

**PRECISIÓN DE LOS ESCÁNERES INTRAORALES
EN LAS REHABILITACIONES ORALES
COMPLETAS SOBRE IMPLANTES**



TRABAJO FIN DE GRADO

FACULTAD ODONTOLÓGICA

2017-2018

Autor: Marta Bascón Mallado

Tutor: Diego Cañadas Rodríguez

Co-tutor: Pablo Domínguez Cardoso



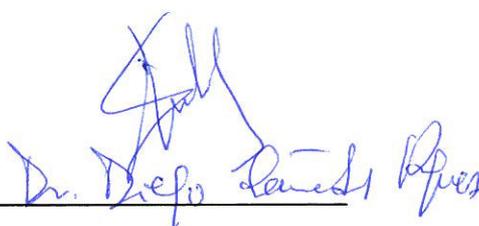
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

DR. DIEGO CAÑADAS RODRÍGUEZ, PROFESOR TITULAR DE PRÓTESIS ESTOMATOLÓGICA ADSCRITO AL DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGÍA, COMO TUTOR DEL TRABAJO FIN DE GRADO Y EL DR. PABLO DOMÍNGUEZ CARDOSO, PROFESOR ASOCIADO DE PRÓTESIS ESTOMATOLÓGICA ADSCRITO AL DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGÍA, COMO COTUTOR DEL TRABAJO FIN DE GRADO.

CERTIFICAN: QUE EL PRESENTE TRABAJO TITULADO “PRECISIÓN DE LOS ESCÁNERES INTRAORALES EN LAS REHABILITACIONES ORALES COMPLETAS SOBRE IMPLANTES”

HA SIDO REALIZADO POR MARTA BASCÓN MALLADO BAJO NUESTRA DIRECCIÓN Y CUMPLE A NUESTRO JUICIO, TODOS LOS REQUISITOS NECESARIOS PARA SER PRESENTADO Y DEFENDIDO COMO TRABAJO DE FIN DE GRADO.

Y PARA QUE ASI CONSTE Y A LOS EFECTOS OPORTUNOS, FIRMAMOS EL PRESENTE CERTIFICADO, EN SEVILLA A DÍA 22 DE MAYO DE 2018.


D/D^a Dr. Diego Cañadas Rodríguez

TUTOR/A


D./D^o Pablo Domínguez Cardoso

COTUTOR/A

Agradecimientos:

A mi tutor Diego y cotutor Pablo, por tener tanta paciencia y abrirme un mundo que desconocía.

A mi madre, por enseñarme a querer sin esperar nada a cambio.

A mi hermano, por enseñarme a no rendirme nunca y a superarme.

``Si quieres correr, corre una milla. Si quieres experimentar una vida diferente, corre una maratón'' - Emil Zátopek -

RESUMEN

La tecnología IOS es un campo abierto en pleno desarrollo a muchas aplicaciones clínicas odontológicas. Muchas de estas, están verificadas científicamente, sin embargo, otras presentan en la actualidad, limitaciones que dificultan su aplicación clínica, tal y como es en 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, resultando en unos modelos impredecibles e inestables.

A esto hay que sumar un gran avance tecnológico que dificulta y supera la capacidad de realizar investigaciones científicas que ratifiquen la precisión y veracidad de dichos avances, además de la gran falta de estudios in vivo. Es por ello por lo que resulta necesario la realización de revisiones bibliográficas y mas estudios in vivo para llegar a un consenso acerca de su precisión y determinar unos patrones que ayuden a mejorar las impresiones orales digitales.

Palabras clave: escáner intraoral, rehabilitaciones orales completas, cuerpos de escaneo, desdentado total, precisión.

ABSTRACT

IOS technology is an open field in development to many dental clinical applications. Many of these applications are scientifically verified, but others of them have limitations that difficult their applications, such as fully oral rehabilitation in edentulous patients.

The main problem is the lack of stable anatomical references. This difficult to the scanner the captation of tha anatomic field, resulting in unpredictable and unstable models.

We must add the huge technology advance that difficult and exceed the capacity to carry out scientific research that verify the precission and trueness of these adavances, in addition to the lack of in vivo studios. That make necessary to carry out bibliographic reviews and more in vivo studios to reach a consensus about its accuracy and defined a path to improve oral digital impressions.

Key words: intraoral scan, full oral rehabilitation, scanbody, full edentulous, precission.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. Que son los escáneres intraorales (IOS)	2
1.2. Cómo funcionan los escáneres intraorales	3
1.3. Tipos de escáneres digitales.....	5
1.3.1. Escáneres extraorales (EO).....	5
1.3.2. Escáneres intraorales (EI).....	7
1.4. Cómo tomar una buena impresión con tecnología IOS	9
1.5. Impresiones con IOS en pacientes con implantes.....	10
2. OBJETIVOS.....	12
3. MATERIAL Y MÉTODO	12
3.1. Estrategia de búsqueda.....	12
3.2. Extracción de datos	13
3.2.1. Criterios de inclusión.....	13
3.2.2. Criterios de exclusión	14
4. RESULTADOS.....	14
5. DISCUSIÓN.....	21
6. CONCLUSIÓN	26
7. BIBLIOGRAFÍA.....	27

1. INTRODUCCIÓN

Después de una correcta anamnesis y exploración del paciente, el primer paso para cualquier tipo de trabajo protésico en odontología es la toma de impresiones intraorales. Estas impresiones, una vez vaciadas, serán de utilidad tanto para el diagnóstico y el plan de tratamiento, para la elaboración de elementos de tratamientos protésicos, así como para la evaluación final del tratamiento realizado.

Las impresiones convencionales utilizadas hasta la actualidad se realizan con cubetas estándar metálicas o plásticas o con cubetas individualizadas. Sobre estas se vierten diversos materiales como alginato, silicona o poliéter en función de la precisión requerida en el resultado final. Este procedimiento resulta desagradable para los pacientes, sobre todo en aquellos que presentan un reflejo nauseoso marcado. Además, no son un método fiable ya que los cambios volumétricos sufridos por el material a consecuencia de sus propiedades (por ejemplo, la humedad en el caso del alginato), resultan en unos modelos impredecibles a la hora de fabricar el aparato protésico en cuestión.

En la actualidad, estas impresiones pueden tomarse con otros métodos más precisos y menos desagradables para el paciente gracias a los **escáneres intraorales**.

1.1. Que son los escáneres intraorales (IOS)

Los IOS son unos dispositivos médicos de registro compuestos de tres partes (1):

- Cámara manual (hardware)
- Ordenador
- Software

Los escáneres intraorales juegan un papel importante y han adquirido una gran relevancia en los últimos años gracias a su desarrollo.

El primer escáner intraoral digital fue introducido en los años 80 y su finalidad era la odontología restauradora. Este escáner fue diseñado por el Dr. Werner Mörmann y Marco Brandestini. Desde entonces, se ha desarrollado esta tecnología, apareciendo en los últimos años unos escáneres cada vez más fáciles de usar y precisos, fabricando estructuras con muy buen ajuste. (2)

Los escáneres intraorales son unos dispositivos que permiten hacer una impresión digital directa tanto de la superficie del medio oral como de las preparaciones dentarias, mediante la emisión de un haz de luz y el análisis de su retorno, capturando la geometría del objeto. Esto evita utilizar los materiales para las impresiones convencionales.

