

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CUENCA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR

CARRERA DE ODONTOLOGÍA

**FIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE IMPRESIÓN DIGITAL EN
ORTODONCIA: REVISION BIBLIOGRAFICA.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL
TÍTULO DE ODONTÓLOGA**

AUTOR: GABRIELA CAROLINA IDROVO CASTILLO.

DIRECTOR: OD. ESP. IRMA PRISCILLA MEDINA SOTOMAYOR,
PhD

AZOGUES – ECUADOR

2021

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

Comunidad Educativa al Servicio del Pueblo

UNIDAD ACADÉMICA DE SALUD Y BIENESTAR

CARRERA DE ODONTOLOGÍA

FIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE IMPRESIÓN DIGITAL EN

ORTODONCIA: REVISION BIBLIOGRAFICA

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL

TÍTULO DE ODONTÓLOGA

AUTOR: GABRIELA CAROLINA IDROVO CASTILLO.

DIRECTOR: OD. ESP. IRMA PRISCILLA MEDINA SOTOMAYOR,

PhD

AZOGUES – ECUADOR

2021

DIOS, PATRIA, CULTURA Y DESARROLLO



Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

Gabriela Carolina Idrovo Castillo portadora de la cédula de ciudadanía N° **0302713953**. Declaro ser el autor de la obra: “**Fiabilidad de los sistemas de impresión digital en Ortodoncia: Revisión bibliográfica**” sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Azogues, **29 de noviembre de 2021**

Gabriela Carolina Idrovo Castillo

C.I. 0302713953

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Od. Esp. PhD. Irma Priscilla Medina Sotomayor
DOCENTE DE LA CARRERA DE ODONTOLOGÍA AZOGUES
De mi consideración:

El presente trabajo de titulación denominado **“FIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE IMPRESIÓN DIGITAL EN ORTODONCIA: REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA”**, realizado por **GABRIELA CAROLINA IDROVO CASTILLO**, ha sido revisado y orientado durante su ejecución, por lo que certifico que el presente documento, fue desarrollado siguiendo los parámetros del método científico, se sujeta a las normas éticas de investigación, por lo que está expedito para su sustentación.

Azogues, noviembre 2021



.....
Tutor/a: Irma Priscilla Medina Sotomayor

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón este trabajo de titulación a mis padres pues ellos fueron mi principal cimiento para la construcción de la persona que soy en la actualidad, muchos de mis logros se los debo a ustedes incluyendo este. Sin mis padres no habría logrado llegar a esta instancia de mis estudios.

También lo dedico a mi hijo, quien ha sido mi mayor motivación y compañía para nunca dar un paso atrás sin importar las circunstancias.

EPÍGRAFE

” El mundo está en las manos de aquellos que tienen el coraje de soñar y correr el riesgo de vivir sus sueños”

Paulo Coelho

AGRADECIMIENTO

Tus esfuerzos han sido inigualables y tu amor invaluable, junto con mi padre me has educado, me has proporcionado todo lo que he necesitado. Aplico tus enseñanzas cada día; tengo mucho por agradecerte, Madre.

Agradezco también a cada uno de los docentes que colaboraron en mi construcción profesional y de manera especial a mi tutora de tesis Od. Esp. Priscilla Medina Sotomayor, PhD por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento científico.

TÍTULO

“Fiabilidad de los sistemas de impresión digital en Ortodoncia: Revisión bibliográfica”

RESUMEN

La aplicación y uso de imágenes intraorales en 3D ha adquirido importancia en la última década mejorando la experiencia del paciente frente a los métodos convencionales. La fiabilidad de estos sistemas de impresión digital facilita un diagnóstico y toma de registros adecuado **OBJETIVO:** Determinar la precisión de los sistemas de impresión digital en ortodoncia. **MATERIALES Y MÉTODOS:** Mediante la revisión de literatura, utilizando bases de datos como: Medline, PubMed, Scopus, Web of science; donde se incluyen 13 artículos en idiomas tales como: inglés, español y portugués, publicados dentro de los últimos 5 años, mismos que fueron elegidos mediante la aplicación de criterios de inclusión y exclusión. **RESULTADOS:** La fiabilidad se observó en cuanto a precisión y exactitud mostrando en el sistema Tríos 3 el número más significativo $9.6 \pm 1.2 \mu\text{m}$, así como en exactitud el sistema iTero Element $0.22 \pm 0.15 \mu\text{m}$. **CONCLUSIONES:** Se determinó que el grado de precisión de los sistemas de impresión digital en ortodoncia es alto en comparación con los métodos convencionales, siendo los sistemas de impresión digitales intraorales más fiables el iTero Element intraoral scanning y Tríos 3 con mejores valores en exactitud y precisión respectivamente y dentro de los sistemas de impresión digital extraorales el 3Shape R700 el que mejores valores de precisión obtuvo.

Palabras clave: Arco dental, CAD CAM, exactitud, ortodoncia, precisión

Abstract

GABRIELA CAROLINA IDROVO CASTILLO

The application and use of 3D intraoral imaging have gained importance in the last decade, improving the patient experience compared to conventional methods. The reliability of these digital impression systems facilitates a proper diagnosis and record taking Objective: To determine the accuracy of digital impression systems in orthodontics. Materials and Methods: Through literature review, using databases such as Medline, PubMed, Scopus, Web of Science; 13 articles were included in languages such as English, Spanish and Portuguese, published within the last 5 years, they were chosen by applying inclusion and exclusion criteria. Results: Reliability was observed in terms of precision and accuracy showing in the Trios 3 system the most significant number $9.6 \pm 1.2 \mu\text{m}$, as well as inaccuracy the iTero Element system $0.22 \pm 0.15 \mu\text{m}$. Conclusions: It was determined that the degree of accuracy of the digital impression systems in orthodontics is high in comparison with the conventional methods, being the most reliable intraoral digital impression systems the iTero Element intraoral scanning and Trios 3 with the best values in accuracy and precision respectively and within the extraoral digital impression systems the 3Shape R700 the one that obtained the best values of precision.

Keywords: dental arch, CAD-CAM, accuracy, orthodontics, precision.

Azogues, 3 de diciembre de 2021

EL CENTRO DE IDIOMAS DE LA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA, CERTIFICA QUE EL DOCUMENTO QUE ANTECEDE FUE TRADUCIDO POR PERSONAL DEL CENTRO PARA LO CUAL DOY FE Y SUSCRIBO.




Abg. Liliana Urgilés Amoroso, Mgs.
 COORDINADORA CENTRO DE IDIOMAS AZOGUES

www.ucacue.edu.ec

ÍNDICE

INTRODUCCION.....	10
METODOLOGÍA:	12
Tabla 1. Estrategia de búsqueda.....	12
ESTADO DEL ARTE:.....	14
DIGITALIZACIÓN.	15
SISTEMAS CAD/CAM.	16
Ventajas y Desventajas de los sistemas CAD/CAM.	17
IMPRESIONES DIGITALES.	17
SISTEMAS DIGITALES Y SU FIABILIDAD	19
Tabla 2. Diferenciación de los términos precisión y exactitud	19
Tabla 3. Resumen de los sistemas de impresión digital	20
RESULTADOS	9
Figura 3. Diagrama de flujo: Selección del estudio.	10
Tabla 4. Comparación digital vs convencional.....	11
Tabla 5. Comparación de resultados en escáneres intraorales	12
Tabla 6. Comparación de resultados en escáneres extraorales	13
DISCUSIÓN.....	14
CONCLUSIÓN.....	16
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17
Anexo 1: Fichas bibliográficas.....	22
Anexo 2. Precisión de los escáneres intraorales y extraorales	26

INTRODUCCIÓN

En odontología la toma de impresión dental y obtención de modelos de estudio son herramientas utilizadas en varias áreas de especialidad, dentro de la rama de ortodoncia estos procedimientos son de gran importancia y se llevan a cabo para conocer el estado actual de la estructura bucal y son usadas para prevenir, diagnosticar y tratar las estructuras dentales de acuerdo a la posición, forma, relación, función y estética, guardando así los registros del avance de los procedimientos a través del tiempo, para lo cual es importante tomar registros de arco completo. 1,2

La tecnología ha avanzado considerablemente, incluyendo la odontología digital, la cual registra el proceso y avance ortodóntico mediante controles periódicos, que, de acuerdo a cada caso en específico, son responsables de los controles del movimiento de las estructuras dentofaciales tanto del diente como de la estructura ósea. Mediante la digitalización dentaria se crea un modelo tridimensional evitando los pasos convencionales y otorgando mayor comodidad tanto del paciente como del odontólogo.1-3

La era digital en odontología plantea el uso de un innovador equipamiento que ha revolucionado las técnicas de trabajo en ortodoncia, mediante la utilización de sistemas CAD/CAM (computer aided design / computer aided manufactured) en concreto de escáneres intraorales o extraorales que permiten la adquisición del modelo dental en 3D (3 dimensiones) para el almacenamiento de datos en forma digital. 3,4

Entre las primeras impresiones ópticas se diseñó el escáner manual de uso intraoral que dio paso al comienzo de la era de restauraciones indirectas de cerámica con precios más accesibles al público. El reconocimiento inicial de estos sistemas no fue el mejor, debido a que las preparaciones resultaban difíciles de reproducir, digitalizar y copiar, requiriendo un nivel de precisión alto. 2,4

