

Citar como:

Palomino-Granados RC, Solar C, Mas J. Impresiones digitales dentales con escáneres intraorales: una revisión de la literatura. Rev Estomatol Herediana. 2024; 34(1): 69-75. DOI: 10.20453/reh.v34i1.5332

Recibido: 21-10-2023

Aceptado: 14-11-2023

En línea: 31-03-2024

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Financiamiento:

Autofinanciado.

Contribución de autoría:

RCPG: conceptualización, curación de datos, investigación, recursos, visualización, redacción de borrador original, redacción (revisión y edición).

CSL: conceptualización, curación de datos, investigación, recursos, visualización, redacción de borrador original.

JML: conceptualización, curación de datos, metodología, administración del proyecto, supervisión, validación, redacción de borrador original, redacción (revisión y edición).

Correspondencia:

Roberto Carlos Palomino Granados

Dirección: Unidad de Posgrado en Estomatología-UPCH.

Av. Salaverry 2475, San Isidro, Lima, Perú

Contacto:

roberto.palomino.g@upch.pe



Artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.




© Los autores

© Revista Estomatológica Herediana

Impresiones digitales dentales con escáneres intraorales: una revisión de la literatura

Dental digital impressions with intraoral scanners: a review of the literature

Impressões digitais dentárias com scanners intraorais: uma revisão da literatura

Roberto Carlos Palomino-Granados ^{1, a} , Cesar Solar Loayza ^{1, a} , Janett Mas López ^{1, b} 

RESUMEN

El diseño asistido por computadora y la fabricación asistida por ordenador (CAD-CAM, por sus siglas en inglés) se ha aplicado en odontología para la confección y el análisis de diversos tratamientos dentales. Inicia con la captura de imágenes a través de escáneres intraorales, contando con diversos tipos de *softwares* y sistemas de exportación de imágenes y tecnología. Las ventajas de este flujo de trabajo digital son el mejor ajuste, el empleo de menor tiempo clínico y la celeridad en tratamientos dentales, además de que brinda una mayor practicidad en el uso de los cirujanos dentistas. La precisión que brinda es clínicamente aceptable en comparación con los métodos convencionales, por lo cual existe suficiente evidencia para su validez; sin embargo, se debe tener en cuenta que diversos factores pueden alterar el resultado, como la experiencia del operador, el tipo de escáner, el tipo de *software*, la actualización del *software*, el principio de escaneo del escáner, el ambiente, la secuencia de escaneo y las estructuras bucales. El presente artículo de revisión tiene como objetivo analizar la literatura sobre las diferentes características y propiedades que presentan los escáneres intraorales en la actualidad, así como la evidencia de los posibles beneficios y la precisión de las técnicas de impresión digital frente a las técnicas de impresión convencionales.

Palabras clave: técnica de impresión dental, materiales de impresión dental, diseño asistido por computadora.

¹ Universidad Peruana Cayetano Heredia, Facultad de Estomatología. Lima, Perú.

^a Estudiante de la segunda especialidad profesional en Odontología Restauradora y Estética.

^b Docente.

ABSTRACT

Computer-aided design and computer-aided manufacturing (CAD-CAM) has been applied in dentistry for the preparation and analysis of various dental treatments. It starts with capturing images through intraoral scanners, having different types of software and image export systems and technology. The advantages of this digital workflow are the following: better adjustment, shorter clinical time, and speed in dental treatments, in addition to providing greater practicality for dental surgeons. The accuracy he provide is clinically acceptable in comparison with conventional methods, so there is sufficient evidence for their validity; however, it should be taken into account that several factors can alter the result, such as the operator's experience, the type of scanner, the type of software, the software update, the scanning principle of the scanner, the environment, the scanning sequence, and the oral structures. The present review article aims to analyze the literature on the different characteristics and properties that intraoral scanners present today and the evidence of the potential benefits and accuracy of digital impression techniques versus conventional impression techniques.

Keywords: dental impression technique, dental impression materials, computer-aided design.