1.2.Cómo funcionan los escáneres intraorales

Su funcionamiento consiste, como hemos dicho, en la emisión de un haz de luz (ya sea láser o un haz de luz estructurada) sobre las superficies que queremos analizar; la deformación que sufre la luz sobre la superficie es capturada por unas cámaras y utilizada para calibrar unas coordenadas 3D con ayuda de un potente procesador de software. Este software genera una nube de puntos y mallas y es el responsable de la reconstrucción 3D de la superficie escaneada, como podemos observar en la figura 1. (1)

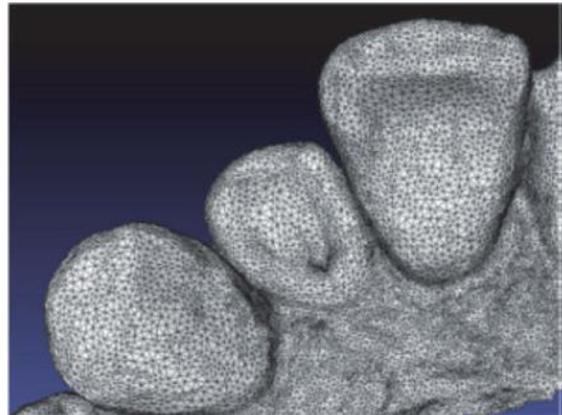


Figura.1. Malla

Para comprender su funcionamiento es necesario definir un sistema de coordenadas cartesianas, donde el origen es el escáner. Cada punto analizado se asocia primero con unas coordenadas (x e y), junto con una tercera coordenada que es (z). Ésta última coordenada se calcula dependiendo de la distancia de cada objeto a la cámara. Podemos observarlo en la figura 2. (1)

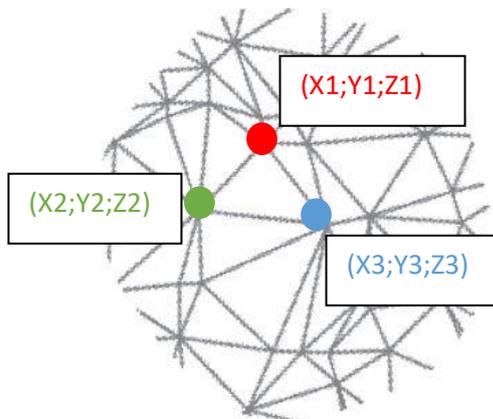


Figura. 2. Puntos definidos en un sistema de coordenadas cartesianas

Estas coordenadas cartesianas describen la posición espacial tridimensional de cada punto analizado en el modelo, así como la distancia entre cada uno de ellos dentro de la nube que forman, en un sistema de coordenadas local relativo al escáner.

Siguiendo este procedimiento, va generando una **nube de puntos** que posteriormente será utilizada para extrapolar la forma del objeto mediante un proceso llamado **reconstrucción**.

Una vez tenemos nuestra nube de puntos vamos a crear una **mall**a. Para ello tenemos que encontrar y conectar los puntos adyacentes mediante líneas rectas generando triángulos de diversos tamaños, con el objetivo de crear una superficie continua.

Entendemos que, en una representación poligonal de una forma, una superficie curva es modelada como muchas pequeñas superficies planas. Es decir, que el tamaño de los triángulos procedentes de la unión de los puntos adyacentes va a depender de cómo sea la superficie, siendo los triángulos más pequeños cuanto más curva sea la superficie, y más grande cuanto más recta sea la misma, como podemos observar en la figura 3 y 4.

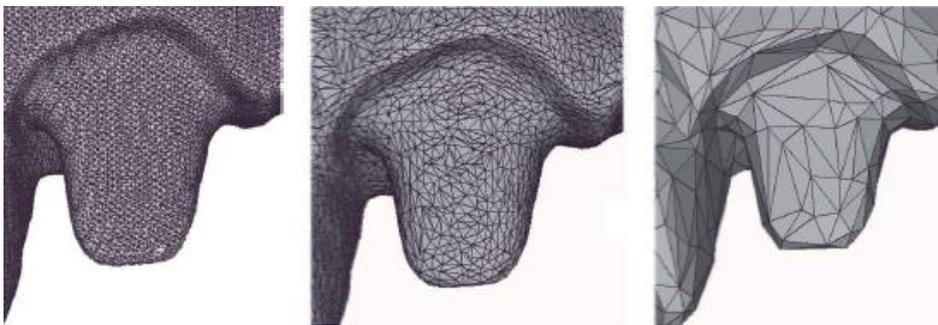


Figura. 3. De izquierda a derecha: Nube de puntos, malla y reconstrucción

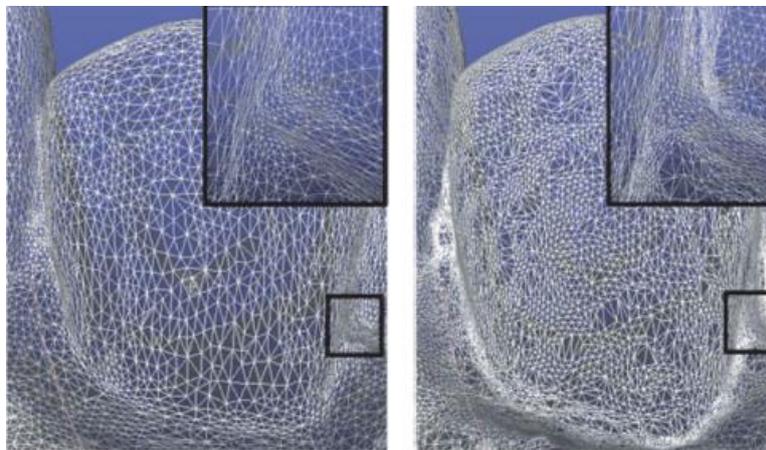


Figura. 4. Tamaño de los triángulos según la precisión

A este proceso de convertir una nube de puntos en un modelo digital 3D se llama **reconstrucción**.

Una vez completado el proceso de reconstrucción, se genera un archivo con extensión .STL que es libre, u otros formatos como este pero que son cerrados.

Un fichero .STL (Standard Tessellation Language) se trata de un formato de archivo informático de diseño asistido por ordenador que define la geometría tridimensional de los objetos como una superficie compuesta de triángulos, donde cada uno de ellos está definido por tres puntos. Este tipo de formatos abiertos excluye información acerca del color, textura o propiedades físicas.

Existen como hemos dicho, una serie de formatos cerrados que recogen información acerca de color, textura dental o transparencia (por ejemplo, PLY files).

1.3. Tipos de escáneres digitales

Existen distintos tipos de escáneres 3D de uso en tecnología, Extraorales (EO) e Intraorales (IO).

1.3.1. Escáneres extraorales (EO)

Dentro de los **EO** podemos encontrar distintas tecnologías como se refleja en la Figura 5.

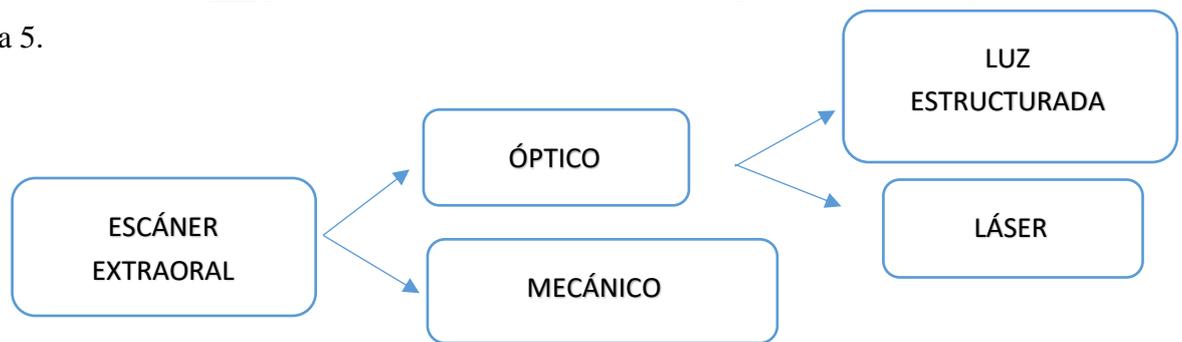


Figura. 5. Clasificación de los escáneres extraorales

- Escáner de luz estructurada:

son aquellos escáneres que utilizan como fuente de radiación la luz. Esta luz puede ser de diferentes colores; lo normal es que se trate de una luz blanca o azul, aunque puede llegar a ser roja o verde. La diferencia está en que la luz ambiente puede influir en el

escaneado si la luz para la que está preparado es del mismo color.