Posteriormente, los sistemas CAD/CAM se incluyeron en el área odontológica buscando optimizar la producción y mejorar la calidad de las restauraciones indirectas. Estos sistemas utilizan un proceso enlazado que comienza con la digitalización, luego el diseño por computador y por último la fabricación del producto final mediante máquinas de registro alfanumérico.3,4 Estos principios están incluidos dentro de lo que denominamos Computer aided engineering que en español se traduce como ingeniería asistida por ordenador. Esta tecnología está compuesta por un escáner que cambia el estado físico en datos digitales listos para ser estudiados en una computadora mediante un software procesador de datos. Finalmente, los sistemas digitales producen y

transforman el compendio de datos digitales nuevamente en el producto físico deseado evitando así la toma de impresión convencional. 2,3,4

El escaneo intraoral se realiza en el consultorio como un tratamiento de rutina, aquí se produce la fase CAD, más tarde, los datos se envían a la fase CAM para elaborar la estructura.3,4,5

Considerando los últimos avances y las modificaciones en el proceso de impresiones dentales es importante que el profesional conozca la fiabilidad de cada uno de los sistemas de impresión digital, un término que engloba exactitud y precisión, este orienta al investigador sobre la confianza que ofrece cierto método conociendo si este es correcto y se ajusta a la realidad o no, se define también como a la forma de expresar la cantidad de errores ya sea aleatoriamente o sistemáticamente, en la cual mientras mayor sea el rango de error, menor será la precisión de los resultados a obtenerse de la herramienta.4,5

La impresión digital permite al odontólogo obtener de inmediato la arcada dental en 3D con mayor fidelidad que los métodos de impresión convencionales, eliminando de la fase clínica el uso de materiales de impresión y vaciado, evitando así la presencia de errores. 2-5

Por esta razón, la presente revisión bibliográfica tiene como objetivo determinar cuál es el grado de precisión de los sistemas de impresión digital en ortodoncia.

METODOLOGÍA:

Tipo y diseño de investigación:

Se realizó una revisión de la literatura para responder a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el grado de precisión de los sistemas de impresión digital en ortodoncia?

Las estrategias de búsqueda de datos se describen en la tabla 1 según las fuentes buscadas en donde se incluyeron las bases de datos PubMed, Web of Science, Scopus y Medline, se realizó una búsqueda utilizando los siguientes términos o palabras clave: Full-arch, orthodontics, Intraoral Scanners, Accuracy, CAD/CAM, precision.

Tabla 1. Estrategia de búsqueda

Base de datos	Palabras clave	Resultados	Excluidos	Seleccionados
Web of science	Full-arch and orthodontics	49	47	2
PubMed	Intraoral Scanners and Accuracy and Orthodontics	96	92	4
	Full-arch accuracy and Orthodontic and CAD/CAM	12	8	1
Scopus	Full-arch and orthodontics	42	38	3
	Full arch and orthodontics and intraoral scanners	8	6	1
Medline	Full-arch, precision, orthodontics with intraoral scanners	45	42	2

Criterios de inclusión:

- Se incluyeron estudios in vitro, experimentales, revisiones bibliográficas, revisiones sistemáticas y metaanálisis.
- Estudios desde el año 2015.

Criterios de exclusión:

- Casos clínicos
- Estudios que no posean la variable de fidelidad del escáner digital

Selección de Artículos y Obtención de Datos

Criterios de selección:

- Artículos que incluyan datos numéricos de fidelidad de arco completo en impresiones de ortodoncia

Para la elaboración de las fichas bibliográficas, se incluyeron los siguientes aspectos: autor, año y título, metodología, fidelidad escáner digital, tipo de escáner digital (intraoral o extraoral) y marca comercial

ESTADO DEL ARTE:

Llamamos ortodoncia a la especialidad de la odontología, encargada de estudiar, prevenir, diagnosticar y tratar las anomalías de posición, relación, forma y función de las estructuras tanto dentales como óseas, para la prevención, diagnóstico y corrección de las posibles alteraciones y armonizarlas mediante la aplicación y control de diferentes tipos de fuerza.¹

Herramientas de diagnóstico en ortodoncia

Historia clínica

El paso fundamental para el éxito del tratamiento ortodóntico es el correcto uso de las herramientas de diagnóstico dentro de estas tenemos principalmente la historia clínica la cual detalla los antecedentes y estado actual del paciente, posteriormente se realiza el examen clínico extraoral e intraoral. ^{1,2}

Radiografías

En ortodoncia es fundamental tener dentro de los elementos diagnósticos una ortopantomografía en la cual se observa el estado general de las piezas dentales y estructuras óseas; y una radiografía cefálica lateral de cráneo en la cual se realizará el proceso diagnóstico llamado cefalometría, que consiste en una serie de mediciones angulares y lineales con el fin de analizar el patrón esquelético del paciente. ¹⁻³

Otros medios de imagen que usamos para el diagnóstico complementario son las radiografías periapicales, oclusales, de ATM y tomografía dental. ^{2,3}

Modelos de estudio y sus análisis

Mediante tomas de impresión con alginato se obtiene una copia en negativo de las arcadas dentales del paciente las cuales son vaciadas con yeso para obtener una copia fiel de la arcada del paciente, en este modelo se realizan análisis transversales (línea media), sagitales (relación molar, canina overjet), análisis verticales (overbite) y también mediciones individuales de las piezas dentarias para evaluar la forma de las arcadas y discrepancias positivas o negativas. ^{1,2,3}

Las impresiones son la reproducción en negativo de la arcada dentaria y tejidos blandos relacionados. La impresión es fiel a la realidad. Por ello se debe cumplir varios requisitos como: Extensión, centrado y profundizado de la cubeta, ubicación correcta tanto del paciente como del operador. En cuanto al material de impresión es importante escoger

el más adecuado para el procedimiento requerido, realizar correctamente mezcla y usarla en el tiempo adecuado según las indicaciones del fabricante.^{3,4}

El material de impresión es llevado a la boca del paciente en un estado semifluido, estos elementos se vuelven firmes tras su proceso de gelación obteniendo un negativo de la arcada dentaria. Las características que debe poseer el material de impresión usado en ortodoncia son: Biocompatibilidad, estabilidad dimensional, fluidez, elasticidad, hidrófilo, propiedades organolépticas. Es decir, el material que generalmente se usa en ortodoncia por sus propiedades es el alginato.⁵

En la actualidad los avances en ortodoncia se relacionan con la digitalización cefalométrica para analizar el estado general del paciente, estos sistemas incluyen además de la radiografía panorámica y cefálica lateral el análisis extraoral e intraoral mediante fotografía y como complemento la digitalización de arcada, en casos necesarios se incluye tomografía axial computarizada.^{4,6}

Tradicionalmente la impresión requerida para el análisis ortodóntico se obtiene mediante alginato que posteriormente se convierten en modelos. Estos modelos de yeso se usan también para elaborar aparatos como retenedores acrílicos, mantenedores de espacio, expansores de arco, etc., usados generalmente en la práctica ortodóntica. La fabricación de aparatos de ortodoncia requiere un nivel alto de experiencia para poder completarlo correctamente con las fuerzas específicas que requiera cada órgano dental, proporcionando el resultado esperado.^{4,5,6}

El uso de La tecnología digital ofrece beneficios tanto para el operador como para el paciente y reduce los costos, la mano de obra y los errores humanos al automatizar el modelo procesado a través de la impresión 3D.⁵

Esta tecnología además aumenta la precisión, la eficiencia y la confiabilidad al ayudar a eliminar posibles fallas al aumentar las opciones de planificación dentro de los tratamientos de ortodoncia. El tratamiento es simple, comienza con un examen intraoral del paciente y el escaneo digital se envía al laboratorio.^{1,4,5}

Con la obtención de modelos impresos en 3D se elaboran los aparatos de ortodoncia, como: férulas, protectores, retenedores, expansores, alineadores, etc. Si se necesitan bandas, simplemente se escanea los dientes con espaciadores, algunos de estos aparatos se pueden imprimir directamente en 3D, el proceso se puede realizar en en una sola cita.^{4-6,7}

DIGITALIZACIÓN.

La ortodoncia actual logra una mejor relación odontólogo paciente. Los avances de la tecnología en el campo de la ortodoncia han ayudado a que el paciente este más informado sobre todas las alternativas de tratamiento existentes para su caso. El internet

y los programas digitales de evaluación cefalométrica permiten a los pacientes visualizar la forma en cómo se tratará su caso.^{8,9,10}

Se llama digitalización a la transformación analógica-numérica de una imagen, la misma almacena datos de los dientes y estructuras vecinas. Estas, se convierten en impresiones virtuales. Las impresiones ópticas que se crean en ese momento y se llevan a cabo mediante escáneres son sustituidas por las impresiones convencionales. El diseño es asistido por computadora con modelizaciones lineales y superficiales que se ejecutan mediante softwares. La parte mecánica o de impresión funciona por algoritmos numéricos mediante fresadoras, máquinas de sintetizado por láser o impresoras 3D.^{9,10}

SISTEMAS CAD/CAM.

