados al mercado fueron sometidos a pruebas de calidad donde se tomaron medidas en relación con el análisis de Bolton que no presentaron diferencias significantes en relación al gold standard y fueron clínicamente aceptable^(25,35-37).

En la década pasada se ha visto la aparición de modelos digitales con una calidad aceptable, permitiendo que las historias clínicas ortodónticas sean digitalizadas. Sin embargo, para los ortodoncistas lo más importante de un modelo digital es la exactitud y fiabilidad, sobre todo la comodidad de obtener datos reales en 3D y realizar sus diagnósticos basados en RX, fotografías y proyecciones que los modelos digitales ofrecen. Se debe tener en cuenta que durante el proceso de escaneado ciertos artefactos pueden afectar la calidad de la imagen, además por el movimiento del paciente y por una pobre reconstrucción de superficies oclusales, por lo tanto todos estos problemas pueden afectar los valores de las medidas dentales, otra desventaja es que los archivos de modelos digitales obtenidos mediante CBCT no vienen en el mismo formato o aspecto que los autores no especifican^(29, 38-44).

Por ejemplo, para la digitalización 3D y transformación al formato STL con el programa Nemocast, primero se hace la orientación en los tres ejes X, Y, Z para luego realizar la colocación de los planos oclusales y rafe medio, para continuar con la colocación de los puntos mesiodistales en las piezas incluidas dentro del análisis y el programa realiza el zocalado según la norma ABO. Ya con el modelo digitalizado, el programa proporciona los datos requeridos para el diagnóstico, que puede ser el índice de Bolton, discrepancia de arco, entre otros.

Software para análisis de modelos digitales para el análisis de Bolton

En la actualidad el análisis de modelos digitales está ganando aceptación en ortodoncia, pero su fiabilidad depende de hardware y softwares usados en la digitalización. El software para el análisis del modelo digital es más importante el mismo que debe ofrecer resultados que sean confiables y válidos como los del análisis de modelos de yeso. Sin embargo, existen software interno y externo, los internos son aquellos que vienen junto con el producto al ser adquirido, mientras que los externos lo adquirimos aparte, en casos de avería del software interno; existen una gama de software en el mercado. Sin embargo, diversos autores consideran que el modelo digital de OrthoCAD tiene la mejor legibilidad, un gran contraste entre colores y espacio entre elementos, pero es el OrthoAnalyzer que presenta un sistema con mejores condiciones para medir overjet y el overbite⁽⁴⁵⁻⁴⁹⁾.

DISCUSIÓN

Sumario de la evidencia

Debido al alto interés del uso de los dispositivos que generan imágenes 3D como alternativa para minimizar el riesgo de almacenamiento, fracturas y pérdidas de los modelos de yeso durante el análisis de Bolton, se han realizado muchos estudios para determinar la fiabilidad de los escáneres 3D, tanto los extraorales como los intraorales. La introducción de los flujos de trabajo digitales en ortodoncia significa una mayor eficiencia y facilitan el almacenamiento de datos, la reproductibilidad y la documentación del tratamiento, e incluso puede conducir a conceptos de tratamiento avanzados. La mayoría de los estudios incluidos tienen una baja a moderada calidad metodológica y bajo nivel de certeza para los resultados evaluados. La revisión técnica sugiere consistentemente que los escáneres generadores de modelos virtuales para el análisis de Bolton son efectivos, lo que permite un gran número de análisis de una forma rápida, sencilla y exacta. En resumen, los modelos digitales permiten intercambiar diagnósticos y planes de tratamiento con otros especialistas, acortando el tiempo y la distancia, los modelos de estudio digital hoy en día son una alternativa muy atractiva en comparación a los modelos de yeso ^(4, 15-18).

