



UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

SISTEMAS DE ESCANEADO INTRAORAL EN ODONTOLOGIA



Dra. Marisol Andrea Gandini Paz

Tutor: Prof. Adj. Dr. Mario Héctor Pacheco Rivera

Carrera de Especialización en Odontología Restauradora Integral

Escuela de Graduados- Facultad de Odontología

Universidad de la República

Uruguay, 2022

SUMARIO:

RESUMEN

1) INTRODUCCIÓN

2) OBJETIVOS

3) METODOLOGÍA

4) DESARROLLO DEL TEMA

4.1. Escáneres Intraorales

4.2. Marcas comerciales más representativas en el mercado y sus características más relevantes

4.3. Ventajas y Limitaciones de los escáneres intraorales

4.4. Aplicaciones clínicas en Odontología

4.5 Presentación de Caso clínico

4.6. Impresiones digitales Vs Impresiones análogas

4.7 Factores de precisión de ambas técnicas (digital y análoga)

5) DISCUSION

6) CONCLUSIONES

7) BIBLIOGRAFÍA

RESUMEN

Un nuevo término a surgido en odontología, "flujo digital". Este concepto, es el proceso por el cual se escanea tridimensionalmente un modelo de yeso o directamente la cavidad bucal del paciente; dicha imagen se procesa en computadora con la finalidad de obtener de manera precisa las condiciones de las piezas dentarias y tejidos circundantes para llegar a realizar un correcto diagnóstico y posterior tratamiento.

La elaboración del diagnóstico puede ser complementada por sobreposición de otras imágenes (tomografía, radiografías digitales y fotografías), luego se planifica el tratamiento y posteriormente se realiza la elaboración de restauraciones, guías quirúrgicas, aparatos fijos o removibles, entre otros tratamientos.

El escaneo intrabucal nos permite optimizar el flujo digital absoluto, proporciona la posibilidad de la prevención eficiente de errores desde el inicio del registro hasta la obtención del trabajo final, además de brindar una solución personalizada para cada paciente.

La incorporación del odontólogo a la utilización de los Sistemas de escaneo intraoral, se ve planteado como un reto de adquirir nuevos conocimientos, realizar nuevas inversiones económicas obteniendo una sistemática en la que cada fase del trabajo: diagnóstico, planificación y tratamiento, este mediada por un recurso digital. Todas las herramientas digitales nos permiten valorar, medir y poder planificar con mejores criterios con la finalidad de tomar decisiones correctas en la ejecución del plan de tratamiento; esta evolución constante, tiende a eliminar o sustituir las impresiones y registros interoclusales convencionales por la toma de registros digitales.

El presente trabajo está dirigido al estudiante avanzado y al odontólogo general, a fin de orientar en la resolución de los diferentes casos, sabiendo y conociendo aspectos generales de los escáneres intraorales, mencionando las diferentes marcas comerciales más representativas en el mercado, sus características principales, las aplicaciones clínicas que presentan, como también las ventajas y limitaciones que tienen estos registros comparados con la tecnología análoga.

1) INTRODUCCION

Las siglas CAD/CAM, tienen su origen en la lengua inglesa: Computer-Aided Desing/Computer Aided Manufacturing, en el idioma español, quiere decir diseño dirigido por ordenador/fabricación dirigida por computadora, las cuales hacen referencia, a la técnica de producción integrando los conocimientos informáticos, para aplicarlos tanto al diseño, como la fabricación de piezas originariamente de ingeniería, pero que se han venido utilizando en diferentes campos, entre ellos la Odontología.

En lo referente al mundo de la Odontología, estos sistemas CAD/CAM han supuesto una constante revolución, desde su introducción ya en 1971, teniendo un gran aporte en varias especialidades: rehabilitación e implantología. (1)

Estas especialidades se complementan significativamente en los casos de edentulismos parciales y completos, con resultados satisfactorios, desde el diagnostico, la planificación del caso, hasta la confección de la restauración. (1)

Tradicionalmente, los registros intraorales son tomadas directamente en la boca del paciente mediante materiales de impresión, y a partir de éstas, se obtiene un duplicado de los tejidos dentales. Con este tipo de técnica y materiales, se puede lograr una buena calidad de registros, dependiendo del conocimiento, la habilidad del clínico y el tipo de material utilizado. Sin embargo, hay varias fuentes potenciales de error en este tipo de técnica, entre ellos: la posible distorsión de los materiales de impresión, el proceso de desinfección utilizado, el transporte de la cubeta de impresión al laboratorio dental bajo las diferentes condiciones climáticas, entre otros.

Los errores de este flujo de trabajo convencional pueden convertirse en los responsables de la falta de adaptación final de la restauración y condicionar su viabilidad. (2,3)

Cuando hablamos del uso de tecnologías computer-aided para la producción de restauraciones dentales, los requerimientos básicos son digitalizar el diente a restaurar y las relaciones de este con el resto de los componentes del sistema estomatognático. La precisión en la digitalización es un factor esencial, que influye en el resultado final de las restauraciones.

Actualmente, el advenimiento de la tecnológica digital nos ha permitido comenzar a tomar estas impresiones intraorales con métodos más precisos y menos desagradables para el paciente; estos dispositivos médicos de registro son conocidos como escáneres intraorales, definidos como una herramienta tecnológica, que nos permite crear un archivo digital 3D de la boca del paciente y de esta manera generar un diagnóstico, una planificación o una rehabilitación. (3)

El primer paso de todo el trabajo digital es la impresión intraoral óptica. Este registro, nos permite comprobar inmediatamente la calidad de la impresión; si el odontólogo no está satisfecho, se puede repetir el registro en la misma cita. Es por esto, que esta técnica contribuye a un trabajo más eficiente en la consulta dental; se evita el uso de impresiones con cubetas y su consecuente material, lo que contribuye al confort del paciente. (3)

2) OBJETIVOS

Los objetivos de este trabajo son:

Objetivo general:

- 1) Profundizar sobre esta tecnología de escaneado intraoral

Objetivos específicos:

- 1) Revisar en la literatura actual las aplicaciones del escáner intraoral en la odontología contemporánea
- 2) Investigar y comparar la precisión de las impresiones digitales vs impresiones convencionales

Variable independiente: Escáner intraoral

Variable dependiente: Odontología

3) METODOLOGIA

En la actualidad, es difícil realizar una revisión sistemática completa de los escáneres intraorales, dado el número insuficiente de ensayos disponibles sobre el uso clínico de estos dispositivos, así como las numerosas aplicaciones clínicas posibles y los elementos tecnológicos a considerar. Teniendo en cuenta estos aspectos, esta revisión, ir respondiendo a los objetivos planteados en el presente trabajo.

Se realizó una búsqueda electrónica a través de los portales PubMed, Timbó y Google Scholar, con el fin de recabar información acerca de los sistemas de escaneado intraoral en odontología. Para ello se utilizaron los siguientes descriptores: “Digital impression”, “intraoral scanner”, “technical impresión”, “accuracy”

El objetivo fue incluir publicaciones con un rango de 12 años a la fecha de comenzado este trabajo (Mayo 2021-Diciembre 2022), del tipo revisiones, revisiones sistemáticas y estudios clínicos aleatorizados. La búsqueda realizada con la posterior selección y/o descarte de los artículos se efectuó, luego de leer título y/o abstract.

Dicha búsqueda fue complementada con una búsqueda bibliográfica convencional de artículos. Se cargaron todos los artículos seleccionados en la plataforma Mendeley para eliminar duplicados y poder insertar las citas bibliográficas.

4) DESARROLLO DEL TEMA

En el año 1971 el Dr. François Duret describió el funcionamiento del sistema (CAD/CAM) (Computer-aided design and computer- aided manufacturing; Este término, comenzó a utilizarse a nivel odontológico al introducirse el sistema CEREC a nivel mundial. Con el comienzo de la digitalización, los pasos para la fabricación de una restauración comenzaron a reducirse (2,4,5)

En el año 1980 fue presentado el primer escáner intraoral para la odontología restauradora por el Dr. Werner Mörmann, y un ingeniero eléctrico italiano, Marco Brandestini, quienes desarrollaron el concepto de lo que introduciría CEREC en 1987 por Sirona Dental Systems, como el primer sistema comercial CAD / CAM para restauraciones dentales.

Desde entonces, se ha desarrollado esta tecnología, apareciendo en los últimos años escáneres cada vez más fáciles de usar y precisos, fabricando estructuras con muy buen ajuste (6,7)

Los protocolos de trabajo digitales, junto con los nuevos materiales para la confección de restauraciones y dispositivos intraorales CAD/CAM, nos permiten realizar tratamientos poco invasivos, rápidos, sencillos, predecibles y con un ajuste superior a los tratamientos convencionales; además de lograr una mejor comunicación, tanto con el paciente como con el laboratorio dental, y un considerable ahorro de tiempo.

Para la fabricación de restauraciones dentales o la elaboración de modelos digitales, existen 3 pasos fundamentales en el concepto de “digital workflow” o flujo de trabajo digital:

1. Digitalización de la preparación dentaria o de la superficie a escanear.

Esta fase puede ser realizada mediante los escáneres intraorales o extraorales en función de si se trata de una digitalización directa o indirecta. Dependiendo del procedimiento a realizar, se utilizarán escáneres intraorales con los que se escanea las estructuras dentarias directamente o escáneres en los que se puede registrar, modelos, encerados o incluso impresiones previamente ya tomadas.

Esta nueva tecnología también puede simplificar el registro de la relación maxilar. Si hasta ahora venía registrándose como mínimo con un molde para la toma de mordida o, en el caso de la determinación de la relación céntrica, mediante una determinación de la relación maxilar realizada por el odontólogo, ahora también puede llevarse a cabo digitalmente. De esta manera, puede prescindirse en gran medida de material de registro entre las arcadas dentarias, así como de una intervención por parte del odontólogo; minimizando el riesgo de una determinación incorrecta de la relación maxilar. (8)

Diseño por computadora, “CAD”

En esta etapa se realiza la manipulación del archivo digital para el diseño de las restauraciones dentales. La información obtenida con la digitalización con un software específico de diseño se pueden crear tanto modelos como restauraciones dentarias (Imagen 1)



Imagen 1. Fase CAD. Software Nobel Procera® (1)

2. Tecnología de producción o elaboración, fase “CAM”

Se realizará el correspondiente fresado o mecanizado del diseño realizado en el paso anterior. Mediante distintas técnicas de procesado se pueden obtener modelos, restauraciones en diversos materiales (1)

Los escáneres intraorales son dispositivos que permiten realizar una captura directa de las superficies del medio oral, así como de las preparaciones dentarias.