También influye en el escaneado el color del objeto, de modo que si un escáner de luz azul es proyectado sobre una superficie azul apenas se verá.

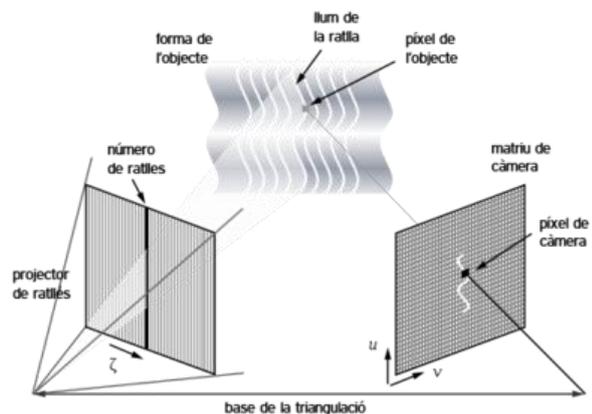


Figura. 6. Mecanismo de acción del escáner de luz estructurada

La proyección de una banda estrecha de luz sobre una superficie tridimensional produce una línea de iluminación que se ve distorsionada si se observa desde una perspectiva distinta a la de proyección. Esta información es utilizada por este tipo de escáner para reconstruir geoméricamente la superficie del modelo de forma exacta, como se observa en la figura 6.

Para acelerar el proceso, se proyectan paralelas muchas franjas de luz al mismo tiempo, lo que los hace mucho más rápidos y precisos que el resto de escáneres ópticos.

También se ven afectados por las superficies brillantes o traslúcidas, por lo que será necesario utilizar un espray para eliminar los brillos del modelo. (3)

- **Escáner de luz láser:** su funcionamiento consiste en la proyección de un punto de luz sobre el objeto y registrar su posición mediante una cámara, calculando por triangulación la altura a la que se sitúa (figura 7). Para acelerar el proceso, en vez de emitir un punto de luz, emiten una línea. Su ventaja es que refleja menos la luz en la superficie que el anterior. (3)

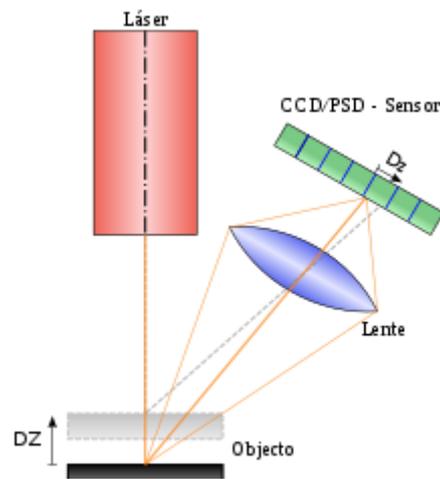


Figura. 7. Mecanismo de acción del escáner de luz láser

- **Escáner Mecánico o Táctil:** su funcionamiento se basa en la obtención de un modelo de escayola que será posteriormente digitalizado mediante el contacto físico de un palpador. Este escáner no es capaz de leer los ángulos agudos pero su principal ventaja es que no se ve afectado por los brillos de la superficie, no siendo necesario pulverizar ningún spray sobre la superficie.



Figura 8. Escáner mecánico o táctil

Por otro lado, el contacto entre el escáner y la superficie ha de ser un punto y no un área de contacto ya que induciría a un error de lectura (figura 8). (3)

1.3.2. Escáneres intraorales (EI)

Actualmente existen **dos** tipos de tecnologías para **EI**, como podemos observar en la figura 9:

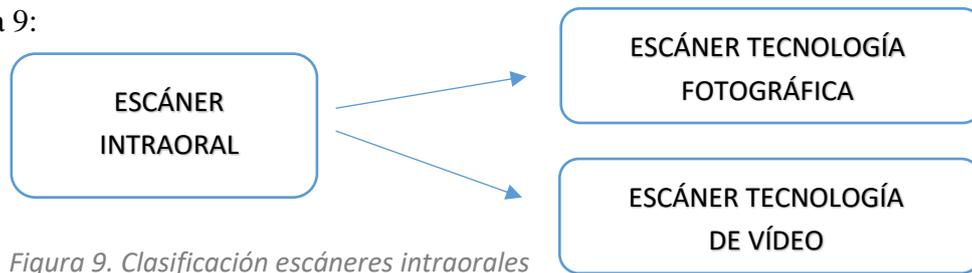


Figura 9. Clasificación escáneres intraorales

- **Escáner de tecnología fotográfica:** su funcionamiento se basa en la toma de imágenes individuales de la zona a escanear como por ejemplo iTero® y TRIOS® (3Shape, Copenhagen, Denmark) (2). Estos tienen un campo de visión en forma de cono, por lo que no pueden recoger información de aquellas superficies ocultas, siendo necesario realizar varias pasadas de la misma zona para recoger toda la información (figura 10). En cada imagen que toma, el escáner recoge la información de la distancia de cada punto de la superficie del objeto dentro de su campo de visión, como hemos explicado anteriormente. Todos estos escaneados

se llevan posteriormente a un sistema de coordenadas común, este proceso recibe el nombre de **alineamiento**, que conlleva la fusión de los escaneados para obtener un modelo completo del objeto.

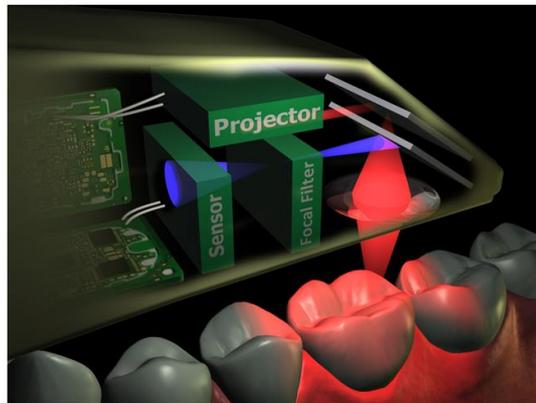


Figura 10. Principio técnico de escáner de tecnología fotográfica

- **Escáner de tecnología de vídeo:** su funcionamiento se basa en la grabación de las áreas escaneadas, comportándose como una cámara de vídeo. Un ejemplo es Cerec Omnicam® (Sirona) (figura 11). (2)

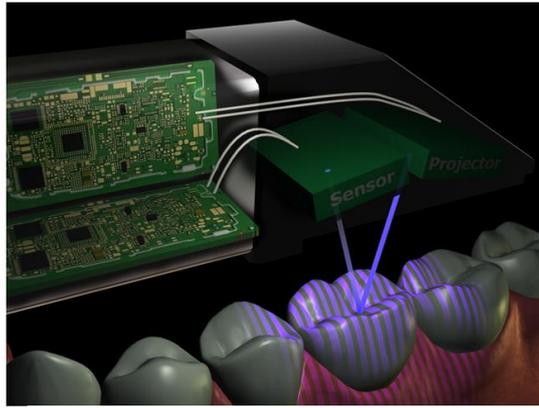


Fig. 11. Principio técnico escáner tecnología de vídeo

Todos los escáneres existentes emplean varios tipos de fuentes de luz (ya sea láser o luz estructurada), en combinación con diferentes principios de tecnología óptica sin contacto, tal como: microscopía confocal, principio de triangulación óptica, principio de frente de onda activo y principio del vídeo 3D de velocidad activa, entre otros. A su vez, esta información la puede recoger en forma de fotografía o vídeo.