Existen muchos estudios que llegan a conclusiones basados en sus propios diseños metodológicos, Aragón et al. ⁽¹⁷⁾, cuyo estudio fue comparar la validez y confiabilidad de los escáneres intraorales versus modelos de yeso convencionales. Los escáneres evaluados fueron D250, Lava COS, Ortho Proof, iTero, iOC intraoral y Lava. Estos estudios evaluaron la confiabilidad de los anchos mesiodistales de los dientes para el análisis de Bolton. Las mediciones a partir de los modelos digitales intraorales parecieron ser fiables y precisas en comparación con las impresiones convencionales. Por otro lado, Emara et al. ⁽⁵⁰⁾, en un estudio donde hacen una evaluación comparativa de la digitalización del modelo de yeso dental haciendo uso de diferentes tecnologías de escaneo que el escáner extraoral se mostró como una mejor opción, sin embargo, el CBCT demostró ser una alternativa muy precisa. Mientras que el escáner intraoral mostró resultados más bajos en términos de precisión, este sigue siendo una opción válida dado que presenta resultados que se encuentran dentro del rango “clínicamente aceptable”.

Camardella et al. ⁽²³⁾, compararon la precisión y confiabilidad de las mediciones realizadas utilizando los programas diferentes de software Ortho Analyzer (3Shape) y Digimodel (OrthoProof), se escanearon modelos de yeso con un escáner láser 3Shape y un escáner Flash CT. No encontrándose diferencias estadísticamente significativas entre las medidas del modelo de yeso versus modelo digital. El software utilizado no influyó en la precisión de las mediciones. Por lo tanto, tanto los métodos de fabricación como el software podrían usarse indistintamente.

San José et al. ⁽²⁾, realizaron comparaciones de la fiabilidad y precisión de las mediciones dentales derivados de dos modelos 3D por escáner intraoral iTero (Algin Technology, Amsterdam, Países Bajos) y CBCT segmentado, obtenidos utilizando el Planmeca Promax 3D (Planmeca, Helsinki, Finlandia), comparándolos con un modelo 2D, escaneado con un escáner 2D convencional. El error intra observador e inter observador para el modelo del escáner intraoral fue inferior a 0,44 mm y para el CBCT segmentado, el error fue inferior a 0,97 mm, encontrándose ambos dentro de los límites de aceptación clínica.

Kim et al. ⁽⁴⁾, hicieron comparaciones del análisis de Bolton, a partir de modelos digitales escaneados con escáner láser tridimensional (3D) Ortho Insight versus de tomografía computarizada de haz cónico y modelo de yeso. Las relaciones Bolton 6 y Bolton 12 obtenidas por las tres modalidades diferentes mostraron una excelente concordancia (>0,970). Así mismo, los resultados del coeficiente de correlación intraclase CCI fueron

óptimos ($>0,858$ para las tres modalidades).

Finalmente, Rossini et al. ⁽²⁶⁾, en una revisión sistemática donde el objetivo fue evaluar la exactitud, validez y confiabilidad de las medidas obtenidas a partir de los modelos de yeso encontró que los modelos digitales son tan fiables como los modelos de yeso, mostrando alta precisión reproductibilidad y fiabilidad.

Limitaciones y futuras direcciones

La extracción de los datos y el análisis cualitativo, generalmente realizado en descripciones cualitativas sistemáticas, presentan marcados inconvenientes en comparación con el uso de metaanálisis, por lo que la posibilidad de extrapolar resultados es limitada.

El presente trabajo pretende ayudar a los odontólogos en la comprensión e incorporación de los modelos digitales 3D en su práctica clínica. Esto disminuirá considerablemente el hacinamiento de los modelos de estudio de yeso y permitirá su almacenamiento sin ocupar espacio físico alguno.

De acuerdo a varios estudios, los descritos son sustento para tener en cuenta como una opción válida y fiable de los modelos virtuales tridimensionales, ya que es una herramienta fiable y que contribuye con un buen diagnóstico y planificación de los tratamientos. Además, los resultados de la presente revisión de literatura contribuirán a futuras investigaciones.

CONCLUSIONES

Los modelos digitales 3D generados con escáneres intraorales y extraorales parecen ser confiables y precisos en comparación con las impresiones convencionales y ahorran tiempo de trabajo. Aunque en la mayoría de los artículos se hallaron diferencias estadísticamente significativas, clínicamente las consideraron no relevantes, salvo para el diagnóstico dental utilizando diferentes tecnologías de escaneo, en donde el escáner de sobremesa parece ser la mejor opción de digitalización de modelos dentales por su precisión, aun así, la CBCT y el escáner laser intraoral siguen siendo una opción válida para la digitalización de modelos 3D con resultados que se encuentran dentro del rango “clínicamente aceptable”.