El propósito de estos dispositivos 3D, es crear una “nube de puntos” mediante el cual convierte un objeto en una imagen tridimensional. Se utilizan diferentes coordenadas, las primeras 2 (x-y), de cada punto se evalúan en la imagen y la tercera coordenada (z) se calcula según la distancia de cada objeto a la cámara, luego se genera un modelo 3D de malla poligonal haciendo coincidir los puntos de interés tomados bajo diferentes ángulos. Su formato de archivo informático es “stl”, que recibe su nombre de la estereolitografía (stereolithography) o el nombre más utilizado hoy en día para el archivo STL (Standard Tessellation Language).

Este tipo de formato es universalmente reconocido y presenta varias ventajas, facilita la colaboración entre software de captura, diseño CAD y programación CAM. Además, los STL son sencillos y “pequeños”, por lo que trabajar con ellos y moverlos no tiene mayor complejidad. (6)

Sin embargo, los STL tienen un “gran inconveniente”, los archivos codifican para la geometría de la superficie sin representar el color o la textura. Otro problema, es la resolución, mantener una alta resolución o codificar objetos de mayor tamaño requiere más triángulos, lo que da lugar a archivos de mayor tamaño. Cuanto mayor sea el tamaño del archivo, más tiempo se tarda en procesar, trabajar o moverlo.

Los formatos de archivo OBJ y PLY, se crearon para compensar lo que les falta a los archivos STL. Ambos pueden almacenar propiedades como el color o la textura, y no solo se limitan a tener triángulos para crear la superficie del modelo 3D, sino que pueden utilizar varios polígonos, con lo que nos pueden llegar a dar una mejor codificación de la malla y por ello una mejor resolución.

Tanto el formato OBJ como PLY son bien conocidos y ampliamente utilizados por su capacidad de almacenar el color y la textura junto a otros detalles. También existen formatos propios de las plataformas de escáneres que aún nos permite enviar más información junto al color o las texturas. (Imagen 2) (6,9)

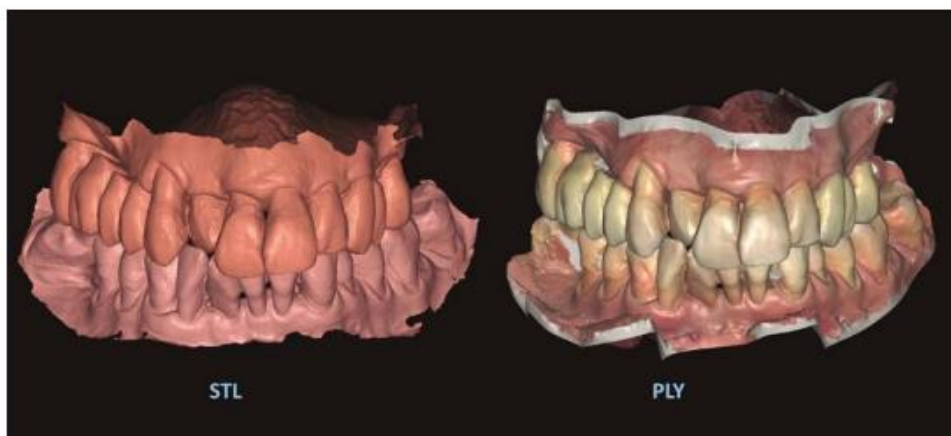


Imagen 2. Archivos STL Y PLY de un mismo caso (9)

El modelo de nube de puntos mencionado anteriormente es una copia virtual de lo escaneado; una vez que se realiza la captura de datos, las nubes de puntos son difíciles de inspeccionar y de manejar, por lo que se suelen convertir en modelos de malla poligonal mesh. Podemos visualizarlo como la unión de los puntos de la nube formando triángulos, cuadriláteros u otros polígonos complejos (Imagen 3)

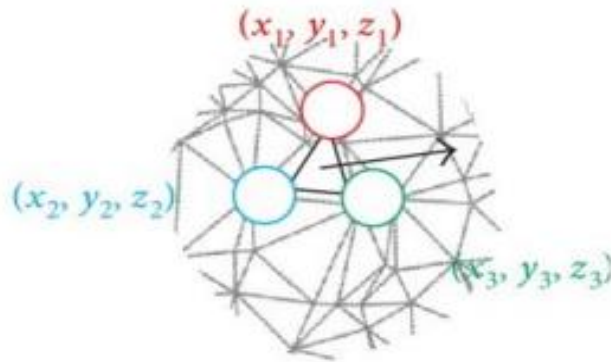
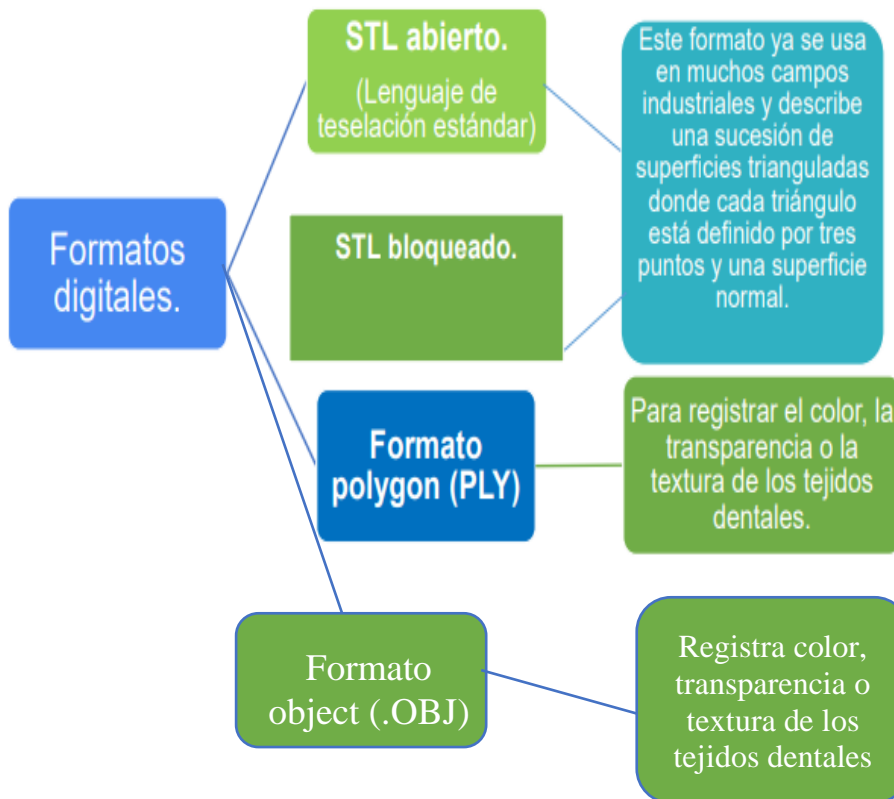


Imagen 3. Malla Poligonal (6)

Entendiendo el proceso de captura, una malla poligonal (del inglés: polymesh o mesh) es una superficie creada mediante un método tridimensional generado por sistemas de vértices posicionados en un espacio virtual con datos de coordenadas propios.

El objetivo de los escáneres intraorales es registrar con precisión la geometría tridimensional de un objeto (Esquema 1) (2,6)



Esquema 1. Formatos digitales de las tecnologías de los Escáneres (6 modificado)

4.1. ESCANERES INTRAORALES

Estos dispositivos, están basados en una tecnología óptica sin contacto físico, combinando algún tipo de técnica de imagen, tales como:

- microscopía confocal
- tomografía de coherencia óptica
- fotogrametría
- visión estéreo activa y pasiva
- Triangulación
- interferometría y principios de desplazamiento de fase.

Los escáneres intraorales se pueden clasificar en dos tipos:

- Escáneres de tecnología fotográfica:

Son aquellos que captan imágenes individuales de las áreas a escanear, como iTero (Cadent Inc, Carlstadt, USA), E4D (D4D Technologies, LLC, USA) y TRIOS (3Shape, DK). TRIOS graba imágenes a tal velocidad que es funcionalmente un escáner capaz de captar múltiples imágenes. En una sola imagen son captados aproximadamente tres dientes. Para registrar áreas más amplias de la dentición, se toman una serie de imágenes individuales que el programa de software ensambla en un modelo virtual en tres dimensiones. (7)

- Escáneres de tecnología de vídeo:

Son aquellos que graban las áreas escaneadas funcionando de forma similar que una cámara de video. Un ejemplo de este tipo de escáneres es Lava C.O.S (3M Espe, St. Paul, USA) fue el primer escáner óptico de este tipo que apareció en el mercado; otro ejemplo de escáner que utiliza este tipo de tecnología es la última versión de Cerec (Sirona® Dental Systems), Cerec Omnicam®, Cerec Primescan. (7)

4.2. MARCAS COMERCIALES MAS REPRESENTATIVAS EN EL MERCADO DE LOS ESCANERES INTRAORALES Y SUS CARACTERISTICAS MAS RELEVANTES:

1. iTero Element 5D de Align Technology

Este dispositivo intraoral fue introducido en el año 2007 por Align Technology. Actualmente encontramos: iTero Element, iTero Element Flex, Elemnt2 y el nuevo iTero Element 5D. iTero Element 5D.



Imagen 4. iTero Element 5D de Align Technology (10)

- Escanea a color
- Presenta pantalla táctil
- Requiere siempre una conexión en línea para funcionar
- Presenta puntas desechables
- No necesita utilizar polvo para que refleje la luz, lo cual hace que el proceso sea más suave
- El tiempo de escaneado es de 60 segundos.
- Es relativamente grande y pesado (500gr), el cabezal sobresale del cuerpo, lo que hace que escanear algunas áreas sea incómodo
- Requiere costo de suscripción.

- Es uno de los mejores escáneres para tratamientos de ortodoncia, especialmente Invisalign. Debido a su característica única simulando resultados en pocos minutos. (3,10)

2. I500 de Medit

El escáner i500 fue lanzado al mercado en el año 2018, pesando 276 grs. Tiene un diseño básico pero efectivo.



Imagen 5. Escáner I500 de Medit (10)

- Es uno de los escáneres intraorales más ligeros del mercado (276gr), la velocidad de escaneo y fluidez supera a Itero Element 5D con menos de 60s de escaneado.
- Escaneo a color
- De precio accesible, sin costo de suscripción, los primeros 20GB son gratuitos y después se paga por el uso de la nube
- Se actualiza con gran rapidez, casi una vez por mes se optimiza o se agrega algo nuevo
- Presenta un modo fuera de línea que puede durar hasta 2 semanas aproximadamente
- No tiene pantalla táctil, sino que funciona con ratón y teclado (tecnología USB)
- No puede detectar caries
- El i500 utiliza un sistema CAD/CAM abierto para compartir archivos con laboratorio
- Presenta puntas pequeñas esterilizables (3,7,10)

3. TRIOS 4 de 3 Shape

El escáner TRIOS fue introducido en el año 2011.