La tecnología CAD/CAM tiene la capacidad de fabricar restauraciones de altísima precisión y por lo tanto es nuestro deber incorporarlos en la rutina diaria de nuestra práctica¹¹. Las funciones realizadas por un sistema CAD/CAM se plasma en 3 pasos que funcionan en cadena. Primero se lleva a cabo la conversión digital de la imagen, posteriormente se ejecuta el diseño asistido por computadora y por último obtenemos el resultado en 3 dimensiones.^{11, 12, 13}

El sistema CAD/CAM se aplica al área odontológica permitiendo al operador fabricar restauraciones indirectas, aparatos ortodónticos, férulas, guías quirúrgicas, etc. mediante el apoyo informático de diseño y un sistema de fresado automático que trabaja a su servicio.^{10, 11}

Los sistemas actuales controlados por computadora se diferencian principalmente según el tipo de recolección de datos en cuanto a sección o arcada completa. En cambio, la impresión mediante máquinas de control numérico (CAM) de las estructuras de cerámica, circonio, o metal es similar en todos los sistemas y se trata de un dispositivo de impresión que trabaja con algoritmos (CNC) y que se le pueden aplicar dispositivos de tallado específicos para cada tipo de material, tiene un movimiento amplio para lograr los ángulos de cada requerimiento. Es decir, la tecnología CAD/CAM puede escanear la estructura dental con un formato tanto óptico como mecánico, mediante el uso de un escáner intraoral o de escritorio, posteriormente diseñar el producto y por último enviar las instrucciones precisas a una máquina de fresado para la fabricación del producto final.^{4,11-13}

Las fases del sistema CAD/CAM constan de la fase de digitalización de los datos, la fase de diseño por ordenador (CAD) y la fase de prototipado (CAM).¹²

Como ha sido antes mencionado la digitalización es la transformación de una imagen en algoritmos analógico-numéricos. La misma consiste en recolectar datos directa o

indirectamente de las estructuras del medio oral convirtiéndolas en impresiones digitales, este proceso se ejecuta mediante escáneres. ^{11,14}

El diseño asistido por computadora mediante modelizaciones paralelas, virtuales y superficiales es diferente para cada sistema es decir en cada caso se utiliza un software específico. ^{11,13}

Ventajas y Desventajas de los sistemas CAD/CAM.

Las ventajas son: La elaboración de elementos de primera calidad, que no son manipulados en el proceso, ya que el mismo es automatizado lo cual ahorra tiempo clínico. Permite técnicas mínimamente invasivas, dando paso a la supresión de algunas fases convencionales. También evitan errores derivados de los materiales haciendo así a la técnica más precisa. Finalmente se debe tener en cuenta un entrenamiento y aprendizaje por parte del profesional para poder manejar el sistema y estar relacionado con el uso correcto tanto en el área clínica como laboratorio dentro de esto están la fase de escaneo, digitalización, procesamiento según el software de cada sistema, el material de impresión, herramientas y maquinaria. La principal desventaja es el alto costo debido a la inversión que se requiere para su adquisición. ^{7, 12, 14}

IMPRESIONES DIGITALES.

En la actualidad los escáneres intraorales están basados en diferentes maneras de adquisición de imagen, las cuales permiten digitalizar estructuras dentales, preparaciones, implantes, etc., creando un modelo virtual en 3D. Para ejecutar esta acción se utilizan cámaras que recolectan múltiples imágenes y estas son procesadas mediante un software específico para cada equipo, así se obtiene el modelo final. El producto digital obtenido es un archivo STL, y se trata de una nube de puntos enlazados en forma lineal. La comodidad para el paciente es una de las principales ventajas de las impresiones digitales ya que desaparece el reflejo nauseoso que puede producir la toma de impresión convencional. El proceso suprime errores referentes a las técnicas de impresión convencional y obtención de modelos de diagnóstico. ^{1,15, 16}

En la actualidad existen diversas marcas comerciales de escáneres digitales, los mismos que por sus características se dividen en directos e indirectos es decir intraorales y extraorales. Algunos de ellos funcionan mediante la aplicación de polvo matificador. ^{17, 20, 21}

Es indispensable conocer las diferencias elementales que nos permiten identificar un escáner intraoral y un escáner extraoral, que básicamente radica en que el primero se lo realiza en la cavidad oral y el segundo a modelo de escala. ^{20, 22}

1. Escáneres Intraorales

Se realiza mediante un escáner portátil que capta imágenes tridimensionales de los arcos dentales, dicha información será introducida directamente en el software CAD/CAM. Este dispositivo cuenta con varias cámaras que en el interior de la boca captan imágenes que forman un modelo digital de la cavidad bucal. ^{2,5,6,11,22}

Se diferencian además por ser:

- Out office: son sistemas que cuando ya tiene la impresión digital, la información es enviada directamente al diseñador y fabricante del modelo. ^{11, 21, 23}
- In office: trata de aquellas impresiones que se realizan en un solo laboratorio, desde la toma de la impresión hasta la creación de la impresión. ^{6, 22}

Dentro de los sistemas de impresión digital intraoral más usados se encuentran: Casestream, iTero, 3M True Definition, CEREC AC (Sirona Dental Systems), Apolo Di, CS3500, 3D Progress y TRIOS. ^{3,7,10,14} Los mismos que han sido considerados dentro de esta recopilación, para analizarse la fiabilidad del uso de los mismo dentro de los procesos de impresión en la ortodoncia. ^{11, 15, 23}

2. Escáneres extraorales

Son escáneres que crean modelos de forma digital, basados en la forma superficial del arco dental, se mediante modelos de escayola o directamente de impresiones convencionales. ^{12,16,24, 26}

Se clasifican en:

- Escáneres táctiles o mecánicos: fueron los primeros en el mercado, considerándose como los que tienen mayor precisión, pero a su vez, toman mas tiempo; utiliza un pincel especial que toca a la superficie y registra los datos de la dimensión de acuerdo a su trayecto. Este modelo tomado, se proyecta en una imagen, diseñándose en el ordenador y procediendo a su fabricación. Estos escáneres en comparación con los ópticos son mucho mas exacto y de fácil uso, pero requieren más tiempo para el proceso y no pueden usarse para digitalizar las impresiones. ^{16, 17, 25, 26}
- Escáneres ópticos: este dispositivo proporciona las dimensiones del modelo en base a la triangulación activa, que trata sobre generar un haz de luz sobre la superficie para que el sensor capte la información del escáner. Dicho proceso deja que el ordenador calcule los datos tridimensionales de la imagen. Es

importante mencionar que las fuentes de iluminación varían según el sistema entre luz laser o luz blanca o de colores. ^{26,27}

SISTEMAS DIGITALES Y SU FIABILIDAD

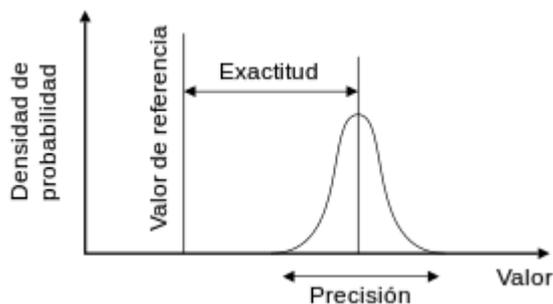


Figura 1. Representación gráfica de los términos precisión y exactitud

Llamamos fiabilidad al resultado obtenido con mediciones aplicadas a las variables estudiadas, el índice de correlación interclase generalmente es el método estadístico más utilizado. La fiabilidad permite observar la concordancia entre dos o más métodos u observaciones diferentes, con base a un modelo de

análisis de la variancia. (figura 1) ^{17, 18, 27}

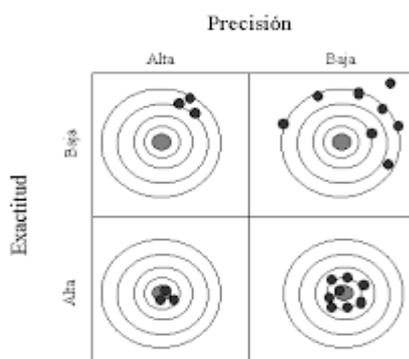


Figura 2. Caracterización de las palabras precisión y exactitud en cuanto a valores

Fiabilidad es la unión de las palabras precisión y exactitud usadas en investigación (figura 2). La precisión ayuda a otorgar valor a una investigación, pues hay mayor confianza en que los resultados sean y la exactitud compara los resultados con un valor de referencia estos conceptos están explicados en la tabla 2 ^{15,19, 27}

Tabla 2. Diferenciación de los términos precisión y exactitud

	Precisión	Exactitud
	Medida en la que se obtiene el mismo valor cuando es medido varias veces	Medida en la que representa lo que se supone que debe representar
Valor	Aumenta la de detección de errores	Aumenta la efectividad de los resultados
Valoración	Cotejo de medidas repetidas	Cotejo en base a un patrón de referencia