Contribución de autoría: Los autores han participado en la elaboración del artículo, la recolección de la información y la aprobación de la versión final del artículo.

Fuente de financiamiento: autofinanciado.

Potenciales conflictos de intereses: El autor declara no tener ningún conflicto de intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Camardella LT, Vilella OV, van Hezel MM, Breuning KH. Accuracy of stereolithographically printed digital models compared to plaster models. *J Orofacc Orthop*. 2017 Sep;78(5):394-402. English. doi: 10.1007/s00056-017-0093-1.
2. San José V, Bellot-Arcís C, Tarazona B, Zamora N, O Lagravère M, Paredes-Gallardo V. Dental measurements and Bolton index reliability and accuracy obtained from 2D digital, 3D segmented CBCT, and 3d intraoral laser scanner. *J Clin Exp Dent*. 2017 Dec 1;9(12):e1466-e1473. doi: 10.4317/jced.54428..
3. Brandão MM, Sobral MC, Vogel CJ. Reliability of Bolton analysis evaluation in tridimensional virtual models. *Dental Press J Orthod*. 2015 Oct;20(5):72-7. doi: 10.1590/2177-6709.20.5.072-077.oar.
4. Kim J, Lagravère MO. Accuracy of Bolton analysis measured in laser scanned digital models compared with plaster models (gold standard) and cone-beam computer tomography images. *Korean J Orthod*. 2016 Jan;46(1):13-9. doi: 10.4041/kjod.2016.46.1.13.
5. Gül Amuk N, Karsli E, Kurt G. Comparison of dental measurements between conventional plaster models, digital models obtained by impression scanning and plaster model scanning. *Int Orthod*. 2019 Mar;17(1):151-158. doi: 10.1016/j.ortho.2019.01.014.
6. Paredes V, Gandia JL, Cibrian R. Determination of Bolton tooth-size ratios by digitization, and comparison with the traditional method. *Eur J Orthod*. 2006 Apr;28(2):120-5. doi: 10.1093/ejo/cji077.
7. Renne W, Ludlow M, Fryml J, Schurch Z, Mennito A, Kessler R, Lauer A. Evaluation of the accuracy of 7 digital scanners: An in vitro analysis based on 3-dimensional comparisons. *J Prosthet Dent*. 2017 Jul;118(1):36-42. doi: 10.1016/j.prosdent.2016.09.024.
8. Verma RK, Singh SP, Verma S, Kumar V, Bhupali NR, Arora S. Comparison of reliability, validity, and accuracy of linear measurements made on pre- and posttreatment digital study models with conventional plaster study models. *J Orthod Sci*. 2019 Oct 4;8:18. doi: 10.4103/jos.JOS_14_19.
9. Park JY, Kim D, Han SS, Yu HS, Cha JY. Three-dimensional comparison of 2 digital models obtained from cone-beam computed tomographic scans of polyvinyl siloxane impressions and plaster models. *Imaging Sci Dent*. 2019 Dec;49(4):257-263. doi: 10.5624/isd.2019.49.4.257.
10. Kihara H, Hatakeyama W, Komine F, Takafuji K, Takahashi T, Yokota J, Oriso K, Kondo H. Accuracy and practicality of intraoral scanner in dentistry: A literature review. *J Prosthodont Res*. 2020 Apr;64(2):109-113. doi: 10.1016/j.jpjor.2019.07.010.
11. Poleti ML, Fernandes TM, Pagin O, Moretti MR, Rubira-Bullen IR. Analysis of linear measurements on 3D surface models using CBCT data segmentation obtained by automatic standard pre-set thresholds in two segmentation software programs: an in vitro study. *Clin Oral Investig*. 2016 Jan;20(1):179-85. doi: 10.1007/s00784-015-1485-5.
12. Hernandez Y, Tarazona B, Zamora N, Cibrian R, Gandia JL, Paredes V. Comparative study of reproducibility and accuracy in measuring mesiodistal tooth