Actualmente encontramos:

- 3Shape TRIOS 3 Basic
- 3Shape TRIOS 3
- 3Shape TRIOS 4.
- 3 Shape TRIOS 5



Imagen 6. Escáner TRIOS 4 de 3 Shape (10)

- Posee un diseño moderno y elegante.
- Un escaneo de arco completo en tan sólo 25 segundos. Siendo uno de los más rápidos del mercado. Gracias a su nueva generación de puntas inteligentes TRIOS, con calor instantáneo que optimiza el escaneado
- Es el único escáner intraoral con una opción completamente inalámbrica para usar en caso de que la batería se agote
- Presenta un software sencillo, que facilita su manejo
- En cuanto al precio, es de los más elevados del mercado. Requiere de costo de suscripción
- Presenta pantalla táctil
- Presenta tecnología CAD/CAM abierta (comparte archivos con el laboratorio)
- Gracias a sus puntas inteligentes, escanea entre el doble y el triple de pacientes y un 30 % más de autonomía de la batería. (3,10,11)

4. Primescan de Dentsply Sirona

La casa Sirona ha presentado:

- CEREC 1 y CEREC 2
- CEREC Omnicam
- CEREC Primescan.

Los sistemas CEREC son más sencillos de usar y más veloces sin necesidad del uso del polvo. Primescan fue introducido al mercado en 2019, es claramente el escáner más rápido actualmente. Su flujo de escaneo es sumamente suave.



Imagen 7. Primescan de Dentsply Sirona (10)

- El Primescan es muy grande en tamaño (524g) en comparación con el Omnicam (316g)
- No detecta caries. Y el ventilador es ahora interno, igual que el de la mayoría. El carro es inalámbrico y permite estar sin conexión hasta 60 minutos
- El carro ha mejorado en tamaño de pantalla, es más grande que la del Omnicam y también es táctil
- El procesamiento de datos es muy bueno, y no requiere tiempo de espera entre escaneados
- Posee puntas de plásticos desechables para el control de las infecciones cruzadas. (3,7,10)

5. Emerald S

Planmeca presentó en 2019 con Emerald S mejoras en hardware y software de su versión anterior.

El escáner Emerald S es mucho más veloz (escaneo de arco completo en menos de 60 segundos). Sin embargo, el escaneo de arco debe de hacerse de forma correcta, si no presenta problemas para unir las imágenes.



Imagen 8. Escáner intraoral Primescan de Dentsply Sirona (10)

- El peso del dispositivo es de (235 gramos)
- Es capaz de detectar caries interproximales con una punta específica “Cariosity”. Tiene además dos cabezales de escáner diferentes. Uno más pequeño (Slimline Tip) y la original Emerald Scanner, bastante grande
- Precio medio dentro del mercado
- No tiene costo de suscripción
- Presenta pantalla, mouse y teclado. (3,10)

6. CS3700 de Carestream

El escáner CS3700 de Carestream fue presentado en el año 2019.

Tiene la capacidad de explorar una arcada en 30 segundos. Sin embargo, no es el más rápido del mercado.



Imagen 9. Escáner intraoral CS3700 de Carestream (10)

- Pesa 316 gr
- Presenta un software con un buen funcionamiento, pero presenta herramientas de análisis limitadas.
- Precio medio. Sin costo de suscripción
- Pantalla con teclado y mouse usb
- No es inalámbrico
- No detecta caries, pero si detecta el color del esmalte de la zona explorada para identificar la coincidencia perfecta y conseguir resultados de restauración óptimos
- Presenta tres puntas de escaneo disponibles: estándar, más pequeña y con angulación lateral.
- Los cabezales son reutilizables y se pueden esterilizar. (3,10)

7. Virtuo Vivo de Dental Wings

Este dispositivo es una actualización de la versión anterior de Dental Wings presentado en el año 2019.



Imagen 10. Escáner intraoral Virtuo vivo de Dental Wings (10)

- Presenta un diseño tipo bolígrafo, muy pequeño, por lo que es uno de los más ligeros del mercado, pesando (213g)
- Tiene una experiencia de escaneo suave a todo color, sin polvo.
- Tiene una conexión preferente con alineadores Clear Correct integrados en el software
- Puede diseñar restauraciones unitarias.
- Precio por debajo de la media, pero requiere realizar costo de suscripción
- Dispositivo con pantalla táctil
- No es inalámbrico, ni detecta caries interproximales
- Contiene puntas esterilizables e intercambiables. (3,10)

8. Aadva IOS 200 de GC



Imagen 11. Escáner intraoral Aadva IOS 200 de GC

- Posee escaneo a color y sin polvo.
- No puede detectar caries interproximales.
- Es uno de los escáneres más pequeños del mercado, aunque su cuerpo metálico lo hace sumamente pesado
- El flujo de trabajo del software es más complicado que otros
- Precio por debajo de la media, sin costo de suscripción
- No tiene opción inalámbrica
- Tecnología CAD/CAM
- Puntas esterilizables (3,10)

9. EzScan de Vatech.

Vatech fue presentado en 2019, se caracteriza por su bajo costo. Es de tamaño muy pequeño y bastante ligero.



Imagen 12. Escáner intraoral EzScan de Vatech (10)

- La velocidad y flujo de escaneo se encuentra dentro del promedio, (escaneo de arco completo en 4 minutos).
- El software es relativamente básico
- No requiere coste de suscripción
- No presenta pantalla táctil, ni es inalámbrico (3,10)
- No detecta caries interproximales
- No se puede exportar para archivos CAD/CAM, pero permite transmisión de datos a través de la nube
- Puntas esterilizables. (3,10)

10. Aoralscan de Shinning 3D



Imagen 13. Aoralscan de Shinning 3D (10)

Es el escáner con el costo más bajo del mercado, fue presentado en 2019. No requiere suscripción para su uso

- La velocidad no es rápida, funciona sin polvo.
- No presenta pantalla táctil, ni es inalámbrico
- No puede detectar caries interproximales
- Tampoco puede exportar archivos CAD/CAM, pero permite transmisión de datos a través de la nube.
- Posee dos puntas de escaneo y es de peso y tamaño promedio, aunque comparado con otros, sí es grande. (3,10)

Tabla 1. Descripción general de los diferentes escáneres intraorales detallados anteriormente (10)

SCANNER	SPEED	FLOW	SIZE	EASE	PRICE	TOUCH	WIRELESS	CARIES	CAD	SUBS
3Shape TRIOS 4	5	4.5	3	4.5	\$\$\$\$	✓	✓	✓	✓	✓
Dentsply Sirona Primescan	5	5	1	5	\$\$\$\$\$	✓	✗	✗	✓	✗
Planmeca Emerald S	4	4	4	4	\$\$\$	🔄	✗	✓	✓	✗
Medit i500	4.5	4.5	4	4	\$	🔄	✗	✗	✗	✗
Align iTero Element 5D	3.5	4	1	3	\$\$\$\$	✓	✗	✓	✗	✓
Carestream Dental CS 3700	3	3	3	4	\$\$\$	🔄	✗	✗	✓	✗
Dental Wings Virtuo Vivo	3	4	5	4	\$\$	✓	✗	✗	✓	✓
GC Aadvia IOS 200	1	2	3	2	\$\$	🔄	✗	✗	✓	✗
Vatech EzScan	3	3	5	3	\$	🔄	✗	✗	✗	✗
Shining 3D Aoralscan	2	1	3	2	\$	🔄	✗	✗	✗	✗

En esta tabla, se realiza una descripción general y comparación de cada escáner intraoral; con el fin de visualizar, las ventajas y limitaciones que tienen a la hora de realizar la elección de un escáner intraoral, el cual dependerá de varios factores, entre ellos:

- **Velocidad de escaneado:** Este un factor importante llegado el momento de realizar la compra de un escáner intraoral. Un dispositivo intraoral que sea increíblemente rápido y fácil de utilizar definitivamente será más beneficioso para la consulta como para el paciente.
- **Flujo de escaneado:** Es de importancia conocer el funcionamiento del software que acompaña al escáner intraoral para evaluar la fluidez del flujo de trabajo en el software.
- **Tamaño del escáner:** Se tendrá que considerar el diseño y comodidad al usar el escáner; un dispositivo que es fácil de sostener, maniobrar y de peso liviano se utiliza con mayor frecuencia.
- **Facilidad de uso:** Podría estar vinculada con el manejo del dispositivo intraoral y la practicidad, relacionada a como se adapta al flujo de trabajo diario de la consulta.

- **Costo de inversión**

Se deberá tener en cuenta el precio de compra inicial del escáner, pero también se deberá considerar costos de funcionamiento y mantenimiento del dispositivo.

Considerar del escáner aspectos como: modelo de suscripción, si lo hubiera, costo de instalación si presenta, curva de aprendizaje (formación), entre otros. (3,10)

4.3. VENTAJAS Y LIMITACIONES DE LOS ESCANERES DIGITALES

Las impresiones digitales ofrecen una variedad de ventajas, algunas de ellas son: la reducción de la incomodidad del paciente, la eficiencia del tiempo, los procedimientos clínicos simplificados como también el almacenamiento de la información sin la necesidad de realizar modelos de yeso; tiene la posibilidad de transferir fácilmente datos digitales al técnico dental por correo electrónico, evitando el envío de impresiones y mejorando la comunicación técnico dental – odontólogo.

Las impresiones digitales y los sistemas de escaneo mejoran la aceptación por parte del paciente, la reducción de distorsión de los materiales de impresión, la visualización previa en tridimensional de las preparaciones dentales y la eficacia potencial en tiempo y costo.

Sin embargo, estos registros digitales también presentan ciertas limitaciones o desventajas: la curva de aprendizaje a la que debe someterse el profesional para el manejo de estos registros digitales, la dificultad para detectar líneas marginales profundas en dientes preparados o en caso de sangrado, como también el costo que insume este tipo de aparatología y el manejo e incorporación al flujo de trabajo. (28)

VENTAJAS:

▪ **Menos molestias para el paciente**

Las impresiones convencionales pueden causar posibles molestias al paciente debido a los materiales colocados en las cubetas de impresión, especialmente pacientes con reflejo nauseoso o niños. En estos casos, reemplazar los materiales de impresión convencional por la tecnología de escaneado es una ventaja. (28)

La impresión óptica disminuye la incomodidad del paciente en comparación con la impresión convencional, como también elimina la necesidad de materiales y cubetas de impresión. (22)

- **Eficiencia de tiempo**

Varios estudios han demostrado que las impresiones ópticas son eficientes en el tiempo, ya que permiten reducir los tiempos de trabajo y por lo tanto los costos en comparación con las impresiones convencionales. De hecho, con las impresiones ópticas, no hay necesidad de obtener modelos físicos de yeso; Es posible enviar por correo electrónico los modelos virtuales 3D (archivos propietarios o. STL) del paciente directamente al laboratorio.