RESUMO

O desenho assistido por computador e o fabrico assistido por computador (CAD-CAM) têm sido aplicados na medicina dentária para a preparação e análise de vários tratamentos dentários. Começa com a captura de imagens através de scanners intraorais, com vários tipos de software e sistemas e tecnologia de exportação de imagens. As vantagens deste fluxo de trabalho digital são as seguintes: melhor ajuste, menor tempo clínico, rapidez nos tratamentos dentários, além de proporcionar maior praticidade no uso dos cirurgiões-dentistas. A precisão que proporcionam é clinicamente aceitável quando comparada com os métodos convencionais, pelo que existem evidências suficientes para a sua validade; no entanto, deve ter-se em conta que vários fatores podem alterar o resultado, tais como a experiência do operador, o tipo de scanner, o tipo de software, a atualização do software, o princípio de digitalização do scanner, o ambiente, a sequência de digitalização e as estruturas orais. Este artigo de revisão tem como objetivo analisar a literatura sobre as diferentes características e propriedades dos scanners intraorais atuais, bem como a evidência dos potenciais benefícios e precisão

das técnicas de moldagem digital em comparação com as técnicas de moldagem convencionais.

Palavras-chave: técnica de moldagem dentária, materiais de moldagem dentária, desenho assistido por computador.

INTRODUCCIÓN

Desde los inicios de la odontología, se han requerido y utilizado técnicas de impresión convencional para registrar de manera tridimensional la cavidad bucal de los pacientes (1); sin embargo, los cambios de volumen de los materiales de impresión y la expansión del yeso dental son sensibles a resultados erróneos. Así también, con el avance de la tecnología aplicada a la odontología (1), a principios de 1980, se desarrolló el diseño asistido por computadora y la fabricación asistida por ordenador (CAD-CAM, por sus siglas en inglés) (2), que fue el primer sistema de la marca comercial Cerec (Sirona). Ello ha generado una mayor importancia en la odontología, y se han obtenido óptimos resultados en la confección de restauraciones con diversos materiales (2). Los tres componentes principales de un sistema CAD-CAM son la unidad de adquisición de datos (escáner intraoral o extraoral), el *software* del programa y el dispositivo de fresado o impresión 3D (3). De este modo, el flujo de trabajo digital inicia con el escaneo intraoral, promoviendo que la disponibilidad de diversos sistemas de escaneo aumente significativamente en los últimos años, funcionando según diferentes principios, incluida la triangulación activa, las imágenes confocales paralelas, el muestreo de frente de onda activo y la estereofotogrametría; mientras que, por otro lado, sistemas más recientes presentan principios combinados (3).

Se ha demostrado que las impresiones digitales son una alternativa clínicamente aceptable a los métodos de impresión convencionales, ya que la tecnología dental digital ha evolucionado y su aplicación se extiende desde coronas unitarias hasta rehabilitaciones completas e incluso con soporte de implantes (3); sin embargo, siguen existiendo limitaciones, ya que la precisión del escaneo intraoral puede verse influenciada por la tecnología del escáner, el sistema operativo, la calibración del dispositivo, el patrón de escaneo, las condiciones de escaneo con luz ambiental, los procedimientos de corte y reescaneado, la extensión del escaneado digital, las características de las estructuras a escanear como preparación dentaria, las restauraciones implantosoportadas y los maxilares

edéntulos parciales o totales (4). Adicionalmente, las impresiones digitales presentan ventajas, como la eficiencia del tiempo clínico en el sillón dental, una mayor comodidad para el paciente, la visualización en tiempo real, la fácil comunicación con los laboratorios dentales y la versatilidad de un flujo de trabajo más fluido y preciso (5, 6).

El presente artículo de revisión tiene como objetivo analizar la literatura sobre las diferentes características y propiedades que en la actualidad presentan los escáneres intraorales (IOS, por sus siglas en inglés: Intra Oral Scanners), así como evaluar la evidencia de los posibles beneficios y la precisión de las técnicas de impresión digital frente a las técnicas de impresión convencionales.