- sizes using three different methods: 2D digital, 3D CBCT, and 3D CBCT segmented. *Oral Radiol.* 2015;3:165–171. DOI:10.1007/s11282-015-0204-x [[Google Scholar](#)]
13. Wiranto MG, Engelbrecht WP, Tutein Nolthenius HE, van der Meer WJ, Ren Y. Validity, reliability, and reproducibility of linear measurements on digital models obtained from intraoral and cone-beam computed tomography scans of alginate impressions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013 Jan;143(1):140-7. doi: 10.1016/j.ajodo.2012.06.018.
 14. Suryajaya W, Purbiati M, Ismah N. Accuracy of digital dental models and three-dimensional printed dental models in linear measurements and Bolton analysis. *F1000Res.* 2021 Mar 4;10:180. doi: 10.12688/f1000research.31865.2
 15. Flügge TV, Schlager S, Nelson K, Nahles S, Metzger MC. Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2013 Sep;144(3):471-8. doi: 10.1016/j.ajodo.2013.04.017.
 16. Kim J, Lagravère MO. Accuracy of Bolton analysis measured in laser scanned digital models compared with plaster models (gold standard) and cone-beam computer tomography images. *Korean J Orthod.* 2016 Jan;46(1):13-9. doi: 10.4041/kjod.2016.46.1.13. Epub 2016 Jan 25.
 17. Aragón ML, Pontes LF, Bichara LM, Flores-Mir C, Normando D. Validity and reliability of intraoral scanners compared to conventional gypsum models measurements: a systematic review. *Eur J Orthod.* 2016 Aug;38(4):429-34. doi: 10.1093/ejo/cjw033.
 18. Kim J, Lagravère MO. Accuracy of Bolton analysis measured in laser scanned digital models compared with plaster models (gold standard) and cone-beam computer tomography images. *Korean J Orthod.* 2016 Jan;46(1):13-9. doi: 10.4041/kjod.2016.46.1.13.
 19. Tarazona B, Llamas JM, Cibrián R, Gandía JL, Paredes V. Evaluation of the validity of the Bolton Index using cone-beam computed tomography (CBCT). *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2012 Sep 1;17(5):e878-83. doi: 10.4317/medoral.18069.
 20. Czarnota J, Hey J, Fuhrmann R. Measurements using orthodontic analysis software on digital models obtained by 3D scans of plaster casts : Intrarater reliability and validity. *J Orofac Orthop.* 2016 Jan;77(1):22-30. doi: 10.1007/s00056-015-0004-2.
 21. Beygelman YA, Khosravi R, Masoud M, Turpin D, Bollen AM. The influence of labiolingual and mesiodistal anterior tooth dimensions on interarch relationships: A modified anterior Bolton analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2019 Dec;156(6):727-734. doi: 10.1016/j.ajodo.2018.11.020.
 22. Nalcaci R, Topcuoglu T, Ozturk F. Comparison of Bolton analysis and tooth size measurements obtained using conventional and three-dimensional orthodontic models. *Eur J Dent.* 2013 Sep;7(Suppl 1):S066-S070. doi: 10.4103/1305-7456.119077.
 23. Camardella LT, Ongkosuwito EM, Penning EW, Kuijpers-Jagtman AM, Vilella OV, Breuning KH. Accuracy and reliability of measurements performed using two different software programs on digital models generated using laser and computed tomography plaster model scanners. *Korean J Orthod.* 2020 Jan;50(1):13-25. doi: 10.4041/kjod.2020.50.1.13.
 24. Becker K, Schmücker U, Schwarz F, Drescher D. Accuracy and eligibility of CBCT to digitize dental plaster casts. *Clin Oral Investig.* 2018 May;22(4):1817-1823. doi: 10.1007/s00784-017-2277-x.