Los archivos capturados durante las impresiones ópticas pueden importarse a un software de diseño asistido por computadora (CAD); Una vez que se completa el diseño de la restauración, los archivos se pueden transferir al software de fabricación asistida por computadora (CAM) y colocarse en la fresadora. Las restauraciones (en diferentes materiales) así obtenidas estarán caracterizadas y listas para su aplicación clínica. (13,14,29)

- **Simplificación clínica**

El uso de escáneres intraorales puede tener ventajas clínicas:

- ya sea en el caso de toma de impresiones complejos, por ejemplo, en presencia de múltiples implantes;
- si el profesional no está satisfecho con algunos de los detalles de la impresión registrada, puede eliminarlos y recuperar la impresión sin tener que repetir todo el procedimiento; este aspecto ahorra tiempo
- las impresiones pueden ser hechas por etapas, se puede trabajar por sectores e irlo registrando en las diferentes sesiones clínicas. (11,29,30)

- **Mejor comunicación con el laboratorio**

Con las impresiones digitales, el clínico y el técnico dental pueden evaluar la calidad del registro en tiempo real. De hecho, inmediatamente después de realizar el escaneo, el dentista puede enviarlo por correo electrónico al laboratorio y el técnico puede verificarlo con precisión. (11,15)

- **Mejor comunicación con los pacientes**

La impresión óptica es una poderosa herramienta para la comunicación con el paciente y el marketing. De hecho, es posible y sencillo elaborar estructuras de prueba ya sea en cera o PMM para que el paciente y el clínico observen los cambios estéticos y funcionales propuestos. Los pacientes se sienten más involucrados con su tratamiento y se establece una comunicación más efectiva. (13,15,24)

LIMITACIONES:

- **Curva de aprendizaje**

Hay una curva de aprendizaje al incorporar a los escáneres intraorales. Los profesionales con mayor afinidad por el mundo de la tecnología y la informática (p.ej. jóvenes odontólogos) les resultará muy fácil adoptar IOS en su práctica. Los médicos mayores con menos experiencia y pasión por las innovaciones tecnológicas podrían encontrar más complejo el uso de los dispositivos. (24)

- **Dificultad para detectar líneas de margen profundas de dientes preparados**

Uno de los problemas más frecuentes que se encuentran con IOS y con las impresiones ópticas es la dificultad para detectar líneas marginales profundas en dientes preparados o en caso de sangrado. De hecho, en algunos casos, y especialmente en áreas estéticas donde es importante que el clínico coloque los márgenes protésicos subgingivalmente, puede ser más difícil que la luz detecte correctamente toda la línea de terminación. De hecho, a diferencia de los materiales de impresión convencionales, la luz no puede separar físicamente la encía y, por lo tanto, no puede registrar áreas 'no visibles'. También pueden ocurrir problemas similares en caso de sangrado, ya que la sangre puede oscurecer los márgenes protésicos. A pesar de ello, con la debida atención y rapidez (el surco gingival tiende a cerrarse inmediatamente después de retirar el hilo de retracción) y las estrategias adecuadas para resaltar la línea de preparación (inserción de hilo de retracción simple o doble) y evitar el sangrado (excelente higiene y provisorios con perfil de emergencia correcto), es posible que el clínico detecte una buena impresión óptica incluso en contextos difíciles joda. (15,28,31)

- **Costos de compra y manejo de la tecnología**

- **Manejo del volumen de información para el software**

El costo de compra de un escáner intraoral de última generación y alta gama debe amortiguarse durante el año, mediante la integración de este dispositivo al flujo de

trabajo clínico en las diversas disciplinas (prostodoncia, ortodoncia, cirugía de implantes). Un aspecto importante para considerar son los costos de administración adicionales. Las diferentes empresas de fabricación tienen políticas distintas y es importante que el Odontólogo esté plenamente informado de los costos y tarifas de gestión anuales, si los hubiera, antes de adquirir un escáner intraoral; Los escáneres intraorales que generan solo formatos de archivo patentados, se puede requerir una tarifa anual o mensual para 'desbloquear' los archivos y hacerlos utilizables por cualquier software CAD o cualquier laboratorio. (15,32)

En el artículo titulado "Impresiones digitales versus convencionales: aceptabilidad, comodidad de tratamiento y estrés en pacientes jóvenes de ortodoncia" publicado en el año 2018 por Mangano A. y cols. En este, se comparan los dos sistemas de impresión teniendo como muestras adolescentes con buena salud oral, buena higiene, sin experiencia previa a ambos tipos de impresión (digital y convencional). Se tomaron impresiones con alginato (Hydrogum, Zhermack Spa, Badia Polesine, Rovigo, Italia) y 15 días después con un escáner intraoral (Carestream 3600). En este estudio se midió la aceptabilidad y precisión con un cuestionario estandarizado, la actitud y malestar con una escala analógica visual y el grado de estrés con una escala de ansiedad. Los adolescentes prefirieron las impresiones digitales ya que reducen la incomodidad, son de alta calidad, no hay reflejo nauseoso como en las convencionales. Una de las limitaciones presentes en este estudio es que solo se estudió un sistema de escáner intraoral, otros sistemas digitales y sus flujos de trabajo podrían llevar a resultados diferentes. Por lo tanto, no se puede generalizar que todos los sistemas de impresión digital sean capaces de dar los mismos resultados. (33)

4.4. APLICACION CLINICA EN ODONTOLOGIA

Los escáneres intraorales son de gran utilidad y se aplican en diversos campos de la odontología entre ellos: Implantología, prostodoncia, Ortodoncia y Ortopedia.

Muchas de estas tecnologías están verificadas científicamente, sin embargo, otras presentan en la actualidad, limitaciones que dificultan su aplicación clínica, como en el caso de las rehabilitaciones orales completas sobre implantes en pacientes totalmente edéntulos. La principal problemática, en este caso, radica en la falta de referencias anatómicas estables que dificultan la captación del campo anatómico

por parte del escáner; Para solucionar este problema, cada día se tiende más a la realización de protocolos guiados de escaneado. (6)

- **IMPLANTOLOGIA:**

El diseño del plan de tratamiento en Implantología abarca clásicamente cuatro fases:

- 1) Registro
- 2) Diagnóstico
- 3) Planificación
- 4) Cirugía
- 5) Rehabilitación

Tras, una previa evaluación del paciente, la determinación del plan de tratamiento, un correcto protocolo quirúrgico y prostodóncico, constituye una visión multidisciplinaria del tratamiento implantológico, agregando soluciones y herramientas que ayudan al clínico a tomar mejores decisiones, y a conseguir las rehabilitaciones orales más predecibles, seguras. (9)

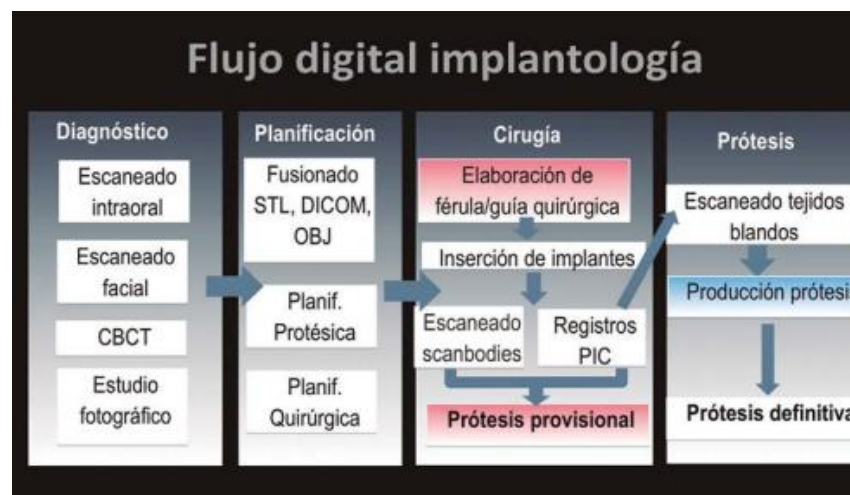


Imagen 14. Flujo digital en implantología (6)

1) Fase Diagnostica:

- *Estudio Radiológico*

Realizado fundamentalmente con técnicas de CBCT (Tomografía computarizada de haz cónico), lo cual permite obtener archivos DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine).

El formato DICOM, es un protocolo estándar de comunicación entre sistemas de información y a la vez un formato de almacenamiento de imágenes médicas que aparece como solución a los problemas de interoperabilidad entre tipos de dispositivos.

Una imagen médica por sí misma no aporta suficiente información. Para que sea correctamente interpretada es necesario que vaya acompañada de datos del paciente y de la adquisición.

- *Escaneado dental*

Este escaneado se puede realizar a partir de modelos físicos (con escáner de sobremesa, extraoral), o de escaneado directo con diferentes sistemas de escáner intraoral.

- *Escaneado Facial*

Los datos faciales son fundamentales para la completa planificación de los casos, principalmente en aquellas situaciones en las que la planificación estética juega un papel primordial.

- *Estudio fotográfico*

Tanto la fotografía como el vídeo proporcionan imágenes con diversos formatos (JPEG, TIFF, RAW, BMP, MPEG4) entre otros, que pueden ser empleados para la planificación o documentación de casos, sobre todo desde el punto de vista medicolegal. (9,12)

2) Planificación:

El flujo de trabajo desde la planificación a la cirugía se ve reflejado en la guía quirúrgica. Su precisión es un factor fundamental para evaluar el éxito, la rehabilitación y comprobar que los sistemas de cirugía guiada presentan un grado importante de precisión.

La utilización en conjunto del software de planificación de implantes, el uso de imágenes de CBCT permite obtener virtualmente la posición óptima de un implante con respecto a las estructuras anatómicas vecinas y las futuras necesidades protésicas, como también diseñar férulas quirúrgicas a través de la información adquirida.

La técnica de cirugía guiada asistida por ordenador permite integrar la rehabilitación final como factor de decisión previo a la colocación de los implantes y estos pueden ser planificados para soportar una prótesis que proporcione los requisitos biológicos, funcionales y estéticos ideales y al mismo tiempo respetar la anatomía maxilar o mandibular obtenida por las imágenes de la CBCT. (9,12)

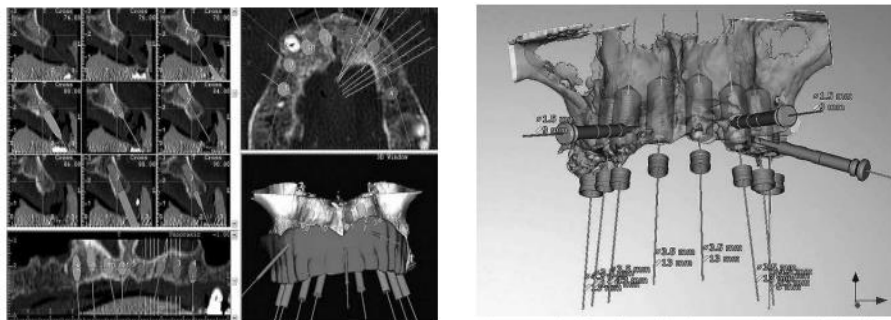


Imagen 15

Izquierda: Planificación quirúrgica con software Dental Slice® de imagen de CBCT

Derecha: Planificación quirúrgica con software Nobelguide de imagen de CBCT (12)



Imagen 16.