Podemos concluir que están en aparcería el tipo de fuente de luz, el principio de tecnología óptica sin contacto por el que calculan la distancia entre el foco y el objeto, determinando una serie de puntos en un sistema de coordenadas cartesianas; y la tecnología de captación de imágenes. Esto podemos verlo esquematizado en la figura 12.

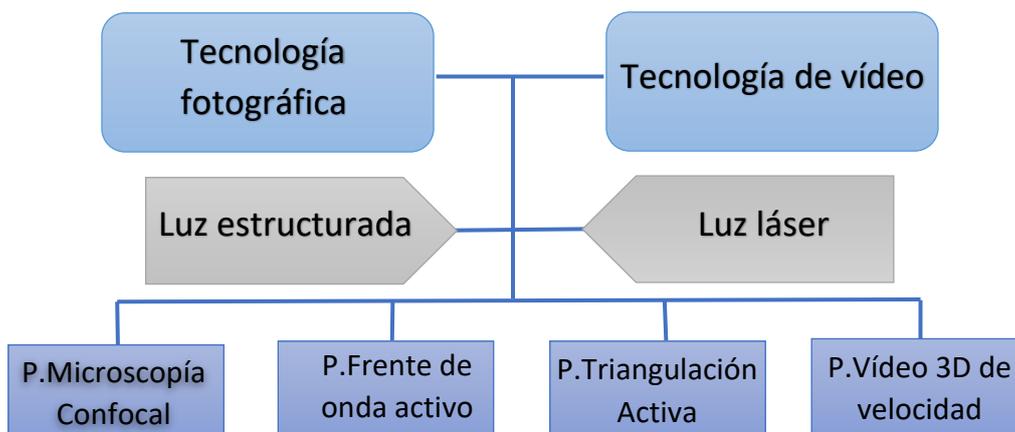


Figura 12. Esquema escáneres

1.4. Cómo tomar una buena impresión con tecnología IOS

Para tomar una buena impresión debemos conocer una serie de conceptos básicos y entender cómo pueden influir en una impresión digital con IOS:

- ***Accuracy (exactitud)***: es un término que se describe mediante dos métodos de medición, la veracidad (*trueness*) y la precisión (*precission*). Es la capacidad de un instrumento de acercarse al valor de la magnitud real. Es, por tanto, la cercanía del valor experimental obtenido al valor exacto de dicha medida. (1)
- ***Trueness (veracidad)***: se refiere a la diferencia en la media aritmética de un gran número de resultados de la prueba y el valor de referencia aceptado. Se considera como veraz una diferencia de 20 a 40 µm entre distintos IOS. (1)
- ***Precission (precisión)***: es la dispersión del conjunto de valores obtenidos de las mediciones repetidas de una magnitud. Cuanto menor sea la dispersión, mayor es la precisión. (2)
- ***Resolution (resolución)***: es el cambio más pequeño en una magnitud física que se esté midiendo que es capaz de ser detectada por el instrumento de medida.

En el caso de los escáneres se trata del número de puntos que es capaz de medir por unidad de superficie. Cuanta más resolución tenga, será capaz de detectar características más pequeñas de un objeto. (2)

La veracidad y precisión son unas medidas variables ya que estos dependen de aspectos como es el operador, el equipo utilizado y la calibración, el tiempo transcurrido entre las mediciones y el entorno (temperatura y humedad).

El método para calcular la precisión y la veracidad es limitado ya que depende de la calidad de las referencias utilizadas y del equipo tecnológico utilizado.

Además, la veracidad y la precisión varían si lo que tomamos es una impresión de una arcada parcialmente edéntula a una totalmente edéntula.

Debemos saber también que para tomar una buena impresión tenemos que seguir un ***patrón de escaneo (scan path)***. Un patrón de escaneo se trata de un movimiento específico para aumentar la precisión del modelo virtual y tendríamos que seguir los siguientes pasos:

- Colocación del objeto en un área de adquisición para describir una esfera óptima alrededor del objeto.

- El movimiento será fluido, manteniendo siempre la misma distancia y centrando el diente durante la toma.
- La cámara se mantiene a 5-30 mm de distancia de la superficie escaneada. Esto es especialmente difícil cuando cambiamos de eje en un mismo diente, pasamos de un diente posterior a uno anterior o en las malposiciones dentarias.
- Para arcadas completas podemos utilizar diferentes estrategias de escaneo siguiendo los pasos mencionados anteriormente y las recomendaciones de los fabricantes:
 - Movimiento lineal siguiendo todas las superficies oclusopalatales seguidas de las bucales de los dientes a escanear al mismo tiempo, como podemos observar en la figura 13.
Esta estrategia limita la distorsión espacial finalizando la captación de la posición inicial, evitando el error unidireccional, así como los movimientos de escaneo lineal y vestibular que resultan imprecisos en las áreas interproximales. (1)
 - Barrido en S primero en vestibular, luego en oclusal y por último en lingual de cada diente a escanear, como observamos en la figura 13. (1)



Figura 13. Patrones de escaneo

1.5. Impresiones con IOS en pacientes con implantes

Para llevar a cabo una impresión digital en pacientes totalmente edéntulos con implantes, necesitamos *“scanbodies”* o *cuerpos de escaneo*, de cuyas características depende en gran parte la precisión del escaneo digital.

Una de las principales complicaciones es el material del que estén compuesto, ya que de este depende de cómo se refleje la luz emitida por el escáner, provocando una mayor o menor distorsión.

Esto es a consecuencia de la translucidez del cuerpo de escaneo. Cuando la luz llega a una superficie translúcida, ocurren tres fenómenos, parte de esa luz se refleja, otra se dispersa y otra pasa a través del objeto. La luz que se dispersa puede volver al objeto, siendo absorbida finalmente por este o pasar a través de él.

Esta luz que se dispersa es la que puede afectar a la información recogida por el sensor del escáner intraoral, disminuyendo la precisión y exactitud de este.

Este fenómeno puede disminuirse esparciendo un polvo de escaneo sobre los cuerpos de impresión, sin embargo, esto genera un error acumulado al no tener un grosor uniforme en todos lados. Actualmente, estos polvos no son necesarios, ya que se puede recoger la información de posición de los cuerpos de escaneo mediante el principio de microscopía confocal. (4)

2. OBJETIVOS

La problemática de los IOS aparece cuando queremos hacer un escaneado de una arcada completamente edéntula en la que existe mucha distancia entre los puntos de referencia (en este caso, estos puntos de referencia serían los pilares de escaneo), siendo necesario pasar por el reborde alveolar residual entre los pilares de escaneo durante el escaneado.

El objetivo general de esta revisión es determinar la precisión de los escáneres intraorales en arcadas completamente edéntulas rehabilitadas con prótesis sobre implantes.