25. Wesemann C, Muallah J, Mah J, Bumann A. Accuracy and efficiency of full-arch digitalization and 3D printing: A comparison between desktop model scanners, an intraoral scanner, a CBCT model scan, and stereolithographic 3D printing. *Quintessence Int.* 2017;48(1):41-50. doi: 10.3290/j.qi.a37130.
26. Rossini G, Parrini S, Castroflorio T, Deregibus A, Debernardi CL. Diagnostic accuracy and measurement sensitivity of digital models for orthodontic purposes: A systematic review. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016 Feb;149(2):161-70. doi: 10.1016/j.ajodo.2015.06.029.
27. Poleti ML, Fernandes TM, Pagin O, Moretti MR, Rubira-Bullen IR. Analysis of linear measurements on 3D surface models using CBCT data segmentation obtained by automatic standard pre-set thresholds in two segmentation software programs: an in vitro study. *Clin Oral Investig.* 2016 Jan;20(1):179-85. doi: 10.1007/s00784-015-1485-5.
28. Robben J, Muallah J, Wesemann C, Nowak R, Mah J, Pospiech P, Bumann A. Suitability and accuracy of CBCT model scan: an in vitro study. *Int J Comput Dent.* 2017;20(4):363-375.
29. Kašparová M, Procházka A, Grajciarová L, Yadollahi M, Vyšata O, Dostálová T. Evaluation of dental morphometrics during the orthodontic treatment. *Biomed Eng Online.* 2014 Jun 3;13:68. doi: 10.1186/1475-925X-13-68.
30. Westerlund A, Tancredi W, Ransjö M, Bresin A, Psonis S, Torgersson O. Digital casts in orthodontics: a comparison of 4 software systems. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2015 Apr;147(4):509-16. doi: 10.1016/j.ajodo.2014.11.020.
31. Radeke J, von der Wense C, Lapatki BG. Comparison of orthodontic measurements on dental plaster casts and 3D scans. *J Orofac Orthop.* 2014 Jul;75(4):264-74. doi: 10.1007/s00056-014-0217-9.
32. Zilberman O, Huggare JA, Parikakis KA. Evaluation of the validity of tooth size and arch width measurements using conventional and three-dimensional virtual orthodontic models. *Angle Orthod.* 2003 Jun;73(3):301-6. doi: 10.1043/0003-3219(2003)073<0301:EOTVOT>2.0.CO;2.
33. Liang YM, Rutchakitprakarn L, Kuang SH, Wu TY. Comparing the reliability and accuracy of clinical measurements using plaster model and the digital model system based on crowding severity. *J Chin Med Assoc.* 2018 Sep;81(9):842-847. doi: 10.1016/j.jcma.2017.11.011.
34. Ferreira JB, Christovam IO, Alencar DS, da Motta AFJ, Mattos CT, Cury-Saramago A. Accuracy and reproducibility of dental measurements on tomographic digital models: a systematic review and meta-analysis. *Dentomaxillofac Radiol.* 2017 Oct;46(7):20160455. doi: 10.1259/dmfr.20160455.
35. Grünheid T, Patel N, De Felipe NL, Wey A, Gaillard PR, Larson BE. Accuracy, reproducibility, and time efficiency of dental measurements using different technologies. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2014 Feb;145(2):157-64. doi: 10.1016/j.ajodo.2013.10.012.
36. White AJ, Fallis DW, Vandewalle KS. Analysis of intra-arch and interarch measurements from digital models with 2 impression materials and a modeling process based on cone-beam computed tomography. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2010 Apr;137(4): 456.e1-9; discussion 456-7. doi: 10.1016/j.ajodo.2009.09.019.
37. Yılmaz RBN, Çakan DG, Altay M, Canter HI. Reliability of Measurements on Plaster and Digital Models of Patients with a Cleft Lip and Palate. *Turk J Orthod.* 2019 Jun;32(2):65-71. doi: 10.5152/TurkJOrthod.2019.18035.