Izquierda: Elaboración virtual de férula quirúrgica guiada

Derecha: Inserción de los implantes con la férula quirúrgica guiada (12)

3) Cirugía

Esta etapa tiene como objetivo la inserción de los implantes, bajo los principios clásicos de la Cirugía de implantes, estos consisten en:

- Fresado sistemático del alveolo implantario.
- Adaptación del implante al eje protésico de la restauración
- Crear un correcto perfil de emergencia
- Realizar una cirugía lo menos invasiva posible

4) Prótesis

La realización de la prótesis definitiva dependerá siempre de la impresión digital, en este proceso de registro debe ser necesario el uso de scanbodies y de un escáner intraoral. (12)

- **PROSTODONCIA:**

Se utilizan para realizar impresiones de preparaciones dentarias, para la confección de restauraciones protésicas: inlays/onlays de resina, cofias de zirconia, coronas individuales en disilicato de litio, zirconia, metal- cerámica, así como estructuras y prótesis parciales fijas, como también restauraciones implantosoportadas ya mencionadas anteriormente. (13,14)

Varios estudios y revisiones de literatura han demostrado que el espacio marginal de las coronas individuales de cerámica hechas a partir de escaneos intraorales es clínicamente aceptable y similar al de las coronas producidas a partir de impresiones convencionales. (15)

En la tabla 2 se detallan los resultados obtenidos en varios estudios in vitro realizados por varios autores, los cuales evaluaron la precisión de las impresiones digitales versus análogas sobre el ajuste marginal 3D Y 2D de coronas de disilicato de litio prensadas y CAD/CAM.

Tabla 2. Precisión de las coronas fabricadas mediante técnicas de impresión digital y convencional en estudios in vitro. (10)

Author	Study type	Experimental group	N	Marginal gap (mean/median) (μm)	Internal fit (μm)
Anadioti et al, 2015 ⁶	In vitro	PVS impression/IPS e.max Press crowns	15	40	
		PVS impression/e.max CAD crowns		76	
		Lava C.O.S./IPS e.max Press crowns		75	
		Lava C.O.S./IPS e.max CAD crowns		74	
Seelbach et al, 2013 ⁷	In vitro	CEREC/Empress CAD	10		88
		Lava C.O.S./Lava zirconia			29
		iTero/Copran Zr-i			50
		Single-step putty-wash impression/Lava zirconia			36
		Single-step putty-wash impression/Cera E alloy			44
		Two-step putty-wash impression/Lava zirconia			35
		Two-step putty-wash impression/Cera E alloy			56
Zarauz et al, 2016 ⁴	In vitro	iTero/zirconia	26	80.2	111.4
		One-step silicone impression/zirconia		133.5	173.0
Syrek et al, 2010 ⁸	In vivo	Lava C.O.S./Lava zirconia	18	49	
		Two-step silicone/Lava zirconia		71	
Abdel-Azim et al, 2015 ¹⁰	In vitro	Lava C.O.S./e.max	10	89.8	
		iTero/e.max		89.6	
		Two-step PVS impression/e.max		9	
Almeida e Silva et al, 2014 ¹¹	In vitro	Lava C.O.S./zirconia	12	63.9	58.4
		Conventional impression/zirconia		65.3	65.9

Del presente estudio, teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se concluyó que la impresión digital está al mismo nivel que los métodos de impresión convencionales en la fabricación de coronas y Puentes fijos de tramos cortos, por lo tanto, se pueden utilizar ambas técnicas. Para la fabricación de rehabilitaciones sobre implantes (coronas o Puentes), los sistemas de impresión digital también

dan como resultado un ajuste clínicamente aceptable; sin embargo, para rehabilitaciones de tramos largos, la técnica de impresión convencional tiene mejores resultados de precisión comparados con el método digital. (16,17)

- **ORTODONCIA:**

- El uso de alineadores es una alternativa, siempre tras la evaluación general del ortodontista.
- La utilización de los registros digitales para los modelos de estudio ha aumentado significativamente entre los ortodoncistas, así como la aceptación general por parte de los pacientes.
- El movimiento dental ortodóncico es uno de los procesos más importantes en la ortodoncia clínica. La experiencia y el conocimiento de la evaluación del tratamiento pueden aumentar la competencia clínica de los ortodoncistas y mejorar los resultados del tratamiento. El método más utilizado para evaluar el movimiento dental ortodóncico ha sido los cefalogramas, sin embargo, estos estudios son bidimensionales y conllevan dificultades para rastrear los dientes superpuestos, además de la exposición a la radiación. La tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) proporciona una evaluación tridimensional (3D); pero tienen una resolución relativamente baja y la limitación de la exposición a altas radiaciones. (16)

El escáner intraoral y la técnica de superposición digital pueden proporcionar una evaluación en serie del movimiento ortodóncico de los dientes sin la necesidad de tomar impresiones en serie o adquirir radiografías

- El sistema Invisalign es una nueva modalidad de tratamiento que utiliza modelos de ortodoncia virtuales, para crear una serie de aparatos removibles estéticos
- Por otra parte, tanto la odontología pediátrica como la ortopedia maxilar ha sido enriquecida en el diagnóstico de pacientes con labio y paladar fisurado, una vez que se puede evitar el uso de materiales como el hidrocólido irreversible (alginato), disminuyendo la incomodidad que puede causar para el paciente pediátrico, sobre todo en aquellos pacientes con labio y paladar hendido.

- La ortodoncia ha utilizado la tecnología digital para personalizar los brackets de los pacientes, permitiendo un mayor control de las fuerzas ortodóncicas y, aumentando la eficacia del movimiento dental, esto evitara mayor tasa de reabsorción radicular, menor tiempo del tratamiento ortodóncico, entre otras ventajas. (16,17)

4.5. CASO CLINICO:

Paciente masculino, 60 años, sin antecedentes a destacar concurre a consulta de urgencia, presentando en sector anterosuperior prótesis fija dento-



implantosoportada, con movilidad, dolor y sangrado en el sector, con más de 15 días de evolución; en primera instancia, se realizó tratamiento de urgencia (antibiótico, aplicación de láser terapéutico y terapia de Raspado y Alisado de los cuatro cuadrantes).

Imagen 17. Diagnóstico Fotográfico y Estudio de Rx. Panorámica (9)

Una vez finalizado el tratamiento de urgencia, se plantea como Tratamiento:

- Piezas 22.21.14.15 avulsión simple
- Colocación de cuatro implantes en posición de (12,21,23 y 25 con relleno de alveolos postexodoncia
- Carga inmediata post quirúrgica mediante prótesis fija atornillada de PMMA provisoria.
- Cumplido el tiempo de osteointegración, a los 6 meses, se plantea como tratamiento definitivo prótesis fija atornillada de metal-cerámica. (9)

Para esta planificación, se realizó el diagnóstico previo con impresión digital mediante un escaneado intraoral, escaneado facial, TAC con técnica CBCT y registros fotográficos.

Los datos faciales son fundamentales para la completa planificación del caso, especialmente donde la planificación estética juega un papel esencial, el escaneado facial y la impresión se procesó con el programa de Exocad para definir la rehabilitación a realizar, a partir del cual se obtuvo un archivo STL, para su exportación a Nemoscan y generar una quia quirúrgica en PMMA, que se emplearía para la cirugía y como futuro provisional.

El archivo STL de la planificación, se exportó a Nemoscan, con los datos de CBCT y de impresión intraoral y de escáner facial, con lo que se reconstruyó completamente el macizo facial del paciente.

Se planificó la cirugía de inserción de implantes con la elaboración de una guía quirúrgica impresa. La cirugía de inserción de implantes fue realizada mediante anestesia local, con sedación intravenosa con guía quirúrgica y control con guía protodóncica, para ajustar la precisión del fresado en el plano sagital y posterior rebasado y utilización de esta prótesis como provisional, una vez colocados los implantes. (9)

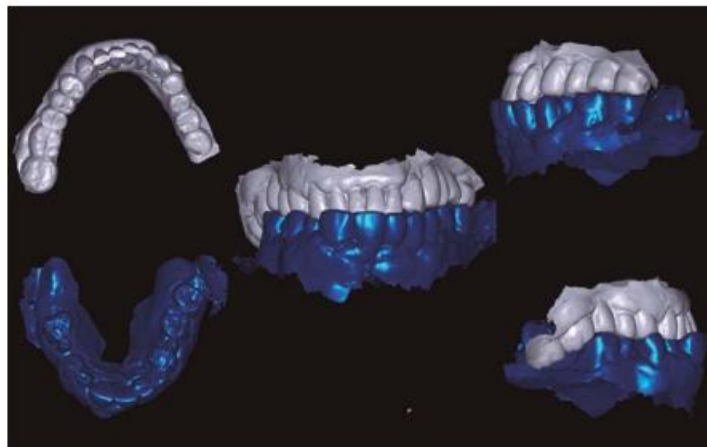


Imagen 18. Impresión intraoral con escáner intraoral. Modelos STL (9)



Imagen 19. Impresión intraoral vinculada con el registro facial (9)



Imagen 20. Ajuste de escáner facial, hueso e impresión intraoral (9)



Imagen 21. Diseño estético de la rehabilitación (9)

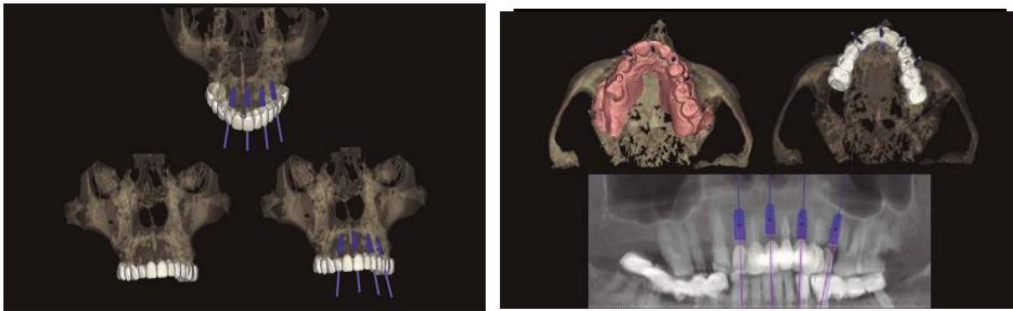


Imagen 22. **Izquierda:** Planificación de Implantología. Plano frontal.