Los objetivos específicos serían determinar aquellos factores que influyen en la precisión del escaneado de arcadas completamente edéntulas que van a ser rehabilitadas con prótesis sobre implantes y definir una serie de premisas para aumentar la precisión de los escáneres intraorales en rehabilitaciones orales completas sobre implantes.

Se tendrá en cuenta la precisión en función del número de implantes para llevar a cabo la rehabilitación, siendo ésta diferente cuando se lleva a cabo una rehabilitación completa con una sobredentadura en la que se utilizan dos implantes, a utilizar una prótesis fija sobre 6 o más implantes.

3. MATERIAL Y MÉTODO

3.1. Estrategia de búsqueda

El proceso de documentación se realizó en tres fases:

- 1) Búsqueda inicial: se realizaron unas búsquedas generales para conocer el volumen de información publicada del tema de estudio y elegir la base de datos adecuada.
- 2) Búsqueda sistemática: elegida la base de datos, procedemos a realizar una búsqueda sistemática de acuerdo con los criterios establecidos y los términos de búsqueda relevantes usando los términos de búsqueda identificados y los criterios establecidos.
- 3) Búsqueda manual: esta búsqueda se llevó a cabo utilizando la bibliografía encontrada en la búsqueda sistemática. Se incluyó la bibliografía utilizada en los artículos encontrados.

La primera búsqueda consistió en leer los títulos de los artículos y sus resúmenes, seleccionando y descargando los artículos completos de aquellos que estaban relacionados con el tema y descartando aquellos que no tenían relación con el tema investigado.

Las estrategias de búsqueda utilizadas para la búsqueda inicial han sido:

- ``Accuracy`` AND ``oral scan`` AND ``oral rehabilitation``
- ``Accuracy`` AND ``dental implant`` AND ``oral scan``

Para la búsqueda sistemática fueron usados otros términos de búsqueda en combinación con los de la búsqueda inicial como ``dental implants``, ``implants``, ``intraoral scan``, ``digital scan``, ``digital scanner``, ``mouth rehabilitation``, ``totally edentulous maxilla``, ``totally edentulous``, ``scan abutments``, ``scan abutments``, ``precision``. Además, se realizaron búsquedas manuales de artículos de interés contenidos en la bibliografía de los artículos más relevantes.

Se tuvo en cuenta la fecha de publicación de los artículos, la relevancia de cada uno de ellos respecto al tema y el tipo de estudio ya fuese estudio in vitro, estudio in vivo, estudios comparativos in vivo, estudios comparativos in vitro, revisión bibliográfica, artículos de revisión, estudios pilotos, reporte de casos.

Por último, realizamos una búsqueda manual basándonos en las referencias bibliográficas de los artículos que habíamos seleccionado previamente.

3.2.Extracción de datos

Para llevar a cabo la extracción de datos generamos unos criterios de inclusión y exclusión, presentados a continuación.

3.2.1. Criterios de inclusión

- Escáneres intraorales
- Rehabilitaciones orales completas sobre implantes
- Pacientes totalmente / parcialmente edéntulos
- Impresiones digitales sobre implantes
- Estudios in vivo / in vitro
- Revisión bibliográfica
- Año de publicación del 2010 – Actualidad

3.2.2. *Criterios de exclusión*

- Escáneres extraorales
- Rehabilitaciones orales completas sobre dientes
- Rehabilitaciones parciales sobre implantes
- Impresiones digitales sobre tejido dentario supragingival
- Año de publicación anterior al 2010

4. RESULTADOS

Los resultados serán presentados en dos tablas diferentes respondiendo a los objetivos propuestos para esta revisión.

Se han analizado 16 artículos, de los cuales 11 han sido revisados con el fin de extraer los resultados y conclusiones de cada uno de los autores acerca de la precisión de los IOS según el principio que trabajen, y 5 han sido revisados para determinar los factores que influyen en la precisión de estos.

Para determinar la precisión de los escáneres intraorales, se han comparado los diferentes estudios realizados teniendo en cuenta el principio bajo el que trabajan cada uno de los escáneres y los resultados obtenidos respecto a precisión, exactitud y veracidad por cada uno de estos, con la mera intención de determinar qué principio es el que mejores resultados obtiene y si está comprobada su aplicación clínica.

Título	Autor / Año	Objetivos	Resultados	Conclusiones
Impression technique for a complete arch prosthesis with multiple implants using additive manufacturing technologies	Revilla-León et al. 2017	Describir técnica de impresión para prótesis completa sobre implantes	Ferulización de los coppings de impresión Angulación del implante Número de implantes Contracción del material de impresión Módulo de expansión de la escayola Diseño y rigidez de la cubeta de impresión	De todos los factores que influyen en la toma de impresión, la ferulización es el más importante, sobre todo cuando hay 4 o más implantes.
Influence of object translucency on the scanning accuracy of a power-free intra-oral scanner: a laboratory study	Li et al. 2017	Evaluar la precisión del escaneado del principio de microscopía confocal libre de polvo sobre copPings cerámicos y analizar la relación entre ambos	Las cofias translúcidas mostraron un sesgo positivo, con un diámetro de collar menor, mayor ángulo de convergencia y radio de curvatura más grande desde la esquina gingivoaxial interna. Cuanto menor es la suma porcentual de dispersión y absorción, mayor es el sesgo de escaneo y menor la curvatura	A mayor traslucidez de los objetos, menor exactitud del escaneado y más cambios morfológicos. Son necesarios más métodos de medida más adecuados

Tabla 1. Factores que influyen en la precisión de los IOS

Título	Autor / Año	Objetivos	Resultados	Conclusiones
Accuracy of two digital implant impression systems based on confocal microscopy with variations in customized software and clinical parameters	Giménez et al. 2015	Evaluar la exactitud de dos sistemas de impresión digital basados en la misma tecnología, pero con diferentes softwares, teniendo en cuenta varios parámetros clínicos	Experiencia del operador Profundidad del implante Angulación del implante Error acumulado desde el primer al último implante	Aumento del error acumulado desde el primer al último implante y producido por ferulización afecta a la precisión del escaneado Experiencia del operador, profundidad del implante y angulación del implante no tiene efectos significativos
Digital versus conventional implant impressions for edentulous patients: accuracy outcomes	Papaspyridakos et al. 2015	Comparar la exactitud de las técnicas de impresión digital y convencional para pacientes edéntulos y determinar las variables que afectan a la exactitud.	Una angulación de hasta 15º del implante no afecta a la exactitud de las impresiones digitales	La exactitud de la impresión sobre implantes no está afectada por una angulación de los implantes menor a 15º La exactitud es mayor en modelos ferulizados que en los no ferulizados.
Accuracy of multiimplant impression traditional technique versus digital procedures	Menini et al. 2016	Evaluar la exactitud de las diferentes técnicas de impresión sobre implantes	Impresiones digitales con resultados más predecibles respecto a los errores de distancia y angulación, y una desviación más baja con respecto al modelo maestro de escayola	Experiencia del operador Error acumulado desde la toma de impresión hasta el modelo de escayola El desplazamiento de los copings de impresión por la contracción del material de impresión y los análogos de impresión por la expansión de la escayola son fuentes de distorsión.