ESCÁNERES INTRAORALES

Obtención de imágenes con escáneres intraorales

Los IOS son dispositivos que se utilizan para la captura de impresiones ópticas directas de la cavidad oral (7). Estos perciben la estructura de la superficie de los diferentes tejidos y capturan esta imagen 3D a través de un láser que proyecta una fuente de luz sobre los arcos dentales, las superficies dentales preparadas y los tejidos adyacentes, mientras que las imágenes son capturadas por sensores (8).

Los IOS están compuestos por una vara portátil (*handheld wand*) que genera una proyección de luz (tecnología activa) para capturar la imagen mediante un método estático (fotos) o dinámico (videos), y que será juntada por el *software* luego de reconocer la triangulación de las imágenes en 3D (9). La triangulación es una técnica en la cual una fuente de luz se refleja sobre un objeto, se registra mediante las coordenadas x e y de cada punto, y luego se calcula la coordenada z, todo con base en diversas tecnologías de imágenes ópticas (10).

Microscopía confocal activa

Es una técnica de obtención de imágenes de profundidades específicas. Esta detecta las diferentes áreas de precisión de la imagen para poder estimar la distancia entre el objeto a escanear y la distancia focal del lente. Posteriormente, un diente puede reconstruirse con imágenes consecutivas adquiridas con distintas distancias focales y valores de diafragma desde diversos ángulos de la periferia del objeto (11). El área de precisión está netamente vinculada con la experiencia del usuario, ya que se puede originar algún tipo de desenfoque por movimiento; además, este tipo de procedimiento requiere que el cabezal sea largo, lo que puede generar dificultades en la práctica clínica (12).

Muestreo de frente de onda activo

Es una técnica de recolección de imágenes que utiliza una cámara y una apertura alejada del eje. El módulo tiene un movimiento donde sigue un trayecto circular alrededor del eje óptico, lo que genera un movimiento rotacional del punto específico de localización a escanear (POI). A partir del patrón producido por cada punto evaluado se logra obtener los datos de profundidad y distancia (13).

Las imágenes capturadas por los diferentes sensores son procesadas por el *software* del escáner que genera un conjunto de vértices (nubes de puntos); luego estas se triangulan creando un modelo de malla en tres dimensiones (7). El rendimiento puede verse influenciado por varios factores, incluido el tipo de IOS, las condiciones intraorales, los protocolos de escaneo, las geometrías de los objetos escaneados y las propiedades ópticas de la superficie, los algoritmos de *software* de procesamiento y las condiciones de luz ambiental (14).

Tipos de *software* y sistemas de exportación de imágenes y tecnología

Los sistemas de transferencia de datos de impresión digital que utilizan los IOS se pueden clasificar en sistemas abiertos y sistemas cerrados.

Sistemas abiertos

Son sistemas donde el *software* de los IOS permiten que la impresión digital se envíe directamente a través de la exportación de archivos fuente, que puede ser un formato de transmisión de datos estándar para confección de elementos en 3D (STL, por sus siglas en inglés: Standard Tessellation Language o Standard Triangle Language), un formato de archivo de polígono (PLY, por sus siglas en inglés: Polygon File Format) o un formato de archivo de objeto (OBJ, por sus siglas en inglés: Object File Format), a diferentes unidades de laboratorio, lo que da la flexibilidad deseada y permite maximizar el potencial de inversión con diferentes opciones (15).

El formato de archivo STL es simple y pequeño, por lo que su procesamiento es más rápido, pero sin representación de color o textura. Por otro lado, los formatos OBJ y PLY pueden almacenar propiedades como el color y la textura que benefician a las impresoras 3D mejoradas (7).