Derecha: Planificación de Implantología. Plano oclusal (9)

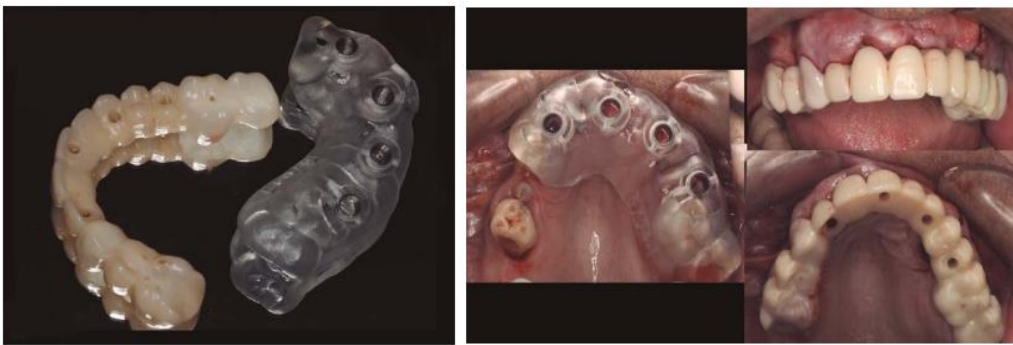


Imagen 23. **Izq.** Guías prostodóncica y quirúrgica.

Drcha: Adaptación de guías

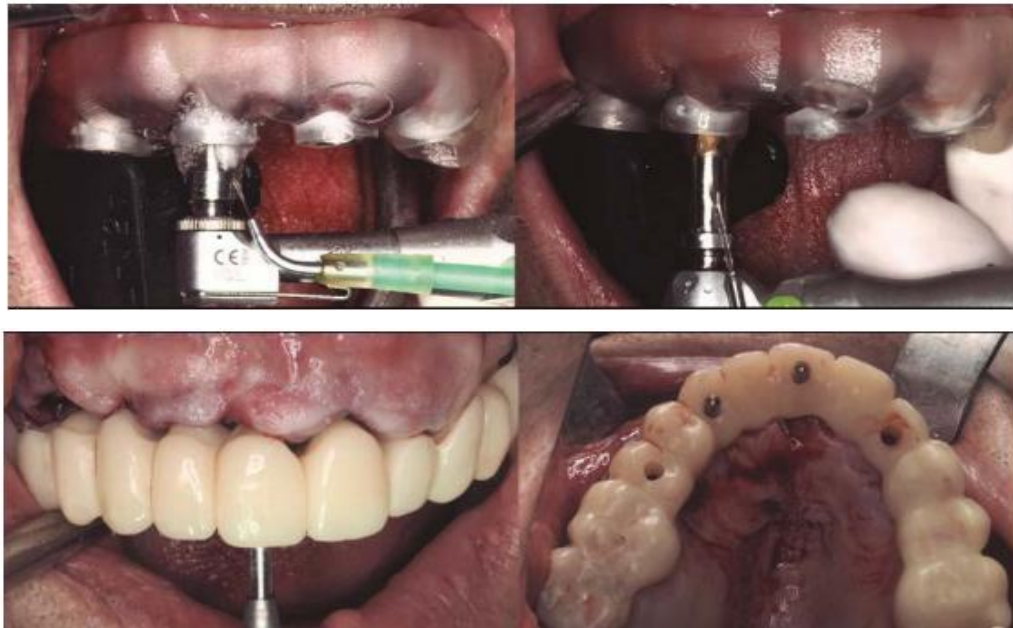


Imagen 24. **Superior:** Cirugía guiada: fresado de implantes. **Inferior:** Se confirma con provisorio de carga inmediata plano de emergencia de implantes. (9)

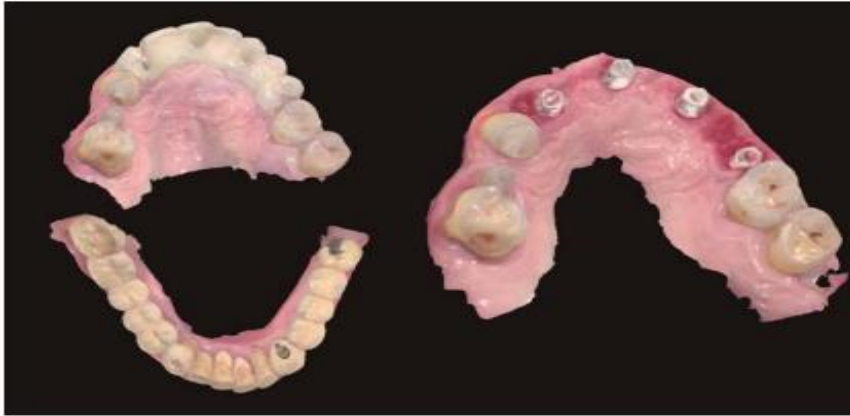


Imagen 25. Impresión intraoral digital, sobre ISB (scanbodies), a los 6 meses.



Imagen 26. Finalización del caso y radiografía de control

Presentado este caso, se puede concluir que la tecnología digital nos brinda la posibilidad de ser aplicada desde el inicio hasta la finalización del tratamiento, tanto en el diagnóstico, planificación y posterior tratamiento, teniendo múltiples aplicaciones clínicas en odontología.

El flujo digital es real y fiable, como también los procedimientos son reproducibles.

4.6. IMPRESIONES DIGITALES Vs IMPRESIONES ANALOGICAS

Los registros convencionales, se definen como la reproducción en negativo de la cavidad bucal (dientes,



preparaciones dentarias y tejidos blandos adyacentes). Los materiales de impresión son aquellos materiales que, llevados a boca en un estado blando o semifluido, endurecen tras un proceso de fraguado, obteniendo así una imagen en negativo que posteriormente se obtendrá la

imagen en positivo a través de la elaboración de un modelo. (6)

Imagen 27. Registro convencional con imperfecciones (18)

❖ Se debe tener en cuenta:

- Preparación del material: se realiza en cubeta rígida.
- Toma de impresión: Se deberá tener en cuenta la técnica de impresión empleada como también los materiales utilizados para el registro.
- Acondicionamiento de la impresión (Limpieza y desinfección)
- Vaciado del modelo. (18)

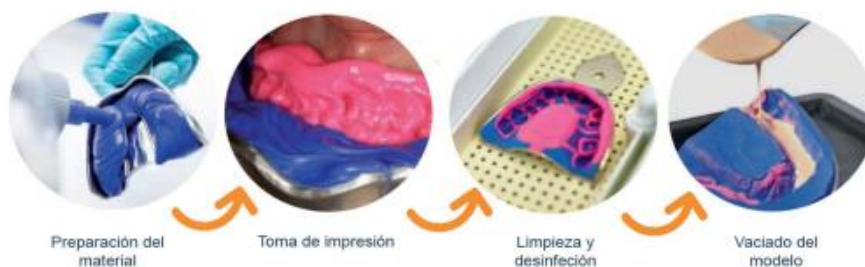


Imagen 28. Pasos para una impresión convencional (6)

En la actualidad, uno de los materiales más utilizados para la toma de impresión en odontología restauradora son los elastómeros irreversibles, conocidas como siliconas de adición o con poliésteres debido a su alta calidad.

Con este tipo de flujo de trabajo convencional se puede lograr una buena calidad de impresiones, esto dependerá de varios factores entre ellos: conocimiento y habilidad del profesional como también los materiales empleados; Sin embargo, pueden aparecer varios factores que dificulten la precisión de estos registros y por lo tanto traiga dificultades en la adaptación final de la restauración. (6)

DESVENTAJAS:

- Sensibilidad de la técnica
- deformación debida a una vida de almacenamiento limitada
- una fidelidad dimensional reducida
- una desinfección obligada de la impresión de precisión
- un desprendimiento parcial o extendido del material de impresión de la cubeta
- el traslado al laboratorio protésico en condiciones climáticas distintas, así como la cadena de proceso en general larga
- la incomodidad que puede sentir el paciente con esta técnica.

IMPRESIONES DIGITALES

Uno de los objetivos más importantes en una impresión digital, ya sea de piezas naturales, implantes dentales, dientes tallados o cualquier otra zona intraoral es la obtención de una impresión precisa; se debe lograr una réplica exacta de la zona a registrar. Desde la introducción del primer escáner a la actualidad se han desarrollado numerosos escáneres intraorales, con el fin de obtener restauraciones dentales con un muy buen ajuste.

A pesar de que la tecnología digital no es tan reciente, aún existe inseguridad o dudas en prescindir de las impresiones analógicas, por múltiples factores: ya sea por la poca experiencia del operador a los escáneres intraorales, poco entrenamiento, desconocimiento parcial o total de la tecnología digital o ausencia de esta en la práctica privada por el factor económico. (3)

4.7 FACTORES DE PRECISION DE AMBAS TECNICAS (digital vs Analógica)

Tanto en una impresión digital o análoga, es importante que estos registros sean lo más exactos posibles con el objetivo de obtener los resultados deseados.

La durabilidad de la futura restauración depende directamente de la precisión, del ajuste creado entre la restauración y el pilar; Las discrepancias marginales incrementan la retención de placa y cambian la distribución de la microflora. El mal ajuste podría ocasionar inconvenientes mecánicos y biológicas, que incrementan el riesgo en el diente pilar (caries a nivel del margen de la restauración, microfiliación o enfermedad periodontal). La desadaptación no debe sobrepasar las 120 µm. (3,19,20)

Varios estudios se han realizado sobre la adaptación marginal obteniendo resultados adjuntos en la **TABLA 3**; Las investigaciones realizadas tanto clínicamente y de laboratorio, han de demostrar, la presencia de desajustes en los márgenes como en la superficie interna de las restauraciones. La filtración marginal es menor en los márgenes de las restauraciones adheridas a esmalte. (21)

Tabla 3. Resultados de varios estudios realizados sobre la adaptación. (21)

Autor	Año	Rango (µm)
Especificación No. 8 de ADA	1978	25-40
Dreyer Jorgensen K	1958	Hasta 50
Björn AL, Björn H, Gravicic B	1970	100-200
Chistenser GJ	1971	25-40
McLean JW, von Fraunhofer JA	1971	Hasta 120
Rehberg HJ	1971	20-100
Fransson B, Öilo G, Gjeitanger R	1985	100-200
Schawatzs IS	1986	Hasta 100
Spiekermann H	1986	20-100
Arbeitsgruppe Qualitätssicherung in der Zahnmedizin	1988	Hasta 300
Hungg SH, Hung SK, Eick JD, Chappel RP	1990	50-75
Wang RR, Fenton A	1991	Hasta 100
Weavr JD, Johnsp GH, Bales DJ	1991	70 ± 10
Jacobs MS, Windeler AS	1991	25-75
Karlsson S	1993	Hasta 100
Castellani D, Bacceli T, Clauser C, Bernandini UD	1994	Hasta 100
Leong D, Chai J, Lautenschlager E, Gilbert J	1994	Hasta 100
Somet N, Resheff B, Gelbard S, Stern N	1995	10-160
Andersson M, Razzoog ME, Lang BR, Odén A, Hegengarth EA	1998	40-100
MAY KB, Russel MM, Razzong ME, Lang BR	1998	Hasta 100
Boening KW, Wolf BH, Schmidt AE, Kästner K, Walter MH	2000	50-120
Tionscherl J, Spiekermann H y colaboradores	2001	42.9-46.3
Papazoglou E, Brantley WA, Johnson W	2001	Hasta 100
Nakamura T, Nobuyashi Dei, Tersuya Kojima, KazumichiW	2003	53-108
Coli P, Karlsson S	2004	0-115
Mehmer Cudi Balkara, Aynur Cinar, Selim Pamuk	2005	57 ± 32
Reich S, Wichmann M, Nkenke E, Proeschel P	2005	65

Fuente: Tomado de Dino, Cerutti, Mangani & Putignano (2009)

Elaborado: Tobar Liliana (2015)

La discrepancia o brecha marginal, es la distancia vertical entre la cara interna de la restauración protésica y la superficie de la preparación final del diente; Lo ideal, es que la brecha marginal debería ser nula, pero en la clínica resulta casi imposible, es por eso que, se decidió establecer un rango de valores para calificar como satisfactorio al producto. Según la ADA (American Dental Association o Asociación Dental Americana), en sus especificaciones número 8 fijó el límite entre 25µm y los 40 µm; siendo el espesor de la película de cemento no mayor a 25 µm si se utiliza un agente de cementación tipo I y no más de 40 µm para uno de tipo II.