Tabla 2. Factores que influyen en la precisión de los IOS

Título / Autor / Año	Tipo de estudio	Objetivos	Resultados	Conclusiones
Assesing the feasibility and accuracy of digitazing edentulous jaws / Sebastian et al. / 2013	In vitro	Evaluar la exactitud de las impresiones digitales con tecnología IOS de modelos mandibulares edéntulos	De menor a mayor desviación sobre precisión: Lava C.O.S → P. Frente de Onda Activo iTero → P. Imagen confocal Zfx Intrascan → P. Microscopía confocal Cerec AC Bluecam → P. Microscopía Confocal y Triangulación Activa	Digitalización de modelos mandibulares edéntulos es posible con la tecnología IOS, pero son necesarios mejoras debido a los altos valores de inexactitud
Applicability and accuracy of intraoral scanner for scanning multiple implants in edentulous mandibles: a pilot study / Andriessen et al. / 2014	In vivo	Evaluar la aplicación y exactitud de los escáneres intraorales utilizando pilares de escaneo en mandíbulas edéntulas	Excesiva distancia entre los pilares de escaneo Falta de puntos de referencia estables	Falta de referencias anatómicas que sirvan de referencia para el escaneado Errores de angulación y distancia demasiado grandes como para generar estructuras con buen ajuste pasivo

Tabla 3. Precisión de los IOS

Título / Autor / Año	Tipo de estudio	Objetivos	Resultados	Conclusiones
Accuracy of intraoral digital impressions using an artificial landmark / Kim et al. / 2017	In vitro	Determinar la influencia de referencias artificiales sobre tramos edéntulos en la exactitud de las impresiones digitales	Mayor precisión y exactitud de escaneado sobre los modelos artificiales Mejores resultados obtenidos por el escáner Trios con P.Microscopía Confocal	La precisión y veracidad aumentan sobre las superficies artificiales en tramos edéntulos largos
Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro study / Imburgia et al. / 2017	In vitro	Comparar la precisión y veracidad de 4 IOS entre modelos parcial y totalmente edéntulos	CS3600 con el P.Vídeo 3D de velocidad activa es el que mejores resultados obtiene respecto a veracidad Trios con P.Microscopía Confocal obtiene mejores resultados respecto a precisión	Trios es el que mejores resultados obtiene con P.Microscopía confocal True Definition con P.Frente de Onda Activo es el que peores resultados obtiene Escaneo de arcadas completamente edéntulas tiene limitaciones
Digital versus conventional full-arch implant impressions: a comparative study / Amin et al. / 2017	In vitro	Comparar la precisión entre las impresiones digitales y convencionales sobre implantes en arcadas edéntulas	True Definition con P.Frente de Onda Activo tiene menos desviaciones 3D que Cerec Omnicam con P.Triangulación Activa	Impresiones digitales son más exactas que las convencionales True Definition con P.Frente Onda Activo es el que mejores resultados obtiene

Tabla 4. Precisión de los IOS

Título / Autor / Año	Tipo de estudio	Objetivos	Resultados	Conclusiones
Application of intraoral dental scanner in the digital workflow of implantology / Van der Meer et al. / 2012	In vitro	Comparar la exactitud de tres escáneres intraorales	El escáner con mejores resultados acerca de error de distancia y angulación es Lava C.O.S con P.Muestreo Frente Onda Activo El peor Cerec AC Bluecam con P.Triangulación Activa	Lava C.O.S con P.Muestreo Frente Onda Activo es el que menos errores de distancia y angulación presenta Errores de angulación y distancia se deben a la acumulación de errores durante el escaneado de la superficie
Accuracy of multi-unit implant impression traditional technique vs a digital procedures / Menini et al. / 2016	In vitro	Evaluar la exactitud de diferentes técnicas de impresión sobre múltiples implantes	Impresiones digitales tienen una mayor reproductibilidad que las técnicas de impresión convencional Los peores resultados de exactitud obtenidos por las impresiones digitales son similares a los mejores resultados obtenidos por las convencionales	Impresiones digitales son una alternativa a las técnicas convencionales para la fabricación de prótesis completa sobre implantes con buen ajuste pasivo Son necesarios más estudios in vivo.
Accuracy of two digital implant impression systems base don confocal microscopy with variations in customized software and clinical procedures / Giménez et al. / 2015	In vitro	Evaluar la exactitud de dos IOS con la misma tecnología pero con distintos softwares, teniendo en cuenta la influencia de parámetros clínicos	La exactitud en distancias largas es mejor para Zfx Intrascan, pero en distancias cortas para 3D Progress	IOS no son el método ideal para tomar impresiones sobre múltiples implantes Existe un aumento del error acumulado desde el primer al último cuerpo de escaneo

Tabla 5. Precisión de los IOS

Título / Autor / Año	Tipo de estudio	Objetivos	Resultados	Conclusiones
Digital versus conventional implant impressions for edentulous patients: accuracy outcomes / Papaspyridakos et al. / 2015	In vitro	Comparar la exactitud de las técnicas de impresión convencional y digital en pacientes totalmente edéntulos y determinas los factores que influyen en la exactitud	Las desviaciones 3D son similares entre las técnicas de impresión convencional y digital sobre modelos ferulizados	La exactitud de las impresiones digitales es mayor en modelos ferulizados que en los no ferulizados. Las impresiones digitales son tan precisas como las convencionales
Accuracy of digital impression of multiple implants: an in vitro study / Vandeweghe et al. / 2016	In vitro	Evaluar la exactitud de 4 escáneres intraorales en las impresiones sobre implantes en mandíbulas edéntulas	Los mejores resultados de precisión son obtenidos por 3Shape Trios con el P. Microscopía Confocal y 3M True Definition con P. Frente de Onda Activo	Uno de los escáneres no tiene la suficiente exactitud para la fabricación de prótesis sobre implantes Los otros 3 tienen unos valores de precisión suficientes para su indicación clínica
Trueness and precision of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro study / Mangano et al. / 2016	In vitro	Comparar la precisión y veracidad de 4 escáneres intraorales usados en implantología oral	Los mejores resultados de precisión y veracidad son obtenidos por CS3500 con P. Captación Única de imagen y Trios con P. Microscopía Confocal	No hay diferencias significativas de precisión y veracidad entre la digitalización de modelos parcial y totalmente edéntulos Los IOS no son fiables para su aplicación clínica sobre arcadas totalmente edéntulas

Tabla 6. Precisión de los IOS

5. DISCUSIÓN

Si analizamos las conclusiones de los resultados, podemos observar que la precisión de los escáneres intraorales está limitada en la mayoría de los estudios in vitro al error acumulado desde la toma de impresión convencional, vaciado del modelo, escaneado del modelo maestro original con un escáner extraoral, escaneado del modelo maestro con los escáneres intraorales y superposición mediante el software, según nos dice Ender et al. (5). Esto nos hace pensar que, si se realizaran más estudios in vivo, este cúmulo de errores disminuiría puesto que no serían necesarios tantos pasos y se podría valorar de forma más fiable la precisión de estos escáneres.