Sistemas cerrados

En un sistema cerrado, las impresiones digitales se envían a la empresa fabricante mediante un pago de

suscripción. La ventaja es que, por ser la configuración, la recolección y la manipulación de los datos realizados por el mismo fabricante, hay mayor seguridad, precisión y un solo lugar para la entrega. Algunos escáneres solo permiten la adquisición de datos, que luego se envían al laboratorio para su posterior procesamiento y fabricación. Por otro lado, hay escáneres que, además de la adquisición, son capaces de fresar o imprimir el mismo día, lo que permite al paciente tener una restauración dental en una sola sesión (7, 16).

Los métodos de recopilación de datos, la transferencia de imágenes, las estrategias de seguimiento y el tamaño de cabezal del escáner pueden variar entre diferentes tipos y marcas, pero cada procedimiento produce un modelo digital de la dentición del paciente (9, 16).

Aceptación de los pacientes respecto al uso del escáner intraoral

En algunos de los estudios que utilizaron la impresión con hidrocoloide irreversible, los pacientes prefirieron la impresión convencional, en comparación con un IOS de generaciones anteriores, debido a las dificultades en la impresión óptica, en relación con la operabilidad, el tamaño del escáner, la velocidad de escaneo, etc. Sin embargo, debido a la mejora de la tecnología del *hardware*, la velocidad de escaneo ha mejorado y se ha reducido el tamaño de los dispositivos, optimizándose su ergonomía (1-6). Por lo tanto, en investigaciones recientes, muchos pacientes respondieron que el IOS era más cómodo, más aún cuando es necesario repetir alguna impresión dental con la técnica convencional, lo que significaría mayor tiempo con el paciente en el sillón dental y el uso extra de material; además, un beneficio adicional es que se minimizaría el reflujo nauseoso. Algunos estudios utilizan impresiones con hidrocoloides irreversibles como comparación, ya que son más fáciles de controlar que las impresiones con elastómeros (3). Como consecuencia, al comparar el IOS con las impresiones convencionales, es claro que el primero presenta cualidades y resultados superiores con respecto a la aceptación del paciente (1-7).

Satisfacción del operador

Schlenz et al. (10) y Lam et al. (11) demostraron que hubo una proporción significativamente mayor de estudiantes que percibieron que el IOS requiere menos apoyo en el sillón y es más fácil de dominar como principiante. Además, el 60,2 % de los estudiantes no tuvieron dificultad para operar el *software* del escáner, por lo cual el proceso de escaneo era manejable (11).

Precisión de impresiones digitales realizadas con escáneres intraorales

La exactitud de los métodos de impresión es fundamental para el ajuste interno y externo de las restauraciones indirectas. La exactitud es la diferencia entre los valores cuantitativos obtenidos de la medición y de los valores espaciales reales del objeto medido, y, a su vez, comprende veracidad y precisión. La veracidad es qué tan cerca están los resultados de una medición de los valores reales del objeto medido; mientras que la precisión es la variabilidad de las mediciones repetidas del objeto medido (7). Cuanto mayor sea la precisión, más fiable será la medición; y cuanto mayor es la veracidad, más se acerca la medición a las dimensiones reales del objeto. Los métodos para comparar la precisión de las impresiones digitales y convencionales son la medición lineal y la superposición 3D. En comparación con la medición lineal, la superposición 3D evalúa cientos de puntos de medición, que pueden reflejar la deformación de toda la arcada dental (11).

La precisión de un escaneo digital depende de la luz ambiental, el tamaño del cabezal del escáner, la tecnología de escaneo, si se requiere polvo reflectante, el programa de *software* del escáner, el protocolo de escaneo, el espacio limitado en la apertura bucal, la longitud del tramo edéntulo, entre otros (5); por lo que, para evaluar el ajuste de las restauraciones cuando se utilizan sistemas de IOS, se pueden utilizar enfoques indirectos bidimensionales o tridimensionales (4-6). Las discrepancias marginales internas de menos de 120 μm se han descrito como clínicamente suficientes para el ajuste de las restauraciones de un solo diente (2). A pesar de esto, la Asociación Dental Estadounidense recomienda que el espesor de la cementación no supere los 40 μm (2, 17). Por lo tanto, este límite de aceptabilidad aún no está definido, y una adaptación marginal/interna inadecuada puede predisponer al fracaso de la restauración. Al evaluar el ajuste final, deben tenerse en cuenta factores como el diseño CAD, el proceso de fresado CAM y el asentamiento de la restauración y la geometría de la preparación, ya que la literatura existente defiende que cuanto más complejas son las morfologías escaneadas, más difícil es reproducirlas en forma digital y, en consecuencia, podría producirse un efecto perjudicial sobre la precisión (3, 15, 18).