Varios investigadores han aceptado valores mayores de los establecidos por la ADA. La brecha marginal se ha visto influenciada por variables como ser: el ángulo de convergencia oclusal, el diseño de la preparación final, el material utilizado y el espacio dejado por el cemento, representan las principales variables que han sido estudiadas para evaluar la adaptación marginal de las restauraciones realizadas con diferentes materiales y técnicas diversas. (21)

La imagen obtenida a través de los escáneres intraorales puede verse influenciada por varios factores intra o extraorales, tales como: el movimiento del paciente durante el escaneo, lengua, mejillas, como también presencia de saliva o sangrado, por lo que podría existir cierto margen de error en los resultados obtenidos

El parámetro con el que se evalúan estos escáneres se denomina exactitud.

La exactitud según la Organización de Estándares Internacionales (ISO) y su norma 5725-1 está compuesta por dos conceptos: veracidad y precisión (22,23)

La precisión es definida como la dispersión del conjunto de valores obtenidos de mediciones repetidas de una magnitud. Cuanto menor es la dispersión mayor la precisión.

Es la "cercanía de acuerdo entre las indicaciones o los valores cuantitativos obtenidos mediante la replicación de mediciones en los mismos objetos en condiciones específicas". (3)

Se puede calcular superponiendo diferentes escaneos o modelos tomados con el mismo escáner intraoral en diferentes momentos y nuevamente evaluando las distancias y diferencias a nivel micrométrico, podría tener una alta veracidad, pero poca precisión, o viceversa, pero los resultados de estos serían insuficientes en el flujo de trabajo protésico. (7)

Idealmente, un escáner intraoral debería tener una alta veracidad (debería ser capaz de coincidir con la realidad lo más cerca posible). Por lo tanto, debe ser capaz de detectar cualquier detalle de impresión y replicar el modelo 3D virtual lo más similar posible al modelo real.

En un estudio in vivo realizado en el año 2015 se evaluó la precisión de 7 sistemas digitales para arcos completos (Itero, Cerec Bluecam, Cerec Omnicam, 3 Shape Trios, 3 Shape Trios color, Lava, Lava true Definition) con 3 escaneos a 5 pacientes, en el cual se encontró una precisión entre 42,9 μm para el 3Shape Trios Color hasta 82,8 μm para Lava; también evaluaron 5 métodos convencionales (Polieter, Vinilosiloxanoeter, vinilosiloxanoeter escaneable directo y vinilosiloxanoeter digitalizable y alginato) donde se encontró una precisión entre 12,3 μm para el vinilosiloxanoeter hasta 167,2 μm para el alginato. (24)

“El método para calcular tanto la precisión como la veracidad son limitados ya que depende de la calidad de las referencias utilizadas y del equipo tecnológico utilizado” Ambas, varían si lo que registramos es una impresión de una arcada parcialmente edéntula a una totalmente edéntula.

En un estudio comparativo realizado en el año 2019, donde se utilizaron 8 escáneres intraorales contra un registro tomada de forma análoga con polivinilsiloxano. Siendo la impresión convencional la que demostró mejor precisión 10,6 μm y veracidad 16,3 μm en promedio. El escáner mejor evaluado fue el Prime Scan de Sirona con una veracidad de 32,4 μm y una precisión 30,1 μm en promedio; Se concluyó, que para áreas parciales los escáneres intraorales son una opción viable para realizar registros con muy buena precisión y para arcos completos aún es un desafío el captar el modelo para ser exactos al objeto escaneado.

Con respecto al estándar regulador para los factores de exactitud, veracidad o precisión, actualmente no existen mediciones in vivo de los sistemas de escaneo intraorales, ni por la Asociación Dental Americana (ADA) ni por el Instituto Nacional Americano de estándares (ANSI); Sin embargo, para estudios in vitro la norma ANSI / ADA 132 establece el umbral de error relativo para una muestra pequeña en sistemas CAD/CAM de clínicas (7-8 mm de diámetro) y para una muestra de larga distancia de aproximadamente 40 mm de longitud. Para que

haya una precisión adecuada, se requiere que estos tengan una fidelidad de copiado ideal que oscile desde las 5 μm . (24,25)

Hasta la fecha, la literatura científica considera a la precisión de las impresiones digitales clínicamente satisfactoria y similar a la de las impresiones análogas en los casos de rehabilitaciones unitarias y prótesis parcial fija de hasta 4-5 elementos.

Tanto la veracidad y precisión obtenidas con las impresiones digitales para este tipo de restauraciones de tramo corto son comparables a las obtenidas con impresiones convencionales (26,27) Si bien, los registros digitales no parecen tener la misma precisión que las impresiones convencionales en el caso de restauraciones de gran extensión, como prótesis fijas parciales con más de 5 elementos o prótesis de arcada completa sobre dientes naturales o implantes. El error generado durante el escaneado intraoral de toda la arcada dentaria no parece compatible con la fabricación de restauraciones de tramo largo, para las que siguen estando indicadas las impresiones convencionales.

Sin embargo, los escáneres de última generación se caracterizan por errores muy bajos en las impresiones de arcada completa. (13)

Este tipo de tecnología trata de eliminar las desventajas de la toma tradicional de impresiones. (3)

5) DISCUSION

La evolución de la tecnología digital tiene múltiples beneficios en las distintas aplicaciones clínicas que presenta. Sin embargo, este avance tiene que ir acompañado de una capacitación y actualización constante por parte del profesional.

El flujo digital en odontología es un proceso que tiene contemplada cada fase, desde el diagnóstico inicial hasta la finalización del tratamiento.

Los registros digitales tienen varios beneficios en comparación con las impresiones convencionales; sin embargo, todavía presentan ciertas dificultades,

por ejemplo: en los registros interoclusales, en los cuales los scanner y el flujo digital puro tienen ciertas limitaciones.

La mayoría de los pacientes desean realizar tratamientos dentales rápidos y la tecnología digital ofrece esta posibilidad; debemos tener en cuenta que la mayoría de ellos cambiarían su tratamiento con un profesional que le de estas posibilidades, por ejemplo, en prótesis, el tratamiento puede ser de una a dos sesiones.

A pesar de que la tecnología adaptada a la odontología no es tan reciente, aún existe duda y preocupación en cuanto a prescindir de las impresiones convencionales y confiar más en las digitales, ya sea por la poca seguridad que existe por parte del operador a los escáneres intraorales, poco entrenamiento, desconocimiento total de la tecnología digital o ausencia de esta en la práctica privada por el factor económico.

Cada odontólogo debe de ser consciente de sus capacidades, habilidades para realizar cada tratamiento y además aplicar la ética profesional.

En prostodoncia el flujo de trabajo que nos brinda es excelente, ya que da la posibilidad de ahorrar tiempo, poder tener una mejor comunicación con el paciente, realizar un buen diagnóstico junto al plan de tratamiento y obtener una simulación de como terminaría el tratamiento. Sin embargo, se debe de reconocer que la inversión en los escáneres intraorales suele ser grande hablando económicamente, pero se debe de tener en cuenta que la mayoría de las compañías suelen dar planes de financiación (en cuotas) que suelen no comprometer mucho la economía de las clínicas dentales, además de que al tener esta tecnología en nuestro consultorio nos dará un "marketing" por lo que probablemente los pacientes recomienden a un doctor que tenga este tipo de tecnología.

El flujo digital, si bien también tiene una curva de aprendizaje, una vez que esta se aprendió, los pasos siguientes serán mucho más sencillos, con citas más cortas en la mayoría de los casos, se podrá tener una mejor interacción con el paciente y con el laboratorista.

6) CONCLUSIONES

Esta revisión se realizó en base a la literatura disponible después de examinar 42 artículos científicos sobre este tema, varios aspectos importantes se han destacado.

Se define a los Escáneres Intraorales, como dispositivos para capturar impresiones digitales directas en Odontología; permiten digitalizar la información en un programa de diseño CAD (Diseño por Computadora), en el cual permite editar y personalizar la restauración previo a la fabricación de la prótesis final usando la información obtenida digitalmente (CAM).

Estos dispositivos son de gran utilidad, ofrecen múltiples ventajas en lo que respecta a su aplicación clínica.

Permiten elaborar restauraciones dentales con materiales de excelente calidad y alta tecnología, mediante el empleo de materiales homogéneos, que no presentan alteraciones durante la preparación; este proceso supone el ahorro de tiempo, lo cual, reducir el número de visitas; también puede suponer un ahorro de costos, así como permite técnicas mínimamente invasivas.

No obstante, entre los inconvenientes de esta tecnología, se destaca la gran inversión requerida para su adquisición, ya sea por parte del clínico o del laboratorio, la necesidad de un adecuado entrenamiento, el aprendizaje por parte del profesional y/o del técnico para manejar el sistema y estar familiarizado con los aspectos clínicos y de laboratorio: la impresión óptica o el escaneado de los modelos, según el sistema concreto al que nos refiramos, la computadora, el software, el material, herramientas y maquinaria.

Hasta la fecha, la literatura científica considera la precisión de las impresiones digitales clínicamente satisfactoria y similar a la de las impresiones convencionales, en el caso de restauraciones unitarias y prótesis parcial fija de hasta 4-5 piezas. Sin embargo, hay que tener un mayor cuidado en el escaneado de tramos largos edéntulos, debido a la ausencia de puntos de referencia estables, especialmente en los registros de rehabilitaciones orales sobre implantes.

Finalmente, los escáneres intraorales presentan varias ventajas sobre las impresiones convencionales, entre ellas: la más importante es la reducción del estrés y la incomodidad del paciente, como también el ahorro de tiempo y

simplificación de procedimientos clínicos para el odontólogo, especialmente en los casos de mayor complejidad donde se trabajan en múltiples restauraciones. Estos registros digitales eliminan los modelos de yeso, ahorran tiempo y espacio y permiten una mejor comunicación con el laboratorio dental. Sin embargo, presentan ciertas limitaciones en cuanto a la dificultad para detectar líneas de margen profundas en dientes preparados o en el caso de presentar sangrado, la curva de aprendizaje, como también los costos de compra que insume y de gestión.