Tabla 3. Resumen de los sistemas de impresión digital

Escáner	IOS	Fabricante	Principio de impresión	Adquisición de imagen	Tipo de imagen	Fuente de luz	Polvo	Chairside o In-office
Cerec ²⁸	X	Dentsply Sirona	Multicolor stripe projection	Líneas paralelas que se distorsionan en los ángulos y se suministra puntos de medición. ⁴	Múltiples imágenes para crear un modelo 3D	Luz blanca	No	-
Imetric iscan d104i ²⁹	-	Aniwaa	-	-	Múltiples imágenes	Luz led	No	-
Tríos 3 mono	-	3Shape A/S	Ultrafast Optical Sectioning	Fuente de luz proporciona un patrón de iluminación para provocar una oscilación de la luz en el objeto. ⁴	Múltiples imágenes sobrepuestas para crear un modelo 3D	Luz blanca	No	no
Omicam ³¹	X	Syrona Dental	Multicolor stripe projection	Líneas paralelas que se distorsionan en los ángulos y se suministra puntos de medición ³	Vídeo		No	Si
Lava™ ³²	X	3M Espe	Active wavefront sampling	Medición fuera de plano de coordenadas de los puntos de objeto mediante un muestreo, toma imágenes en varias posiciones, y procesa algoritmos para construcción del modelo ³	Vídeo 3D en movimiento	Luz azul pulsada	Si	Si
iTero Element ³³	X	Cadent LTD	Parallel confocal microscopy	Ilumina la superficie del objeto con tres haces de iluminación de diferentes colores (roja, verde o azul) combinables para proporcionar luz blanca, exploraciones de la zona preparada ³	Múltiples imágenes	Laser rojo	No	Si
Primescan ³⁴	X	Syrona Dental	-	Captura de imágenes con una profundidad de campo de hasta 20 mm su sensor de pixeles procesa más de un millón de puntos 3D por segundo ⁴	Múltiples imágenes	Luz azul	No	-
R900 3Shape ³⁵	X	3Shape Ortho System™	-	-	-	-	-	-
CS3600	-	Carestream, Rochester, NY, USA	-	Triangulación para imágenes ópticas obteniendo imágenes en video 3D ⁴	Vídeo 3D en movimiento	Luz led multicolor	No	Si
Zfx Evolution ³⁹	X	Zahn Success Formula	-	Toma de imágenes mediante movimiento del dispositivo hacia el objeto ²⁷	Múltiples imágenes	Luz verde	No	
Tríos® ⁴⁰	X	3Shape A/S	Ultrafast Optical Sectioning	Fuente de luz proporciona un patrón de iluminación para provocar una oscilación de la luz en el objeto. ³	Múltiples imágenes sobrepuestas para crear un modelo 3D ³	Luz blanca	No	No

Fuente: elaboración propia

RESULTADOS

La selección de los estudios se observa en la figura 3, se analizaron un total de 13 artículos, cuyas fichas bibliográficas, en donde se incluye autor, título, metodología y marcas comerciales, se encuentran en el anexo 1.

Se analizó el tipo de estudio, tipo de impresión y fiabilidad (precisión, exactitud) cuyos resultados están descritos en el Anexo 2.

La tabla 4 compara la fidelidad de los escáneres digitales vs la impresión convencional. La tabla 5 y 6 comparan la fidelidad de los escáneres intraorales y extraorales respectivamente, siendo el sistema Tríos 3 el más preciso y el iTero Element el más exacto dentro de los intraorales y el 3Shape R700 el más preciso dentro de los extraorales.

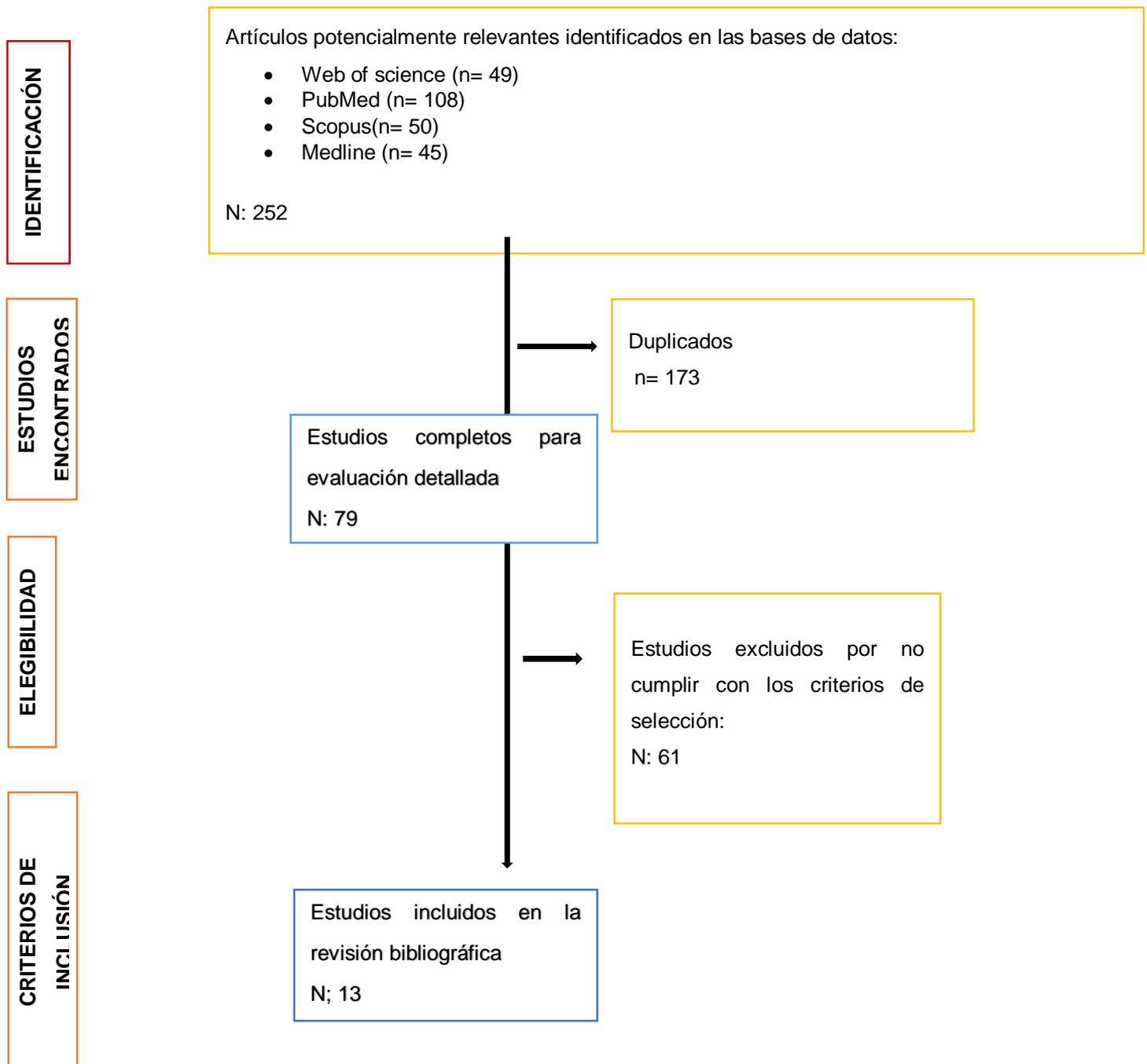
Figura 3. Diagrama de flujo: Selección del estudio.

Tabla 4. Comparación digital vs convencional, fuente propia.

Autor	Impresión	Impresión
	Convencional (\pm DV)	Digital (\pm DV)
Zimmermann, M., Koller, C., Rumetsch, M., Ender, A., & Mehl, A. ²⁸	162.2 \pm 71.3 μ m	74,5 \pm 39.2 μ m
Keul C, Güth JF ³³	61.3 \pm 17.9 μ m	30.9 \pm 7.1 μ m
Schmidt, A., Klussmann, L., Wöstmann, B., & Schlenz, M. A. ³⁷	24.6 \pm 17.7 μ m	33,8 \pm 31,5 μ m
Sfondrini MF, Gandini P, Malfatto M, Di Corato F, Trovati F, Scribante A. ³⁰	28.6 \pm 1.63 mm	28 \pm 1.30 mm

Precisión de las impresiones digitales en contraste con las impresiones convencionales

 Resultado más preciso

* DV: desviación estándar

Tabla 5. Comparación de resultados en escáneres intraorales.

Escáner intraoral	Precisión (\pm DV)	Exactitud más menos (\pm DV)
Ormco Lythos ²⁸	91.4 \pm 48.8	
Omnicam ³¹		1.247 \pm 0,255 μ m
CS3600		0.758 μ m \pm 0.170 μ m
Trios3		0.854 μ m \pm 0.166 μ m
I500		0.975 μ m \pm 0.172
Lava ³²		37,9 \pm 19,1 μ m
iTero 3 shape		49.0 \pm 13,6um
iTero Dental wings		49.6 \pm 14.0um
CEREC AC Bluecam		332.9 \pm 64,8um
Zfx IntraScan		73.7 \pm 26,6um
iTero Element ³³		0.22 μ m \pm 0.15 μ m
Trios pod ³⁵		27 \pm 19 um
Planmeca		63 \pm 12um
Trios ³⁶	52.3 μ m \pm 45.5 μ m	
Itero	60,5 μ m \pm 32.9 μ m	
Primescan ³⁷		33,8 μ m \pm 31,5 μ m
Trios3Cart		84.7 μ m \pm 120.3 μ m
Trios3Pod		204.5 μ m \pm 182.1 μ m
Trios4Pod		65.2 μ m \pm 52.9 μ m
TRIOS2 ³⁸	343um \pm 56.4 um	
TRIOS3	9,6 \pm 1,2um	
CS3500	47,5um \pm 1.6um	
Carestream 3600 ³⁹		142.28 \pm 35,33um
Trios ⁴⁰	22,17 \pm 4,47 μ m	
iTero	29,84 \pm 12,08 um	
Primescan, CEREC ³⁴	0.016 \pm 0.006 mm	
Omnicam	0.116 \pm 0.01 mm	
Trios 3 Mono ³⁰		28 \pm 1.30 mm

 Escáner intraoral más preciso

 Escáner intraoral más exacto

* DV: desviación estándar

Tabla 6. Comparación de resultados en escáneres extraorales.