38. Felter M, Lenza MMO, Lenza MG, Shibazaki WMM, Silva RF. Comparative study of the usability of two software programs for visualization and analysis of digital orthodontic models. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2018 Summer;12(3):213-220. doi: 10.15171/joddd.2018.033.
39. Cui N, Wang J, Hou X, Sun S, Huang Q, Lim HK, Cai H, Jia Q, Lee ES, Jiang HB. Bias Evaluation of the Accuracy of Two Extraoral Scanners and an Intraoral Scanner Based on ADA Standards. *Scanning*. 2021 jun 10; 2021:5535403. doi: 10.1155/2021/5535403.
40. Bailey E, Nelson G, Miller AJ, Andrews L, Johnson E. Predicting tooth-size discrepancy: A new formula utilizing revised landmarks and 3-dimensional laser scanning technology. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013 Apr;143(4):574-85. doi: 10.1016/j.ajodo.2012.09.022.
41. Sanches JO, dos Santos-Pinto LA, dos Santos-Pinto A, Grehs B, Jeremias F. Comparison of space analysis performed on plaster vs. digital dental casts applying Tanaka and Johnston's equation. *Dental Press J Orthod*. 2013 Jan-Feb;18(1):128-33. doi: 10.1590/s2176-94512013000100024.
42. Kim J, Lagravère MO. Accuracy of Bolton analysis measured in laser scanned digital models compared with plaster models (gold standard) and cone-beam computer tomography images. *Korean J Orthod*. 2016 Jan;46(1):13-9. doi: 10.4041/kjod.2016.46.1.13.
43. Tomassetti JJ, Taloumis LJ, Denny JM, Fischer JR Jr. A comparison of 3 computerized Bolton tooth-size analyses with a commonly used method. *Angle Orthod*. 2001 oct;71(5):351-7. doi: 10.1043/0003-3219(2001)071<0351:ACOCBT>2.0.CO;2.
44. Radeke J, von der Wense C, Lapatki BG. Comparison of orthodontic measurements on dental plaster casts and 3D scans. *J Orofac Orthop*. 2014 Jul;75(4):264-74. doi: 10.1007/s00056-014-0217-9.
45. Kihara H, Hatakeyama W, Komine F, Takafuji K, Takahashi T, Yokota J, Oriso K, Kondo H. Accuracy and practicality of intraoral scanner in dentistry: A literature review. *J Prosthodont Res*. 2020 Apr;64(2):109-113. doi: 10.1016/j.jpor.2019.07.010.
46. Koretsi V, Tingelhoff L, Proff P, Kirschneck C. Intra-observer reliability and agreement of manual and digital orthodontic model analysis. *Eur J Orthod*. 2018 Jan 23;40(1):52-57. doi: 10.1093/ejo/cjx040.
47. Reuschl RP, Heuer W, Stiesch M, Wenzel D, Dittmer MP. Reliability and validity of measurements on digital study models and plaster models. *Eur J Orthod*. 2016 feb;38(1):22-26. doi: 10.1093/ejo/cjv001.
48. Joffe L. OrthoCAD: digital models for a digital era. *J Orthod*. 2004 Dec;31(4):344-7. doi: 10.1179/146531204225026679.
49. Tavares A, Braga E, Araújo TM. Digital models: ¿How can dental arch form be verified chairside? *Dental Press J Orthod*. 2017 Nov-Dec;22(6):68-73. doi: 10.1590/2177-6709.22.6.068-073.oar.
50. Emara A, Sharma N, Halbeisen FS, Msallem B, Thieringer FM. Comparative Evaluation of Digitization of Diagnostic Dental Cast (Plaster) Models Using Different Scanning Technologies. *Dent J (Basel)*. 2020 Aug 2;8(3):79. doi: 10.3390/dj8030079.

Copia de carta de respuesta a las observaciones de los revisores

Revisor 1:

Observación 1: En objetivos debería indicar el medio de revisión que realizó.

Observación 2: en resultados ser más precisos.

Observación 3: en conclusiones corregir fallas ortográficas.

Observación 4: en introducción mejorar la redacción

Revisor 2:

Observación 1: Materiales y métodos debe ir después de introducción, tabla de número de estudios excluidos con razones después del texto completo, resultados, diagrama de flujo del proceso de selección de los estudios y continuar con definición de análisis de Bolton y técnicas disponibles para generar modelos virtuales tridimensionales. en ese orden.

Observación 2: En técnicas disponibles para generar modelos virtuales tridimensional. Dice: con las que se obtiene una imagen de mayor resolución, pero solo de una parte pequeña ¿especifique de qué?

Observación 3: Mejorar la redacción de discusión y conclusiones.

Respuesta a las observaciones de los revisores: Se levantaron todas las observaciones realizadas.


Lista de abreviaturas

- 3D: Tridimensional, tienen ancho, alto y profundidad
- CBCT: Tomografía Computarizada de Haz Cónico
- ILS: Escáner láser intraoral
- 2D: Imágenes y figuras que solo cuentan con dos dimensiones: altura (x) y longitud (y)
- FOV: Campo de visión “field of view”
- LED: Diodo emisor de luz
- STL: “Stereolithography” formato de archivo nativo de la plataforma de software CAD, diseño asistido por computadora, de estereolitografía
- OBJ: Almacenamiento de objetos geométricos, suele ser un producto final del proceso de modelado tridimensional generado por un CAD
- PLY: “Polygon File Format” Formato de archivo de polígono
- VOXEL: “Volumetric Pixel” unidad cúbica que compone un objeto tridimensional
- X: Coordenada que mide a lo largo del eje este-oeste, representa la posición horizontal o transversal
- Y: Coordenada que mide a lo largo del eje norte-sur, representa la posición vertical
- Z: Coordenada que mide la altura o elevación, representa la posición sagital
- RX: rayos X
- ABO: “American Board of Orthodontic” Junta Americana de Ortodoncia