Siguiendo el principio bajo el que trabaja cada escáner, Sebastian B.M. realiza un estudio en el que utiliza 4 tipos de escáneres digitales, cada uno de ellos con un principio diferente. Analizando los resultados de las desviaciones sufridas por cada escáner, determina que el mejor es Lava C.O.S®, que utiliza el ***principio de frente de onda activo***. Además, ratifica lo que otros autores insisten en sus estudios, la necesidad de más estudios in vivo y mejoras de los IOS. (6)

Imburgia et al. lleva a cabo otro estudio in vitro comparando la precisión de 4 escáneres digitales con principios diferentes. En conclusión, vuelve a afirmar que el escáner Trios 3® con el ***principio de microscopía confocal*** es el que mejores resultados obtiene, mientras que True Definition®, con el ***principio de frente de onda activo*** es el que peores resultados obtiene. Esto entra en contradicción con el resto de los estudios analizados, puesto que los mejores resultados son obtenidos siempre por estos dos principios. Esto puede ser debido a que utiliza una versión de software más anterior al resto de estudios (7). Esto mismo ocurre en el estudio realizado por Vandeweghe et al., que concluyen en el mismo estudio que los escáneres Trios 3® y True Definition®, trabajando bajo el ***principio de microscopía confocal y frente de onda activo***, obtienen los mejores resultados, y a su vez, Lava C.O.S® con el ***principio de frente de onda activo***, es el que peores resultados obtiene debido a que utiliza una versión de software anterior al de True Definition® (8). Insiste de nuevo en la necesidad de más estudios in vivo y en las limitaciones y problemas de los escaneados digitales de arcadas completas. (7)

Por otro lado, comparando las impresiones digitales con las convencionales sobre arcadas completamente edéntulas, Amin et al. concluyen que las impresiones digitales de

arcadas completas edéntulas con el escáner True Definition® y Omnicam® tienen una mayor precisión que las impresiones convencionales a cubeta abierta (9). Esto entra en contradicción con el resto de los autores, ya que todos insisten en las limitaciones de los escáneres intraorales sobre arcadas completamente edéntulas por la falta de puntos de referencia estables, excepto con otros dos autores, Papaspyridakos et al. y Menini et al.

El primero afirma que la aplicación clínica de IOS en arcadas totalmente edéntulas es igual de precisa que las convencionales, teniendo como diferencia que sus resultados están basados en el escáner Trios 3® con el **principio de microscopía confocal**, apareciendo de nuevo este principio como uno de los que mejores resultados obtiene y volviendo a la discusión según el principio bajo el que trabajan. (10)

Menini et al. obtienen como resultado de su estudio que el escáner digital True Definition®, con el **principio de muestreo de frente de onda activo**, tiene tan buenos resultados como las impresiones convencionales, aunque son necesarios más estudios in vivo (11). Están, por tanto, en desacuerdo con Imburgia et al., que afirma que de los escáneres utilizados, el que mejores resultados obtiene es True Definition® con el **principio de frente de onda activo**. Esto se debe a que utiliza una versión de software diferente, siendo ésta la única contradicción encontrada respecto a este principio (9). Por tanto, estos tres autores afirman lo que el resto niegan, que la aplicación clínica sobre arcadas completamente edéntulas de los IOS tiene tan buenos o mejores resultados que las impresiones convencionales.

Regresando al principio bajo el que trabajan, Van der Meer et al. vuelven a ratificar en su estudio que Lava C.O.S® con el **principio de frente de onda activo** es el que mejores resultados obtiene. También vuelven a hablar acerca del **error acumulado** durante el registro de las superficies escaneados que inducen a errores de angulación y distancia. (12)

Giménez et al. concluyen en su estudio que el escáner 3D Progress® y Zfx Intrascan® con el **principio de microscopía confocal**, son los que mejores resultados obtienen en las impresiones digitales de arcadas completamente edéntulas pero que su aplicación clínica es cuestionable. Insisten de nuevo acerca del **error acumulado**, al igual que Van der Meer, que aumenta durante el escaneado de arcadas completamente edéntulas desde el primer al último scanbody o cuerpo de escaneo. (13)

Mangano et al. también ratifican que Zfx Intrascan®, trabajando bajo el **principio de microscopía confocal**, es el que mejores resultados obtiene, aunque son necesarios más estudios in vivo puesto que la toma de impresión sobre arcadas completamente edéntulas con IOS no es fiable. (14)

Con respecto a la aplicación clínica de los IOS, existe una gran disparidad. Se han analizado dos revisiones bibliográficas que estudian su aplicabilidad, su precisión y los factores que influyen en las impresiones digitales. Una de estas revisiones es la llevada a cabo por Benic et al.

Benic et al. realizan una revisión bibliográfica acerca de las distintas técnicas sobre imagen digital en rehabilitaciones orales sobre implantes. Concluyen que el uso clínico de IOS está limitado a grandes tramos edéntulos entre los implantes, y que la fabricación de unos *stents de acrílico* colocados en esos tramos, facilitaría la generación de imágenes por los escáneres digitales. (15)

A favor del último punto de esta revisión, encontramos tres artículos científicos en los que nos describen técnicas para facilitar la generación de imágenes en arcadas completamente edéntulas. Lee nos describe en su artículo una técnica que consiste en colocar una pasta de cemento de óxido de zinc-eugenol sobre la zona edéntula, secando previamente la zona en cuestión. A continuación, se escanea la arcada, facilitando la captación de imágenes por parte del escáner, resolviendo la problemática que existe acerca de la falta de referencias anatómicas estables que induce a la pérdida de captación de imágenes (16). Fang et al. aplican una técnica diferente a la de Lee, pero coinciden con él en el objetivo de llevar a cabo dicho procedimiento para crear referencias estables que guíen el escaneado digital. Ellos aplican 6 puntos de resina fluida a lo largo del paladar a modo de semicírculo, lo polimerizan y encima aplican una capa de adhesivo. Esperan a que se seque y comienzan el escaneado. Su principal desventaja con respecto a la técnica descrita por Lee, es que en este escaneado aparecen los puntos de resina en la imagen creada, pero se pueden eliminar mediante el manejo del software (17). Por último, Renne et al publican otro artículo en el que vuelven a describir una técnica para mejorar la toma de impresión digital muy parecida a la descrita por Fang et al. Ellos adhieren unos puntos de composite sobre el tejido queratinizado, no colocándolos nunca apical a la unión mucogingival ya que se moverían. Con esto aumentamos la precisión del escaneado digital puesto que estamos generando puntos de referencia estables. Esta técnica, sin embargo, está descrita para la aplicación en pacientes parcialmente desdentados, por lo

que no se tiene evidencia científica de la influencia clínica que tendrá sobre pacientes desdentados. Ello nos hace pensar la necesidad de la realización de estudios tanto in vivo como in vitro de la aplicación clínica de la misma. (18)

La otra revisión es llevada a cabo por Rutkūnas et al., cuyo propósito es recoger evidencia científica acerca de la exactitud de las impresiones digitales con IOS y determinar cuáles son los factores que influyen en ella. Llegan a la conclusión de que las impresiones digitales son una alternativa a las convencionales para restauraciones sobre 1 o más implantes, pero se necesitan más estudios in vivo sobre su exactitud y mejoras para llegar a sustituir a las impresiones convencionales. (19)

Jong-Eun Kim et al. afirman que son necesarios más estudios in vivo acerca de la tecnología IOS en el escaneado de superficies edéntulas para poder confirmar su aplicabilidad clínica y que el uso de una superficie artificial sobre grandes áreas edéntulas mejora la precisión y exactitud (20). La segunda conclusión a la que llegan hace pensar que, si la principal problemática de grandes áreas edéntulas está en la ausencia de puntos de referencias estables, el positivado de los modelos crea esos puntos de referencia en escayola. Por el contrario, se tendría que valorar el grado de error acumulado por el proceso de toma de impresión y positivado comparado por el generado por el IOS durante el escaneado in vivo, para poder determinar que es mejor. Por otro lado, analizando este artículo se encuentra que los mejores resultados fueron los obtenidos por el escáner Trios 3® con el **principio de microscopía confocal**, llegando a la misma conclusión que otros autores respecto al principio de trabajo. (20)

Andriessen et al. concluye en su estudio que es imposible llevar a cabo un escaneado digital sobre implantes en mandíbulas edéntulas debido a la falta de puntos de referencia estables, apareciendo un error de distancia y angulación demasiado grande como para fabricar estructuras con un buen ajuste pasivo (21).