Escáner extraoral	Precisión (\pm DV)	Exactitud (\pm DV)
Imetric iscan d104i ²⁹	9.1 \pm 4.9	
3Shape R700	7,4 \pm 5,9 μ m	
3Shape R1000	11,2 \pm 3,4 μ m	
DentaCore CS ULTRA	26,6 \pm 7,5 μ m	
Dentaurum OrthoX Maestro 3D	31,1 \pm 24 μ m	
GC Aadv Lab Scan	13.8 \pm 8,1 μ m	
R900 3Shape ³⁵		12 μ m \pm 8 μ m
Zfx Evolution ³⁹		47,34 μ m 28,23 μ m

 Escáner extraoral más preciso

 Escáner extraoral más exacto

* DV: desviación estándar

DISCUSIÓN

Los sistemas de impresión y sus frecuentes modificaciones han permitido que dichos procedimientos sean de mejor manejo y adaptabilidad tanto para el profesional como para el paciente. Si bien es cierto, cada escáner cuenta con sus características propias de uso, la principal diferencia sobre el sistema de uso intraoral o extraoral permite determinar claramente en base a resultados estadísticos sobre la fiabilidad y confianza de cada dispositivo.^{1,2}

Es decir, la fiabilidad de los escáneres la podemos medir o determinar en base al resultado de la precisión y la exactitud medida en micras o milímetros.⁴

Inicialmente se tomaron en cuenta los resultados observados entre los dispositivos intraorales considerados en el estudio, de los cuales en primer lugar tenemos como el dispositivo más fiable a iTero Element intraoral scanning puesto que refleja una exactitud de 0.22 μm con una desviación estándar de 0.15 μm , siendo resultados alentadores lo que refleja que la confiabilidad de dicha herramienta es alta. Sin embargo, el estudio de Zimmerman, et al, determina que el sistema CEREC Omnicam es el que menor margen de error presenta, siendo por ende el más confiable de su investigación, cabe recalcar que la comparación se dio con impresiones convencionales y con otro dispositivo de uso intraoral: Ormco Lythos. La variabilidad de resultados en cuanto al escáner intraoral Omnicam en los dos estudios evaluados se da debido a que Zimmerman et al aplico el estudio directamente en el medio oral lo cual otorgo una mayor desviación por la presencia de características propias en el mismo mientras que Song J, et al aplico el estudio en un modelo maestro con 4 tomas diferentes lo cual otorgo más precisión.^{28, 31}

En contraste el valor mínimo obtenido fue el del estudio de Sfondrini, et al quien evaluó el escáner digital Tríos 3 Mono obteniendo una exactitud de 28000 μm con una desviación estándar de 1300 μm , valor que está muy lejos de las medias obtenidas en otros estudios, sin embargo como su gold standard fue una impresión convencional tomada en alginato sus valores de fiabilidad fueron mucho mejores.³⁰ Otros tres estudios estudiaron el sistema Tríos obteniendo un valor máximo de 22.17 μm y una desviación estándar de 4.47 μm , la variación de resultados se observan por el tipo de software de computadora usado en cada investigación.^{30, 31, 36}

Se observó una diferencia significativa en cuanto a la comparación de medias entre los sistemas digitales intraorales y convencionales encontrando mayor fiabilidad en los sistemas digitales, sin embargo Schmidt, et al comparó la impresión en alginato con 4 sistemas de impresión digital intraorales siendo más precisa la impresión convencional con $24.6 \pm 17.7 \mu\text{m}$ y en segundo lugar las impresiones digitales en arco completo, el mismo estudio comparó estos dos métodos en secciones más pequeñas y el resultado fue contrario.³⁷ Se debe indicar aquí que para obtener valores tan altos en cuanto a la fidelidad de las impresiones convencionales, la experiencia del dentista es indispensable, además de la capacidad de poder controlar todos los aspectos inherentes a la toma de impresión con materiales viscosos en un medio como la cavidad oral. Además, la fidelidad de las impresiones digitales se ve condicionada a la cantidad de información que recoge el escáner, por esta razón, si el escaneo es de secciones pequeñas los valores son mejores que cuando se escanea una arcada completa.^{36, 37}

Dentro de los escáneres extraorales, el estudio de Nowark R, et al que evaluó 11 escáneres extraorales el Imetric Iscan (dispositivo de escritorio) resultó ser el más fiable con una desviación estándar de solo $4.9 \mu\text{m}$ superando a algunos escáneres intraorales descritos en la presente revisión. El valor mínimo obtenido en cuanto a dispositivos extraorales fue el R900 3Shape con una exactitud de $12 \mu\text{m} \pm 8 \mu\text{m}$.²⁹

Se recalca la importancia de realizar estudios comparándolos con un gold standard fiable, para de esta manera obtener datos sobre exactitud extrapolables a la consulta odontológica.

CONCLUSIÓN

Se determinó que el grado de precisión de los sistemas de impresión digital en ortodoncia es alto en comparación con los métodos convencionales, siendo los sistemas de impresión digitales intraorales más fiables el iTero Element intraoral scanning y Tríos 3 con mejores valores en exactitud y precisión respectivamente y dentro de los sistemas de impresión digital extraorales el 3Shape R700 el que mejores valores de precisión obtuvo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Argüello V, Bedoya R, Torres A, et al. Implementación de la terapia miofuncional orofacial en una clínica de posgrado de Ortodoncia. *Rev Cubana Estomatol.* 2018;55(1):14-25.
2. Ortega B, Vasco J. Importancia de los elementos diagnósticos en Ortodoncia y elaboración del consentimiento informado. *Práctica Familiar Rural*, 2019; (4)3:1-15.
3. Castiñeira D, Pérez L. Perspectiva del diagnóstico en Ortodoncia hacia el envejecimiento facial. *Gac Méd Espirit.* 2019; 21(2): 17-22.
4. González C. Aplicaciones del escáner intraoral en las distintas ramas de la odontología contemporánea. 2020 (Tesis para obtener el grado de cirujano dentista). Toluca. Universidad Autonoma Del Estado De Mexico.
5. Valdiviezo C. Digitalización Aplicada en Prótesis Dental: Revisión sistemática de la Literatura. 2019(Tesis para obtener el grado de especialista en rehabilitación oral). Cuenca. Universidad de Cuenca.
6. Mendoza Y, et al. Avances de la odontopediatria y su relación con la ortodoncia presente y futura. *Pol. Con.* 2020; 5(05):79-94
7. Resende C, Barbosa T, Moura G, Tavares L, Rizzante F, George F, Neves F, Mendonça G. Influence of operator experience, scanner type, and scan size on 3D scans. *J Prosthet Dent.* 2021;125(2):294-299.
8. Rivas G, Álvarez I, Mora C, Morera A, Pausa O. Avances científicos-técnicos en ortodoncia y su impacto social. *Rev pedagógica la Univ Cienfuegos.* 2020;16(72):39–48.
9. Aragón M, Pontes L, Bichara L, Flores C, Normando D. Validity and reliability of intraoral scanners compared to conventional gypsum models measurements: A systematic review. *Eur J Orthod.* 2016; 38(4): 429-34.

10. Medina P, Pascual A, Camps I. Accuracy of four digital scanners according to scanning strategy in complete-arch impressions. *PLoS One*. 2018; 13 (12)
11. Murugesan A, Sivakumar A. Comparison of accuracy of mesiodistal tooth measurements made in conventional study models and digital models obtained from intraoral scan and desktop scan of study models. *J Orthod*. 2020; 47(2): 149-55.
12. Medina P, Ordóñez P, Ortega G. Accuracy of Intraoral Digital Impression Systems in Restorative Dentistry: A Review of the Literature. *Odovtos*. 2020; 23(1): 64-75
13. Ojeda X, Marín D, Bravo M. Estudio comparativo de la fiabilidad y reproducibilidad en la medición de los tamaños dentarios entre registros manuales y digitales 3D obtenidos por escaneado intraoral y extraoral. *Rev Latinoam Ortod y Odontopediatría*. 2017;23(3): 1-15.
14. Burhardt L, Livas C, Kerdijk W, Van der Meer W, Ren Y. Treatment comfort, time perception, and preference for conventional and digital impression techniques: A comparative study in young patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2016; 150(2) :261-7
15. Rotar R, et al. Trueness and Precision of Two Intraoral Scanners: A Comparative in Vitro Study. *Scanning*. Hindawi. 2019; 2019(6): 1-6.
16. Soares P. Accuracy of Implant Casts Generated with Conventional and Digital Impressions-An in Vitro Study. 2018; 15(8): 1-176.
17. Kwon M, Cho Y, Kim D, Kim M, Kim Y, Chang M. Full-arch accuracy of five intraoral scanners: In vivo analysis of trueness and precision. *Korean J Orthod*. 2021; 51(2): 95-104.
18. Celegghin G, Franceschetti G, Mobilio N, Fasiol A, Catapano S, Corsalini M, et al. Complete-Arch Accuracy of Four Intraoral Scanners: An In Vitro Study. *Healthcare*. 2021; 9(3): 1-7.