Debemos recalcar, que la experiencia del operador es un factor importante en los resultados y que se necesitan más estudios in vivo que repliquen las condiciones reales de la cavidad oral.

7) REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Romero-Rubio M, Vallejo-Pintado J, Martínez A, Del Rio J, Quiles J. López. Tecnología CAD/CAM en implanto prótesis. Puesta al día y perspectivas de futuro. G. Dental. 2010; 216:124-143.
2. Bascón M. Precisión de los escáneres intraorales en las rehabilitaciones orales completas sobre implantes. [disertación]. Sevilla: Universidad de Sevilla; 2018 [citado 08 de abr. 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11441/77360>
3. Medina-Sotomayor P, Pascual-Moscardo A, Camps I. Accuracy of four digital scanners according to scanning strategy in complete-arch impressions. PLoS ONE. 2018; 13(9): e0202916. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209883>
4. Nedelcu R, Persson A. Scanning accuracy and precision in 4 intraoral scanners: an in vitro comparison based on 3-dimensional analysis. J Prosthet Dent. 2014; 112(6):1461-71.
5. Birnbaum NS, Aaronson HB, Stevens C, Cohen B. 3D Digital Scanners: A High-Tech Approach to More Accurate Dental Impressions. Inside Dent. 2010; 4(5):70-74.
6. Bernal González. C. Aplicaciones del escáner intraoral en las distintas ramas de la odontología contemporánea [disertación]. Toluca: Universidad autónoma del estado de México; 2020. [citado 03 de julio 2022].
7. Vélez J, Martínez A, Villarraga J. Exactitud de escáneres intraorales en prostodoncia [disertación]. Bogotá: Universidad Javeriana; 2020 [citado 23 de agosto 2022]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10554/51308>
8. Jan-Frederik Güth, Daniel Edelhoff, Florian Beuer, Marc Ramberger y Josef Schweiger. Puesta al día CAD/CAM. Quintessence técnica (ed. esp.).2010; 21 (5): 315-325.
9. Bowen Antolín A, Arnaiz González F, Alvizu N, Cabanas J. Flujo Digital en Implantología. Gac. Dent; 2019 (315):30-58.
10. Al-Hassiny H, Al-Hassiny H, Al-Hassiny A. Review of the intraoral scanners at IDS. Institute of digital dentistry. [internet]. 2019 [citado 05 de mayo 2022].

Disponible en: <https://instituteofdigitaldentistry.com/ids-2019/review-of-the-intra-oral-scanners-at-ids-2019/>

11. Dávila S, Pradies G, María R, Salido Rodríguez-Manzaneque P. Estudio comparativo de un sistema de impresión convencional y el sistema digital Tríos. [disertación]. Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2016. [citado 20 de julio 2022]. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/44193/>
12. Alexandre Oliveira N, Matos Garrido N, España López A, Jiménez Guerra A, Ortiz García I, Velasco Ortega E. Treatment planning with software for guided surgery in implant dentistry. *Av. Odontoestomatol.* [internet] 2019 [citado 19 de junio 2022]; 35(2): 59-68
<https://dx.doi.org/10.4321/s0213-12852019000200002>
13. Goracci C, Franchi L, Vichi A, Ferrari M. Accuracy, reliability, and efficiency of intraoral scanners for full-arch impressions: a systematic review of the clinical evidence. *Eur J Orthod.* 2016; 38(4):422–428.
14. Chochlidakis KM, Papaspyridakos P, Geminiani A, Chen CJ, Feng IJ, Ercoli C. Impresiones digitales versus convencionales para prótesis fija: revisión sistemática y metanálisis. *J Dent.* 2016; 116 (2): 184–190
15. Reich S, Zimmermann M, Mehl A, Mörmann W, Reich S, Pyri C. Intraoral scanning systems- a current overview intraoralscanner: eine aktuelle Übersicht. *Int J Comput Dent.* 2015; 18(2):101–129
16. Bong Ku Cha, Yong Lee J, Yoshida N (2007) Analysis of tooth movement in extraction cases using three-dimensional reverse engineering technology. *Eur J Orthod.* [internet] 2007 [citado 16 de noviembre 2022]; 29(4):325–331.
<https://academic.oup.com/ejo/article/29/4/325/392960>
17. Cruz-Olivo E. Odontología digital: El futuro es ahora. *Rev. Estomat. Salud* [Internet] 2018 [citado 20 de mayo 2022]; 25(2): 8 – 9.
<https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/05/884126/1-cruz-olivo-odontologia-digital.pdf>
18. Hintersehr J. Puesta al día CAD/CAM. La cadena de proceso digital. *Quint. Tec.* (Ed. Esp.) 2010;21(9):542-546.

19. Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. *BMC Oral Health* [internet] 2017 [citado 25 de octubre 2022]; 17(1):149.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5727697/>
<https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-017-0442-x>
20. Sun L, Lee JS, Choo HH, Hwang HS, Lee KM. Reproducibility of an intraoral scanner: A comparison between in-vivo and ex-vivo scans. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* [internet] 2018 [citado 02 de mayo 2022]; 154(2):305-310.
<https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2017.09.022>
21. Pinzón Morocho J. Adaptación marginal de incrustaciones de ceromero pregrabadas con y sin ácido fluorhídrico al 9.6%, comparando in vitro el ácido cítrico al 50% vs ácido fosfórico al 37% como grabadores dentales [disertación]. Quito: Universidad de Quito; 2016. [citado 18 de junio 2022].
22. Wulfman C, Naveau A, Rignon-Bret C. Digital scanning for complete-arch implantsupported restorations. *J Prosthet Dent* [internet] 2019 [citado 22 de setiembre 2022]; 124(2):161-167.
<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2019.06.014>
23. Ender A, Attin T, Mehl A. In vivo precision of conventional and digital methods of obtaining complete-arch dental impressions. *J Prosthet Dent* [internet] 2016 [citado 8 de octubre 2022]; 115(3):313–320.
<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.09.011>
24. Treesh J, Liacouras P, Taft R, Brooks D. Raiciulescu S. O Ellert D. Complete-arch accuracy of intraoral scanners. *J Prosthet Dent* [internet] 2018 [citado 30 de junio 2022]; 120(3): 382-388.
<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.01.005>
25. Sakornwimon N, Leevailoj C. Clinical marginal fit of zirconia crowns and patient`s preferences for impression techniques using intraoral digital scanner versus polyvinyl siloxane material. *J Prosthet Dent* [internet] 2017 [citado 04 de junio 2022]; 118(3): 386-391.
<https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.10.019>

26. Schepke U, Meijer HJ, Kerdijk W, Cune MS. Digital versus analog complete arch impressions for single-unit premolar implant crowns: Operating time and patient preference. *J Prosthet Dent.* 2015;114(30):403-406.
27. Ting-Shu S, Jian S. Intraoral Digital Impression Technique: A Review. *J Prosthodont* [internet] 2015 [citado 14 de setiembre 2022]; 24(4):313–321. <https://doi.org/10.1111/jopr.12218>
28. Joda T, Bragger U. Time-efficiency analysis comparing digital and conventional workflows for implant crowns: a prospective clinical crossover trial. *Int J Oral Maxillofac Implants* [internet] 2015 [citado 9 de octubre 2022];30(5):1047–1053. <https://doi.org/10.11607/jomi.3963>
29. Patzelt S, Lamprinos C, Stampf S, Att W. The time efficiency of intraoral scanners: an in vitro comparative study. *J Am Dent Assoc.*[internet] 2014 [citado 26 de Agosto 2022]; 145 (6) 542- 551 <https://doi.org/10.14219/jada.2014.23>
30. Rhee YK, Huh YH, Cho LR, Park CJ. Comparison of intraoral scanning and conventional impression techniques using 3-dimensional superimposition. *J Adv Prosthodont* [internet] 2015[citado 29 de mayo 2022];7(6):460–467. <https://doi.org/10.4047/jap.2015.7.6.460>
31. Aragón ML, Pontes LF, Bichara LM, Flores-Mir C, Normando D. Validity and reliability of intraoral scanners compared to conventional gypsum models measurements: a systematic review. *Eur J Orthod.* 2016;38(4):429–434.
32. Mangano A, Beretta M, Luongo G, Mangano C, Mangano F. Conventional Vs Digital Impressions: Acceptability, Treatment Comfort and Stress Among Young Orthodontic Patients. *Open Dent J* [internet] 2018 [citado 04 de marzo 2022]; 12(1):118-124. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjw033>
33. Fraile Benítez C. Estudio clínico descriptivo transversal de la fiabilidad de registros intermaxilares obtenidos mediante escaneada digital intraoral. [disertación]. Madrid: Universidad complutense de Madrid;2014. [citado 21 de julio 2022]. Disponible en: <https://eprints.ucm.es/id/eprint/28501/>

34. Seelbach P, Brueckel C, Wostmann B. Accuracy of digital and conventional impression techniques and workflow. *Clin Oral Investig*. 2013; 17(7):1759-64.
35. Ender A, Mehl A. Accuracy of complete-arch dental impressions: a new method of measuring trueness and precision. *J Prosthet Dent* 2013; 109(2):121-8.
36. Lim JH, Park JM, Kim M, Heo SJ, Myung JY. Comparison of digital intraoral scanner reproducibility and image trueness considering repetitive experience. *J Prosthet Dent*. 2017; 119 (2): 225-232.
37. Yun D, Choi DS, Jang I, Cha BK. Clinical application of an intraoral scanner for serial evaluation of orthodontic tooth movement: A preliminary study. *Korean J Orthod*. 2018 Jul;48(4):262-267.
38. Ragain JC, Grosko ML, Raj M, Ryan TN, Johnston WM. Detail reproduction, contact angles, and die hardness of elastomeric impression and gypsum die material combinations. *Int J Prosthodont* 2000; 13:214-20.
39. Kim JE, Amelya A, Shin Y, Shim JS. Accuracy of intraoral digital impressions using an artificial landmark. *J Prosthet Dent*. 2017;117(6):755-761.
40. Muallah J, Wesemann C, Nowak R, Robben J, Mah J, Pospiech P, Bumann A. Accuracy of full-arch scans using intraoral and extraoral scanners: an in vitro study using a new method of evaluation. *Int J Comput Dent*. 2017;20(2):151–164.
41. Vennerstrom M, Fakhary M, Von Steyern PV: El ajuste de las coronas producidas mediante sistemas de impresión digital. *Swed Dent J*. 2014; 38: 101- 110.
42. Sánchez Duran A. Monográfico de flujo digital: Soluciones clínicas en Odontología. Science & Technology S.L.L. España. 2017; ISSN:2444-7420: Disponible en: <https://www.dentsplysirona.com/content/dam/master/education/documents/upload/M/Monográfico>.