IX. ANEXOS


ANEXO 1. Prueba de imprenta del artículo o carta de aceptación


ARTÍCULO DE REVISIÓN



GRADO DE FIABILIDAD DE LA EVALUACIÓN DEL ANÁLISIS DE BOLTON EN MODELOS VIRTUALES TRIDIMENSIONALES VERSUS MODELOS DE YESO. UNA REVISIÓN

DEGREE OF RELIABILITY OF THE ASSESSMENT OF THE BOLTON ANALYSIS IN THREE-DIMENSIONAL VIRTUAL MODELS VERSUS PLASTER MODELS. A REVIEW

Humberto Loma Salcedo¹ 
humbertoloma.s@hotmail.com

Nelly Eri Linda Huasco-Huarcaya¹ 
lozanoh77@hotmail.com


RESUMEN

Introducción: El análisis de Bolton se emplea para determinar anomalías con respecto a la masa dentaria, con fines de diagnóstico y planificación del tratamiento, la posibilidad de utilizar un método digital, que fue introducido y probado para medir el tamaño del diente mesiodistal, es una alternativa atractiva; además, la creciente aceptación de la tecnología dental digital, generó que los modelos de estudio digitales se vuelvan populares en entorno a la ortodoncia. **Objetivo:** evaluar el grado de fiabilidad de la evaluación del análisis de Bolton en modelos virtuales tridimensionales versus modelos de yeso por medio de una revisión de la literatura. **Materiales y métodos:** Se realizó una búsqueda en las principales bases de datos de la literatura científica internacional sobre ciencias de la salud: Medline, a través de PubMed, SciELO, Lilacs, Embase. Se incluyeron artículos de revisión publicados entre el año 2000 hasta octubre 2021. **Resultados:** El escáner de sobremesa fue la mejor opción para la digitalización de modelos dentales, pero esto no quita mérito alguno al CBCT y al escáner láser intraoral, que siguen siendo una opción asequible válida para la digitalización de modelos 3D con resultados que se encuentran dentro del rango "clínicamente aceptable". **Conclusiones:** Los modelos digitales 3D generados con escáneres intraorales y escáneres extraorales son confiables y precisos en comparación con las impresiones convencionales y ahorran tiempo. En la mayoría de los casos, se hallaron diferencias estadísticamente significativas, pero de poca relevancia clínica.

Palabras clave: modelos virtuales, modelos de yeso, Bolton, fiabilidad

Artículo recibido: 08/04/2023
Arbitrado por pares
Artículo aceptado: 31/05/2023
Artículo publicado: 30/06/2023

*** Autor correspondiente:**
Humberto Loma Salcedo
humbertoloma.s@hotmail.com



© Los autores, 2023. Publicado por la Universidad Científica del Sur (Lima, Perú)

Citar como: Loma-Salcedo H, Huasco N. Grado de fiabilidad de la evaluación del análisis de Bolton en modelos virtuales tridimensionales versus modelos de yeso. una revisión. *Rev Cient Odontol (Lima)*. 2023; 11(2): e155
DOI: 10.21142/2523-2754-1102-2023-155

ABSTRACT

Introduction: Bolton analysis is used to determine anomalies with respect to the dental mass, for diagnosis and treatment planning purposes, the possibility of using a digital method was introduced and tested to measure the size of the mesiodistal tooth. In this way, digital dental technology has made digital study models become popular in orthodontics. **Objective:** to evaluate the degree of reliability of the evaluation of the Bolton analysis in three-dimensional virtual models versus plaster models through a review of the literature. **Materials and methods:** A search was carried out in the primary databases of the international scientific literature on health sciences: Medline, through PubMed, SciELO, Lilacs, and Embase. Review articles published between the year 2000 and October 2021 were included. **Results:** The desktop scanner was the best option for digitizing dental models, but this does not detract from CBCT and intraoral laser scanners, which are still an option. Reasonable validity for digitizing 3D models with results within the "clinically acceptable" range was found. **Conclusions:** 3D digital models generated with intraoral and extraoral scanners are reliable and accurate compared to conventional impressions and save time, in most cases statistically significant differences were found, but of little clinical relevance.