19. Gintaute A, Keeling A, Osnes C, Zitzmann N, Ferrari M, Joda T. Precision of maxillo-mandibular registration with intraoral scanners in vitro. *J Prosthodont Res.* 2020; 64(2): 114-9.
20. Kihara H, et al. Accuracy and practicality of intraoral scanner in dentistry: A literature review. *J Prosthodont Res.* 2020;64(2) :109-113.
21. Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry: A review of the current literature. *BMC Oral Health.* 2017; 17(1): 1-11.
22. Mennito A, et al. Evaluation of the trueness and precision of complete arch digital impressions on a human maxilla using seven different intraoral digital impression systems and a laboratory scanner. *J Esthet Restor Dent.* 2019;31(4):369-377
23. Richert R, Goujat A, Venet L, Viguie G, Viennot S, Robinson P, Farges JC, Fages M, Ducret M. Intraoral Scanner Technologies: A Review to Make a Successful Impression. *J Healthc Eng.* 2017; 2017(84): 27-595.
24. Tan M, Yee S, Wong K, Tan Y, Tan K. Comparison of Three-Dimensional Accuracy of Digital and Conventional Implant Impressions: Effect of Interimplant Distance in an Edentulous Arch. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2019; 34(2): 366-80.
25. Mangano F, Bonacina M, Mandelli F, Marchiori F. Solid index versus intraoral scanners in the full-arch implant impression: in vitro trueness evaluation. *BMC Res Notes.* 2020; 13(1): 1–6.
26. Valenzuela N. Comparación de la exactitud dimensional de las impresiones digitales versus impresiones convencionales en prótesis total. Estudio in vitro. 2018. (Tesis para obtener el título de odontólogo). Quito. Universidad Central Del Ecuador.
27. Gimenez B. Estudio in vitro de diversos factores clínicos que influyen en la precisión y comportamiento de uso de seis escáneres intra-orales con distinta tecnología en impresiones sobre múltiples implantes. 2018. (Tesis para obtener

- el grado de doctor en estomatología) Madrid. Universidad Complutense De Madrid.
28. Zimmermann M, Koller C, Rumetsch M, Ender A, Mehl A. Precision of guided scanning procedures for full-arch digital impressions in vivo. *J Orofac Orthop.* 2017; 78(6): 466-71.
 29. Nowak R, Wesemann C, Robben J, Muallah J, Bumann A. An in-vitro study comparing the accuracy of full-arch casts digitized with desktop scanners. *Quintessence Int Berl.* 2017; 48(8): 667-76.
 30. Sfondrini M, Gandini P, Malfatto M, Di Corato F, Trovati F, Scribante A. Computerized casts for orthodontic purpose using powder-free intraoral scanners: Accuracy, execution time, and patient feedback. *Biomed Res Int.* 2018;2018(6):1-8.
 31. Song J, Kim M. Accuracy on Scanned Images of Full Arch Models with Orthodontic Brackets by Various Intraoral Scanners in the Presence of Artificial Saliva. *Biomed Res Int.* 2020;2020(3):1–8.
 32. Patzelt S, Emmanouilidi A, Stampf S, Strub J, Att W. Accuracy of full-arch scans using intraoral scanners. *Clin Oral Investig.* 2021; 18(6): 1687-94.
 33. Keul C, Güth J. Accuracy of full-arch digital impressions: an in vitro and in vivo comparison. *Clin Oral Investig.* 2020; 24(2): 735-45.
 34. Osnes C, Caplan J, Ferrari M. Investigating three methods of assessing the clinically relevant trueness of two intraoral scanners. *J Osseointegration.* 2021;13(1): 29–34.
 35. 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 (Berl).* 2017;48(1):41–50.
 36. Lim J, Park J, Kim M, Heo S, Myung J. Comparison of digital intraoral scanner

- reproducibility and image trueness considering repetitive experience. *J Prosthet Dent.* 2018;119(2):225-232.
37. Schmidt A, Klussmann L, Wöstmann B, Schlenz M. Accuracy of Digital and Conventional Full-Arch Impressions in Patients: An Update. *J Clin Med.* 2020; 4(9): 3-688.
38. Park G, et al. "Feasibility of using an intraoral scanner for a complete-arch digital scan." *The Journal of prosthetic dentistry.* 2019;121(5): 803-810.
39. Favero R, Volpato A, Francesco M, Fiore A, Guazzo R, Favero L. Accuracy of 3D digital modeling of dental arches. *Dental Press J Orthod.* 2019;24(1):38-37.
40. Anh J, Park J, Chun Y, Kim M, Kim M. A comparison of the precision of three-dimensional images acquired by 2 digital intraoral scanners: effects of tooth irregularity and scanning direction. *Korean J Orthod.* 2016;46(1): 3-11

ANEXOS

Anexo 1: Fichas bibliográficas

Autor	Título del artículo	Metodología	Fidelidad de escáner digital (\pm DV)	Tipo de escáner	Marca comercial
Zimmermann, M., Koller, C., Rumetsch, M., Ender, A., & Mehl, A. 2016 ²⁸	Precision of guided scanning procedures for full-arch digital Impressions in vivo	Dos sistemas de escaneo intraoral con procedimientos de escaneo guiados de arco completo (Cerec Omnicam Orto; Ormco Lythos) se incluyeron junto con una técnica de impresión convencional con material hidrocoloide irreversible (alginato). Las impresiones de arco completo fueron tomadas tres veces cada uno de 5 participantes (n = 15). Luego se compararon las impresiones dentro de los grupos de prueba utilizando un método de distancia de punto a superficie después del mejor ajuste coincidencia de modelos (OraCheck). Se calculó la precisión utilizando el cuantil (90-10%) / 2 y análisis estadístico con ANOVA de medidas repetidas unidireccionales y prueba de Bonferroni post hoc	74,5 \pm 39,2 μ m 91.4 \pm 48.8 μ m	Intraoral	Cerec Omnicam Ortho Ormco Lythos
Nowak R, Wesemann C, Robben J, Muallah J, Bumann A. 2017 ²⁹	An in-vitro study comparing the accuracy of full-arch casts digitized with desktop scanners	La longitud del arco dental (AL), el ancho intermolar (IMW) y el ancho intercanino (ICW) de los modelos de yeso de referencia se midieron usando una máquina de medición de coordenadas (Zeiss O-Inspect 422). Posteriormente, el modelo maestro se escaneó 37 veces con 11 escáneres de escritorio (3Shape R500, 3Shape R700, 3Shape R1000, 3Shape R2000, Medianetx grande, Medianetx colori, DentaCore CS ULTRA, Dentaorium OrthoX, Maestro 3D, Imetric IScan D104i, GC Aadva Lab Scan) . Con el software Convince Premium 2012 (3Shape), se midieron AL, IMW e ICW en los modelos digitales y se compararon con el modelo de yeso de referencia.	9.1 μ m \pm 4.9 μ m 7,4 \pm 5,9 μ m 11,2 \pm 3,4 μ m 26,6 \pm 7,5 31,1 \pm 24 μ m 13.8 \pm 8,1 μ m	Extraoral	Imetric iscan d104i 3Shape R500 3Shape R700 3Shape R1000 3Shape R2000 Medianetx grande Medianetx colori DentaCore CS ULTRA Dentaorium OrthoX Maestro 3D Imetric IScan D104i GC Aadva Lab Scan