El ajuste marginal deficiente puede favorecer la acumulación de biopelícula y causar complicaciones, como caries secundarias y enfermedad periodontal, y la adaptación interna deficiente puede provocar pérdida










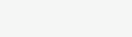
Escáner (Marca comercial)	Principio de escaneo	Tamaño	Precio	Pantalla Integrada	Sistema Abierto
Trios 4 (3Shape)	Microscopía confocal	Pequeño		NO	SI
Trios 3 (3Shape)	Microscopía confocal	Pequeño		NO	SI
Primescan (Dentsply Sirona)	Triangulación activa y Microscopía confocal	Mediano		SI	SI
Omniscan (Dentsply Sirona)	Triangulación activa	Mediano		SI	SI
Cs3600 (Carestream)	Vídeo 3D de velocidad activa	Mediano		NO	SI
Cs3500 (Carestream)	Triangulación óptica	Mediano		NO	SI
iTero Scanner (Align Technology)	Microscopía confocal paralela	Mediano		SI	SI
i500 (Medit)	Triangulación activa	Mediano		NO	SI
i700 (Medit)	Tecnología de vídeo 3D en movimiento/ Captura de transmisión en 3D a todo color	Mediano		NO	SI
Virtuo Vivo (Dental Wings)	"Orthographic Projection"	Pequeño		NO	SI

Figura 1. Comparación de escáneres intraorales según sus características.

de retención axial, falta de estabilidad rotacional, resistencia a la fractura reducida e inexactitudes de posicionamiento, que conducen a interferencias interproximales y oclusales (3-8).

Adicionalmente, el fabricante de cada escáner especifica una estrategia de escaneo, aunque para arcada completa no menciona el cuadrante de inicio. En general, los escáneres más recientes, Trios 4 y Primescan, proporcionan datos más precisos para impresiones digitales de arcada completa; sin embargo, no hay evidencia, hasta la fecha, de diferencias relevantes en el rendimiento entre los diversos escáneres digitales que sean clínicamente relevantes. Esto, por un lado, puede deberse a los continuos avances en el desarrollo de *hardware* y/o a la actualización del *software*. Para los sistemas Cerec, la versión del *software* tuvo un impacto significativo en la precisión del IOS; y para el escáner Trios, el *hardware* también tiene una influencia significativa en la precisión de la transferencia de los escaneos de arcada completa (1, 17).

Comparación entre impresiones digitales e impresiones convencionales

Las impresiones dentales pueden ser convencionales o digitales. Las impresiones convencionales se refieren a la impresión en negativo de la superficie dental y estructuras adyacentes. En la actualidad, los materiales más utilizados para este tipo de impresiones son los hidrocoloides irreversibles y los elastómeros (1, 5, 16).

Con la llegada del IOS, el interés por las impresiones digitales obtenidas directamente del escaneo intraoral ha ido en aumento (4, 5). En comparación con las impresiones convencionales, las impresiones digitales generadas por IOS presentan diversas ventajas. No obstante, las impresiones convencionales y los modelos de yeso siempre se han considerado el patrón de oro (9-12). Hasanzade et al. (13) demostraron que, para las impresiones de arcada parcial, las impresiones digitales eran tan —o incluso más— precisas que las impresiones de poliéter y polivinilsiloxano en la fabricación de prótesis dentales fijas de una sola unidad y de tramo corto. Además, los escáneres digitales han demostrado impresiones clínicamente aceptables de uno o dos implantes contiguos (6-8, 10).