Keywords: virtual models, plaster models, Bolton, reliability

¹ División de Ortodoncia, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú.

Rev Cient Odontol (Lima). 2023; 11(2): e155

ARTÍCULO DE REVISIÓN

From: Luis Ernesto Arriola Guillen <larriola@cientifica.edu.pe>
Sent: Monday, June 26, 2023 3:07:58 PM
To: kettysargut@hotmail.com <kettysargut@hotmail.com>
Subject: RV: Decisión final sobre artículo enviado

Estimados Drs. Humberto Loma Salcedo y Nelly Erlinda Huasco-Huarcaya
Cordiales Saludos

Nos complace informarle que su artículo titulado "**Grado de fiabilidad de la evaluación del análisis de Bolton en modelos virtuales tridimensionales versus modelos de yeso. una revisión**" ha sido aceptado para su publicación. Gracias por todas las mejoras realizadas. Su manuscrito aceptado ahora será transferido a nuestro departamento de producción.

Si necesitamos información adicional de usted durante el proceso de producción, lo contactaremos directamente.

Gracias por enviar su trabajo a la Revista Científica Odontológica. Esperamos que nos considere nuevamente para futuros envíos.

Atentamente,
Luis Ernesto Arriola Guillén
Editor jefe
Revista Científica Odontológica
Cordiales Saludos

ANEXO: 2



RESOLUCIÓN DIRECTORAL DE ACEPTACIÓN DEL PROYECTO DE TESIS Y NOMBRAMIENTO DEL ASESOR

RESOLUCIÓN DIRECTORAL DE LA CARRERA DE ESTOMATOLOGÍA N° 049- POSG-DACE-DAFCS-U. CIENTÍFICA-2022

Lima, 16 de setiembre del 2022

VISTO:

La solicitud de el/la tesista, asesor/a y la evaluación del Responsable de Investigación de la Carrera de Estomatología y de acuerdo a la RESOLUCIÓN DIRECTORAL No. 012-DGIDI-CIENTIFICA-2021 sobre Normas de precisiones de exoneración del Comité de Ética. Se aprueba el registro N° 190-2022-POS95 del proyecto de Tesis Titulado: **“GRADO DE FIABILIDAD DE LA EVALUACIÓN DEL ANALISIS DE BOLTON EN MODELOS VIRTUALES TRIDIMENSIONALES VERSUS MODELOS DE YESO”** presentado por **LOMA SALCEDO, HUMBERTO**.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo al Reglamento General de la Universidad Científica del Sur y los reglamentos de posgrado para obtener el Título de Segunda Especialidad en **ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR** en la Carrera de Estomatología de la Universidad Científica del Sur, se debe desarrollar un trabajo de investigación.

Que, de acuerdo con la normativa vigente de la Universidad Científica del Sur, en uso de las atribuciones conferidas al Director Académico de Carrera.

SE RESUELVE:

ART. 1°: APROBAR E INSCRIBIR el Proyecto de Tesis titulado: **“GRADO DE FIABILIDAD DE LA EVALUACIÓN DEL ANALISIS DE BOLTON EN MODELOS VIRTUALES TRIDIMENSIONALES VERSUS MODELOS DE YESO”** de la **CD. LOMA SALCEDO, HUMBERTO** con registro: N° 190-2022-POS95 y establecer la vigencia de aprobación de este documento de dieciocho (18) meses (hasta el 16 de marzo del 2024), periodo en el que puede desarrollarse el proyecto de investigación.

ART. 2°: NOMBRAR Asesor/a del trabajo de tesis señalado, a la Esp. **CD. HUASCO HUARCAYA, NELLY ERLINDA**.

Regístrese, comuníquese y archívese.




Dr. Claudio Peña Soto
Director Académico de la Carrera de Estomatología

T// 050-60-6738
informes@certifica.edu.pe
certifica.edu.pe

ANEXO 3: Diagrama de flujo del proceso de selección de los estudios