Sfondrini MF, Gandini P, Malfatto M, Di Corato F, Trovati F, Scribante A. 2018 ³⁰	Computerized Casts for Orthodontic Purpose Using Powder-Free Intraoral Scanners: Accuracy, Execution Time, And Patient Feedback	Los arcos dentales de catorce pacientes se evaluaron mediante impresión de alginato, escaneo intraoral sin polvo de dióxido de titanio (Trios, 3Shape) y digitalización obtenida de modelos de yeso utilizando el mismo escáner. Se evaluaron técnicas convencionales y digitales mediante mediciones (longitud anteroposterior del arco superior e inferior, distancia intercanina inferior y superior y distancia intermolar inferior y superior) con un calibre para modelos analógicos y utilizando un software informático para modelos digitales (Ortho Analyzer, Great Lakes Orthodontics).	28 mm ± 1.30 mm	Intraoral	Trios 3 Mono
Song J, Kim M 2020 ³¹	Accuracy on Scanned Images of Full Arch Models with Orthodontic Brackets by Various Intraoral Scanners in the Presence of Artificial Saliva	Se prepararon cuatro modelos de estudio; pegados con brackets de cerámica, metal y resina, respectivamente, y sin brackets. Las imágenes de referencia se tomaron escaneando los modelos con un escáner industrial. Los modelos de estudio se aplicaron luego con saliva artificial y se escanearon 10 veces, respectivamente, con los 4 escáneres intraorales anteriores. Todas las imágenes se convirtieron a formato de archivo STL y se analizaron con un software de análisis 3D. Superponiendo las imágenes de referencia, se recopilaron y compararon los valores medios de discrepancia máxima y los valores medios de discrepancia. Para el análisis estadístico se utilizó ANOVA de dos vías.	1.247 μm ± 0,255 μm 0.758 μm ± 0.170 μm 0.854 μm ± 0.166 μm 0.975 μm ± 0.172	Intraoral	Omniscam CS3600 Trios3 I500
Patzelt SBM, Emmanouilidi A, Stampf S, Strub JR, Att W 2021 ³²	Accuracy of full-arch scans using intraoral scanners	Se digitalizó un modelo representativo con 14 piezas de referencia utilizando un escáner industrial (escáner de referencia), así como cuatro escáneres intraorales (iTero, CEREC AC Bluecam, Lava C.O.S. y Zfx IntraScan). Los conjuntos de datos obtenidos de diferentes escaneos se cargaron en el software de evaluación 3D, se superpusieron y se compararon para determinar su precisión. Se implementó el análisis de varianza unidireccional (ANOVA) para calcular las diferencias dentro de los grupos (precisión), así como las comparaciones con el escaneo de referencia (veracidad). Se estableció un nivel de significación estadística de p < 0,05.	37.9 μm ± 19.1 μm 49.0 ± 13,6 μm 49.6 ± 14,0 μm 332.9 ± 64,8 μm 73.7 ± 26,6 μm	Intra oral	Lava™ C.O.S., Lava software 3.0 iTero 3 shape iTero Dental wings CEREC AC Bluecam Zfx IntraScan
Keul C, Güth JF 2019 ³³	Accuracy of full-arch digital impressions: in vitro and in vivo comparison	Se fijó una barra de metal entre los segundos molares superiores como estructura de referencia en la boca de un paciente voluntario y un modelo de polímero correspondiente. Se aplicaron los siguientes métodos de digitalización: (1) el maxilar se digitalizó in vivo 12 veces con el iTero Element (P-SCAN); (2) el maxilar se capturó in vivo 12 veces mediante impresión convencional y la impresión se digitalizó con un escáner de escritorio (P-IMP); (3) se vaciaron las impresiones y se escanearon los 12 modelos maestros de yeso de referencia con el mismo escáner de escritorio (P-CAST); (4) el modelo de polímero se digitalizó in vitro 12 veces con el iTero Element (M-SCAN); (5) el modelo de polímero fue capturado in vitro 12 veces por impresión convencional y la impresión fue digitalizada por un escáner de escritorio (M-IMP); (6) se vaciaron las impresiones y se escanearon los 12 modelos maestros de yeso de referencia con el mismo escáner de escritorio (M-CAST). Los conjuntos de datos se exportaron y analizaron métricamente (Geomagic Control X) para determinar la aberración de longitud tridimensional y la distorsión angular frente a la estructura de referencia. Se implementó la prueba U de Mann-Whitney para detectar diferencias (p < 0.05).	0.22 μm ± 0.15 μm	Intra oral	iTero

Osnes C., Caplan J., Ferrari M. KA 2021 ³⁴	Investigating three methods of assessing the clinically Relevant trueness of two intraoral scanners	Este estudio investigó la veracidad de dos IOS, utilizando tres métricas. Se discute el valor clínico de cada métrica. Se escaneó un modelo dentado 10 veces utilizando dos escáneres intraorales. Se utilizaron tres métodos para evaluar la veracidad de los escaneos frente a un escaneo producido en un escáner de laboratorio.	0.016 mm± 0.006 mm	Intra oral	Primescan, CEREC 5.0.0
Wesemann C, Muallah J, Mah J, Bumann A 2017 ³⁵	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	Se midió un modelo maestro con un instrumento de medición de coordenadas. Las distancias medidas fueron el ancho intercanino, el ancho intermolar y la longitud de la arcada dentaria. Se tomaron sesenta y cuatro exploraciones con cada uno de los escáneres de escritorio R900 y R700 (3Shape), el escáner intraoral TRIOS Color Pod (3Shape) y la unidad de tomografía computarizada de haz de cono Promax 3D Mid (CBCT) (Planmeca). Todas las exploraciones se midieron con software de medición. Se seleccionó un escaneo e imprimió 37 veces en la impresora 3D estereolitográfica D35 (Innovation MediTech). Los modelos impresos se volvieron a medir utilizando el instrumento de medición de coordenadas.	12 µm ± 8 µm 21 ± 18 um 27 ± 19 um 63 ± 12um 135 ± 30 um	Extra oral	R900 3Shape R700 Trios pod Planmeca plaster Planmeca impression
Lim, J.H, Park, J.M, Kim, M, Heo, S.J. y Myung, J.-Y 2018 ³⁶	Comparison of digital intraoral scanner reproducibility and Image trueness considering repetitive experience	Se reclutó a veinte higienistas dentales con más de 3 años de experiencia en la práctica clínica dental (el grupo 1 tenía de 3 a 5 años; el grupo 2 tenía > 6 años) para aprender a operar 2 sistemas de escáner intraoral. Todos los alumnos escanearon la cavidad bucal del paciente asignado 10 veces durante las sesiones de experiencia. La precisión se calculó como la desviación media entre todas las combinaciones de superposición de los 10 conjuntos de datos escaneados de cada alumno [n = 10C2 = 45]. La veracidad se evaluó superponiendo los 10 datos de escaneo intraoral consecutivos sobre los datos de escaneo de impresión del cuerpo de impresión de caucho de cada paciente (n = 10). Las imágenes adquiridas se procesaron y analizaron utilizando un software de análisis tridimensional. Para el análisis estadístico, se realizó la prueba t independiente de 2 muestras y ANOVA de medidas repetidas (α = .05).	52.3 µm ±45.5 µm 60,5 ± 32.9	Intra oral	Trios (3Shape) ITero
Schmidt, A., Klussmann, L., Wöstmann, B., & Schlenz, M. A. 2020 ³⁷	Accuracy of Digital and Conventional Full-Arch Impressions in Patients: An Update	Se investigaron cuatro impresiones digitales (Trios3Cart, Trios3Pod, Trios4Pod y Primescan) y una CVI en cinco pacientes. Los datos de escaneo se analizaron usando software de análisis tridimensional y modelos convencionales usando una máquina de medición de coordenadas. Se comparó la precisión de transferencia entre la ayuda de referencia y los métodos de impresión. Las diferencias con p <0,05 se consideraron estadísticamente significativas.	33,8 µm ± 31,5 µm	Intra oral	Primescan
Park, G.-H., Son, K., & Lee, K.-B. 2018 ³⁸	Feasibility of using an intraoral scanner for a complete arch digital scan	Se utilizó un escáner industrial para digitalizar un modelo maestro para un modelo de referencia de diseño asistido por computadora (CAD). Además, el modelo maestro se digitalizó utilizando 4 escáneres intraorales (TRIOS2, TRIOS3, CS3500 y CS3600) y 1 escáner de laboratorio dental (FREEDOM HD) para realizar el modelo de prueba CAD (N = 20). Los dientes escaneados se dividieron utilizando un programa de software de inspección (Geomagic control X) y se realizaron análisis de superposición y 3D del modelo de referencia CAD y del modelo de prueba CAD. La presencia o ausencia de distribución normal en los valores de raíz cuadrada media (RMS) de todos los dientes divididos se evaluó y evaluó con la prueba de Kruskal-Wallis (α = .05), y la comparación post hoc se realizó utilizando la U de Mann-Whitney. prueba y método de corrección de Bonferroni (α = .005).	343um ±56.4 um 9,6±1,2um 47,5um ± 1.6um	Intra oral	TRIOS2 TRIOS3 CS3500 CS3600

Favero R, Volpato A, Francesco M, Fiore AD, Guazzo R, Favero L.2019 ³⁹	Accuracy of 3D digital modeling of dental arches	Un modelo de resina creado con impresión dental 3-D fue escaneado por un escáner de referencia (Zfx Evolution - Zimmer Biomet, Palm Beach Gardens, FL) para obtener una referencia 3D; el mismo modelo de resina se escaneó luego con dos escáneres intraorales diferentes (Zfx IntraScan y Carestream 3600 - CS 3600®, Carestream, Rochester, NY, EE. UU.) utilizando: Técnica A (desde el diente # 27 hasta el diente # 17); Técnica B (desde el diente # 11 hasta el diente # 17 y luego desde el diente # 21 hasta el diente # 27) y Técnica C (desde el diente # 22 hasta el diente # 17, y luego desde el diente # 12 hasta el diente # 27 - luego se utilizó el software MeshLab v. 1.3.3 para hacer coincidir los dos escaneos). Los escaneos obtenidos se superpusieron sobre el escaneo de referencia mediante un software y se calcularon las discrepancias volumétricas.	147,34 $\mu\text{m} \pm$ 28,23 μm 142,28 \pm 35,33um	Extra oral Intra oral	Zfx Evolution Carestream 3600
Anh, Ji-Won y col. 2016 ⁴⁰	A comparison of the precision of three-dimensional images acquired by 2 digital intraoral scanners: effects of tooth irregularity and scanning direction	Los modelos de arcos dentales se fabricaron con diferentes grados de irregularidad dental y se dividieron en 2 grupos según la secuencia de exploración. Para evaluar su precisión, las imágenes se superpusieron y se empleó un algoritmo de superposición optimizado para medir cualquier desviación 3D. Se realizaron la prueba t, la prueba t pareada y el ANOVA de una vía ($p < 0,05$) para el análisis estadístico.	22,17 \pm 4,47 μm 29,84 \pm 12,08 μm	Intra oral	Trios® iTero