En cuanto a las impresiones de arcada completa, los resultados de precisión y veracidad son ambiguos. En ese sentido, Kong et al. (19) demostraron en una revisión sistemática que la veracidad de las impresiones digitales y de las impresiones con hidrocoloide irreversible de arcada completa fueron similares, y ambas mostraron alta precisión. Esto concuerda con Sfondrini et al. (14), quienes informaron que las precisiones de las impresiones digitales y de alginato eran las mismas. Sin embargo, Tomita et al. (15) afirmaron que las impresiones digitales mostraron una mayor precisión en comparación con las impresiones de alginato y polivinilsiloxano. Asimismo, Duvert et al. (16) encontraron que las impresiones digitales

eran menos precisas que las impresiones de polivinilsiloxano (16); y Atieh et al. (18) concluyeron que las impresiones digitales mostraban una menor precisión en comparación con las impresiones de polivinilsiloxano.

Por otro lado, las impresiones de arcada completa son esenciales para el diagnóstico en algunas especialidades dentales, como ortodoncia, odontología restauradora, rehabilitación oral, así como en la evaluación preoperatoria en cirugía ortognática (15-20). Por lo que varios estudios *in vitro* han concluido que la impresión digital proporciona una mayor precisión para los valores de ajuste marginal que la técnica convencional, ya que se evita posibles deformaciones debido a las propiedades del material causados por la polimerización incompleta; sin embargo, no se debe excluir los diferentes factores, como la saliva, el líquido sulcular, la sangre y el movimiento del paciente, que podrían afectar la precisión de la impresión en condiciones *in vivo* que no existen en el método *in vitro* (1, 6, 17, 19, 20).

Actualmente las impresiones digitales, en comparación con las impresiones convencionales, muestran una excelente precisión y versatilidad, y proporcionan un flujo de trabajo con mayor celeridad, por lo que se las considera aceptables para el uso clínico. No obstante, se debe tener en cuenta las diversas causas que pueden alterar el resultado, como la experiencia del operador, el tipo de escáner, el tipo de *software*, el ambiente, la secuencia de escaneo y las estructuras bucales. Por estas razones es fundamental conocer los factores que pueden disminuir la precisión del escaneo para así maximizar la precisión.

REFERENCIAS

1. Kihara H, Hatakeyama W, Komine F, Takafuji K, Takahashi T, Yokota J, et al. Accuracy and practicality of intraoral scanner in dentistry: a literature review. *J Prosthodont Res* [Internet]. 2020; 64(2): 109-113. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2019.07.010>
2. Siqueira R, Galli M, Chen Z, Mendonça G, Meirelles L, Wang HL, et al. Intraoral scanning reduces procedure time and improves patient comfort in fixed prosthodontics and implant dentistry: a systematic review. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2021; 25(12): 6517-6531. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00784-021-04157-3>
3. Carneiro Pereira AL, Bezerra de Medeiros AK, De Sousa Santos K, Oliveira de Almeida É, Seabra Barbosa GA, Da Fonte Porto Carreiro A. Accuracy of CAD-CAM systems for removable partial denture framework fabrication: a systematic review. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2021; 125(2): 241-248. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.01.003>
4. Bandiaky ON, Le Bars P, Gaudin A, Hardouin JB, Cheraud-Carpentier M, Mbodj EB, et al. Comparative assessment of complete-coverage, fixed tooth-supported prostheses fabricated from digital scans or conventional impressions: a systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2022; 127(1): 71-79. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.09.017>
5. Siqueira R, Galli M, Chen Z, Mendonça G, Meirelles L, Wang HL, et al. Intraoral scanning reduces procedure time and improves patient comfort in fixed prosthodontics and implant dentistry: a systematic review. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2021; 25(12): 6517-6531. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00784-021-04157-3>
6. Khalifa N. Digital impressions. En: Jain P, Gupta M, editores. *Digitization in Dentistry*. Cham: Springer; 2021. pp. 169-187.
7. Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. *BMC Oral Health* [Internet]. 2017; 17(1): 149. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12903-017-0442-x>
8. Ma Y, Guo YQ, Saleh MQ, Yu H. Influence of ambient light conditions on intraoral scanning: a systematic review. *J Prosthodont Res* [Internet]. 2023. Disponible en: https://doi.org/10.2186/jpr.jpr_d_23_00098
9. Pan Y, Tsoi JKH, Lam WYH, Chen Z, Pow EHN. Does the geometry of scan bodies affect the alignment accuracy of computer-aided design in implant digital workflow: an *in vitro* study? *Clin Oral Implants Res* [Internet]. 2022; 33(3): 313-321. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/clr.13890>
10. Schlenz MA, Michel K, Wegner K, Schmidt A, Rehmann P, Wöstmann B. Undergraduate dental students' perspective on the implementation of digital dentistry in the preclinical curriculum: a questionnaire survey. *BMC Oral Health* [Internet]. 2020; 20(1): 78. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12903-020-01071-0>
11. Lam WYH, Mak KCK, Maghami E, Molinero-Mourelle P. Dental students' preference and perception on intraoral scanning and impression making. *BMC Med Educ* [Internet]. 2021; 21(1):

501. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s12909-021-02894-3>
12. Manisha J, Srivastava G, Das SS, Tabarak N, Choudhury GK. Accuracy of single-unit ceramic crown fabrication after digital versus conventional impressions: a systematic review and meta-analysis. *J Indian Prosthodont Soc* [Internet]. 2023; 23(2): 105-111. Disponible en: https://doi.org/10.4103/jips.jips_534_22
 13. Hasanzade M, Aminikhah M, Afrashtehfar KI, Alikhasi M. Marginal and internal adaptation of single crowns and fixed dental prostheses by using digital and conventional workflows: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2021; 126(3): 360-368. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.07.007>
 14. Sfondrini MF, 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* [Internet]. 2018; 2018: 4103232. Disponible en: <https://doi.org/10.1155/2018/4103232>
 15. Tomita Y, Uechi J, Konno M, Sasamoto S, Iijima M, Mizoguchi I. Accuracy of digital models generated by conventional impression/plaster-model methods and intraoral scanning. *Dent Mater J* [Internet]. 2018; 37(4): 628-633. Disponible en: <https://doi.org/10.4012/dmj.2017-208>
 16. Duvert R, Gebeile-Chauty S. La précision des empreintes numériques intra-orales en orthodontie est-elle suffisante? [Is the precision of intraoral digital impressions in orthodontics enough?]. *Orthod Fr* [Internet]. 2017; 88(4): 347-354. Disponible en: <https://www.jle.com/10.1051/orthodfr/2017024>
 17. Tabesh M, Nejatidanesh F, Savabi G, Davoudi A, Savabi O. Marginal accuracy of lithium disilicate full-coverage single crowns made by direct and indirect digital or conventional workflows: a systematic review and meta-analysis. *J Prosthodont* [Internet]. 2022; 31(9): 744-753. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/jopr.13515>
 18. Atieh MA, Ritter AV, Ko CC, Duqum I. Accuracy evaluation of intraoral optical impressions: a clinical study using a reference appliance. *J Prosthet Dent* [Internet]. 2017; 118(3): 400-405. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.10.022>
 19. Kong L, Li Y, Liu Z. Digital versus conventional full-arch impressions in linear and 3D accuracy: a systematic review and meta-analysis of *in vivo* studies. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2022; 26(9): 5625-5642. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00784-022-04607-6>
 20. Pilecco RO, Dapieve KS, Baldi A, Valandro LF, Scotti N, Pereira GKR. Comparing the accuracy of distinct scanning systems and their impact on marginal/internal adaptation of tooth-supported indirect restorations. A scoping review. *J Mech Behav Biomed Mater* [Internet]. 2023; 144: 105975. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2023.105975>