* DV: desviación estándar

Anexo 2. Precisión de los escáneres intraorales y extraorales

Autor	Tipo de estudio	N	N.º	Impresión Convencional	Escáner digital	Fiabilidad	
						Precisión (\pm DV)	Exactitud (\pm DV)
Zimmermann, et al. Precision of guided scanning procedures for full-arch digital Impressions in vivo. 2017 ²⁸	In vivo	5	2	Alginato		162.2 \pm 71.3 μ m	
					Cerec Omnicam Ortho	*74,5 \pm 39,2 μm	
					Ormco Lythos	91.4 \pm 48.8 μ m	
Nowak R, et al. 2017 ²⁹	In vitro	1	11	N/A	Imetric iscan d104i		*9.1 μm \pm 4.9 μm
					3Shape R500		N/A
					3Shape R700		7,4 \pm 5,9 μ m
					3Shape R1000		11,2 \pm 3,4 μ m
					3Shape R2000		N/A
					Medianetx grande		N/A
					Medianetx colori		N/A
					DentaCore CS ULTRA		26,6 \pm 7,5 μ m
					Dentaurum OrthoX Maestro 3D		31,1 \pm 24 μ m
					Imetric IScan D104i		N/A
					GC Aadva Lab Scan		13.8 \pm 8,1 μ m
Sfondrini MF, Gandini P, Malfatto M, Di Corato F, Trovati F, Scribante A. 2018 ³⁰	In vivo		1	Alginato			28.6 \pm 1.63 mm
					Trios 3 Mono		*28 mm \pm 1.30 mm

Song J, Kim M. 2020 ³¹	In vitro	1	4		Omnica™		1.247 $\mu\text{m} \pm 0,255 \mu\text{m}$
					CS3600		0.758 $\mu\text{m} \pm 0.170 \mu\text{m}$
					Trios3		*0.854 $\mu\text{m} \pm 0.166 \mu\text{m}$
					I500		0.975 $\mu\text{m} \pm 0.172$
Patzelt S, et al 2021 ³²	In vitro	1	5		Lava™		*37.9 $\mu\text{m} \pm 19.1 \mu\text{m}$
					iTero 3 shape		49.0 $\pm 13,6\mu\text{m}$
					iTero Dental wings		49.6 $\pm 14.0\mu\text{m}$
					CEREC AC Bluecam		332.9 $\pm 64,8\mu\text{m}$
					Zfx IntraScan		73.7 $\pm 26,6\mu\text{m}$
Keul C, Güth JF 2019 ³³	In vivo	12	3	Alginato			61.3 $\pm 17.9 \mu\text{m}$
					iTero Element intra oral scanning		*0.22$\mu\text{m} \pm 0.15 \mu\text{m}$
					N/A		0.24 $\mu\text{m} \pm 0.27 \mu\text{m}$
Osnes C., Caplan J., Ferrari M. KA 2021 ³⁴	In vitro	1	2		Primescan, CEREC	*0.016 mm$\pm 0.006 \text{ mm}$	
					Omnica™	0.116 mm ± 0.01	
Wesemann C, et al. 2017 ³⁵	In vitro	1	5		R900 3Shape		*12 $\mu\text{m} \pm 8 \mu\text{m}$
					R700		21 $\pm 18 \mu\text{m}$
					Trios pod		27 $\pm 19 \mu\text{m}$
					Planmeca plaster		63 $\pm 12\mu\text{m}$
					Planmeca impresión		135 $\pm 30 \mu\text{m}$
Lim, J.H, et al. 2018 ³⁶	In vivo	1	2		1 Trios (3Shape)	*52.3 $\mu\text{m} \pm 45.5 \mu\text{m}$	
					Itero	60,5 $\mu\text{m} \pm 32.9 \mu\text{m}$	
Schmidt, A., et al. 2020 ³⁷	In vivo	5	4	Alginato			24.16 $\mu\text{m} \pm 17.7 \mu\text{m}$

					Primescan		*33,8 µm ± 31,5 µm
					Trios3Cart		84.7 µm ± 120.3 µm
					Trios3Pod		204.5 µm ± 182.1 µm
					Trios4Pod		65.2 µm ± 52.9 µm
Park, G.-H., Son, K., & Lee, K.-B. 2018 ³⁸	In vitro	1	4		TRIOS2	343um ±56.4 um	
					TRIOS3	9,6±1,2um	
					CS3500	47,5um ± 1.6um	
					CS3600	N/A	
Favero R, et al. 2018 ³⁹	In vitro	1	2		Zfx Evolution		147,34 µm 28,23 µm
					Carestream 3600		142.28± 35,33um
Anh, Ji-Won y col. 2016 ⁴⁰	In vitro	4	2		Trios® (3Shape Dental Systems)	22,17 ± 4,47 µm	
					iTero	29,84± 12,08 um	

N: Número de escaneos en cada paciente.

N^o: Numero de escáneres usados en cada estudio.

■ Sistemas de impresión digital intraorales.

■ Sistemas de impresión digital extraorales.

* DV: desviación estándar

UCDC-CI-A-2021-518-C

Azogues, December 1 / 2021



**CATHOLIC UNIVERSITY OF CUENCA
LANGUAGE CENTER COORDINATOR**

GRANT THIS

CERTIFICATE
TO

IDROVO CASTILLO GABRIELA CAROLINA

who has completed the legal requirements of foreign language sufficiency, with the following scores

LEVEL 1: 100/100
LEVEL 2: 100/100
LEVEL 3: 100/100

This certification is issued to be eligible to achieve an academic degree.



**ABG. LILIANA URGILÉS A, MGS.
AZOGUES CENTER COORDINATOR**

Typed by	Lcda. Claudia Coronel	
Authorized by	Abg. Mgs. Liliana Urgilés	



Universidad
Católica
de Cuenca

UNIDAD DE TITULACIÓN ODONTOLOGÍA AZOGUES

Dra. Cristina Mercedes Crespo Crespo responsable de la Unidad de Titulación de la carrera de Odontología de la Universidad Católica de Cuenca sede Azogues, certifica que el trabajo titulado **“FIABILIDAD DE LOS SISTEMAS DE IMPRESIÓN DIGITAL EN ORTODONCIA: REVISION DE BIBLIOGRAFICA.”** De la estudiante : **GABRIELA CAROLINA IDROVO CASTILLO**, portador de la cédula de ciudadanía 0302713953 ha sido controlado por el sistema Turnitin reflejando una coincidencia del 5% con las fuentes bibliográficas cuya evidencia se adjunta.

Firma:

Dra. Cristina Mercedes Crespo Crespo

Control similitud Gabriela Idrovo

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%	5%	2%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	www.scielo.sa.cr	2%
	Fuente de Internet	

2	hdl.handle.net	2%
	Fuente de Internet	

Excluir citas Apagado

Excluir coincidencias < 2%

Excluir bibliografía Apagado



Universidad
Católica
de Cuenca

**CERTIFICADO DE NO ADEUDAR LIBROS EN
BIBLIOTECA**

CÓDIGO: F – DB – 31

VERSION: 01

FECHA: 2021-04-15

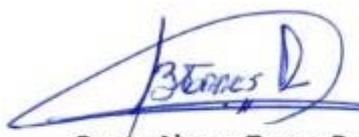
Página 32 de 46

El Bibliotecario de la Sede Azogues

CERTIFICA:

Que, **Gabriela Carolina Idrovo Castillo** portador(a) de la cédula de ciudadanía N° **0302713953** de la Carrera de **Odontología**, Sede Azogues, Modalidad de estudios presencial no adeuda libros, a esta fecha.

Azogues, **29 de noviembre del 2021**


Byron Alonso Torres Romo
Bibliotecario





Declaratoria de Autoría y Responsabilidad

Gabriela Carolina Idrovo Castillo portadora de la cédula de ciudadanía N° **0302713953**. Declaro ser el autor de la obra: **“Fiabilidad de los sistemas de impresión digital en Ortodoncia: Revisión bibliográfica”** sobre la cual me hago responsable sobre las opiniones, versiones e ideas expresadas. Declaro que la misma ha sido elaborada respetando los derechos de propiedad intelectual de terceros y eximo a la Universidad Católica de Cuenca sobre cualquier reclamación que pudiera existir al respecto. Declaro finalmente que mi obra ha sido realizada cumpliendo con todos los requisitos legales, éticos y bioéticos de investigación, que la misma no incumple con la normativa nacional e internacional en el área específica de investigación, sobre la que también me responsabilizo y eximo a la Universidad Católica de Cuenca de toda reclamación al respecto.

Azogues, **29 de noviembre de 2021**

Gabriela Carolina Idrovo Castillo

C.I. 0302713953