Todo esto genera una reflexión acerca de la aplicabilidad clínica de los IOS respecto a la precisión.

Analizando los resultados, existen varios autores que hablan acerca de la influencia de ciertos factores sobre dicha precisión y exactitud.

Revilla-León et al. inciden acerca de la importancia e influencia de la ferulización de los coppings de impresión sobre la precisión de los IOS, siendo esta más importante a

mayor número de implantes presentes. Determina que cuando hay 4 o más implantes, la ferulización tiene una fuerte implicación, ya que la contracción del material de ferulización está generando un error acumulado que será arrastrado durante el resto del proceso (22). Sin embargo, se deduce que, en rehabilitaciones orales completas sobre implantes, si el principal problema de la tecnología IOS radica en la ausencia de puntos de referencia estables, al ferulizar los cuerpos de impresión previamente a la toma de impresión, estamos generando dichos puntos antes ausentes. Esto es un supuesto, siendo necesario su estudio puesto que genera puntos de referencia, pero a la vez, genera un error acumulado.

Papaspyridakos et al. también habla acerca de la influencia de la ferulización, determinando en su estudio que la exactitud de las impresiones con IOS aumenta en los modelos ferulizados comparados con los no ferulizados. (10)

Giménez et al. insiste, por el contrario, en el error acumulado por la ferulización. Esto unido al aumento de dicho error desde el primer al último implante, nos hace pensar acerca de su efecto beneficioso pero perjudicial por otro lado, encontrándonos en la misma deducción a la que hemos llegado con el estudio de Revilla et al. (13)

Por último, Li et al. nos habla acerca de otro factor con un gran impacto en la exactitud y precisión de los IOS, la traslucidez de los cuerpos de impresión. A mayor traslucidez del cuerpo de impresión, menor exactitud del escaneado y más cambios morfológicos (4). Este efecto se debe a que, en función del material del que estén compuesto los *scanbodies*, van a reflejar la luz en un mayor o menor grado, lo que es captado por el escáner. Sin embargo, aquí no especifica el color de luz utilizada por los distintos escáneres intraorales. Cada escáner utiliza un haz de luz con un color diferente, y si nos basamos en el comportamiento reflectivo de cada color, podríamos determinar que a cada color le corresponde un mayor o menor grado de reflexión de la luz, pero al igual que antes, son necesarios más estudios.

6. CONCLUSIÓN

Teniendo en cuenta las limitaciones de esta revisión bibliográfica, se concluye que:

- Son necesarios más estudios in vivo acerca de la aplicación de la tecnología IOS en el escaneado de mandíbulas/maxilares completamente edéntulos.
- Existe una falta de referencias anatómicas estables que dificulta el escaneado digital sobre arcadas completamente edéntulas.
- Existe un error acumulado que aumenta desde el primer al último pilar de escaneo.
- La aplicabilidad clínica de los IOS no está demostrada en rehabilitaciones completas, debido a que cada autor utiliza una versión de software diferente, no siendo comparable el método de estudio.
- Existe un avance tecnológico que supera la capacidad de realizar estudios que verifiquen la aplicabilidad clínica de dichos avances.
- El principio de microscopía confocal y frente de onda activo son los que mejores resultados obtienen, teniendo el primero siete artículos de los analizados a su favor, mientras que el segundo solo tiene tres.
- La ferulización de los pilares de impresión aumenta la precisión de los escáneres intraorales.
- El material de los pilares de escaneo influye en la reflexión del haz de luz del escáner intraoral, disminuyendo la precisión cuanto mayor es la reflexión.
- Una angulación menor o igual a 15° no influye en la precisión y exactitud de las impresiones digitales.

7. BIBLIOGRAFÍA

1. Richert R, Goujat A, Venet L, Viguie G, Viennot S, Robinson P, Farges J.C, Fages M, Ducret M. Intraoral Scanner Technologies: A Review to Make a Successful Impression. *Journal of Healthcare Engineering*. 2017 (8427595): 1-9.
2. Benítez C.F. (2014). Estudio clínico descriptivo transversal de la fiabilidad de registros intermaxilares obtenidos mediante escaneado digital intraoral (Tesis de maestría). (Madrid): Universidad Complutense de Madrid; 2014.
3. De Villaumbrosía Santa Cruz P.G. Estudio experimental in vitro de la fiabilidad de seis escáneres extraorales utilizados en tecnología Cad/Cam (Tesis doctoral). (Madrid): Universidad Complutense de Madrid; 2014.
4. Li H, Lyu P, Wang Y, Sun Y. Influence of object translucency on the scanning accuracy of a poder-free intraoral scanner: A laboratory study. *JPD*. 2017; 117 (1): 93-101.
5. Ender A, Attin T, Mehl A. In vivo precision of conventional and digital methods of obtaining complete-arch dental impressions. *JPD*. 2016; 115 (3): 313-320.
6. Patzelt S.B.M, Vonau S, Stampf S, Att Q. Assesing the feasibility and accuracy of digitizing edentulous jaws. *JADA*. 2013; 144 (8): 914-920.
7. Imburgia M, Logozzo S, Hauschild U, Veronesi G, Mangano C, Mangano F.G. Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative study. *BMC Oral Health*. 2017; 17 (92): 1-13.
8. Vandeweghe S, Vervack V, Dierens M, De Bruyn H. Accuracy of digital impressions of multiple dental implants: an in vitro study. *Clin.Oral Impl.Res.*2017; 28, 648-653.
9. Amin S, Weber H.P, Finkelman M, El Rafie K, Kudara Y, Papaspyridakos P. Digital vs conventional full-arch implant impression: a comparative study. *Clin. Oral Impl. Res.* 2017; 28 (11): 1360-1367.
10. Papaspyridakos P, Gallucci G.O, Chen C.J, Hanssen S, Naert I, Vandenberghe B. Digital versus conventional implant impressions for edentulous patients: accuracy outcomes. *Clin. Oral Impl. Res.* 2015; 27, 465-472.
11. Menini M, Setti P, Pera F, Pera P, Pesce P. Accuracy of multi-unit implant impression: traditional techniques versus a digital procedure. *Clin. Oral Invest.* 2017; 22(3): 1253-1262.

12. Van der Meer W.J, Andriessen F.S, Wismeijer D, Ren Y. Application of Intra-Oral Scanners in the Digital Workflow of Implantology. PLOS ONE. 2012; 7 (8): 1-8.
13. Giménez B, Pradiés G, Martínez-Rus F, Özcan M. Accuracy of Two Digital Implant Impression Systems Based on Confocal Microscopy with Variations in Customized Software and Clinical Parameters. JOMI. 2015; 30 (1): 56-64.
14. Mangano F.G, Veronesi G, Hauschild U, Mijiritsky E, Mangano C. Trueness and Precision of Four Intraoral Scanners in Oral Implantology: A Comparative inVitro Study. PLOS ONE. 2016; 11 (9): 1-18.
15. Benic G.I, Elmasry M, Hämmerle C.H.F. Novel digital imaging techniques to asses the outcome in oral rehabilitation with dental implants: a narrative review. Clin. Oral Impl. Res. 2015; 26 (11); 86-96.
16. Lee, J-H. Improved digital impressions of edentulous áreas. JPD. 2017; 117 (3): 448-449.
17. Fang J.H, An X, Jeong S.M, Choi B.H. Digital intraoral impression technique for edentulous jaws. JPD. 2018; 119 (4): 500-501.
18. Renne W.G, Evans Z.P, Mennito A, Ludlow M. A novel technique for reference point generation to aid in intraoral scan alignment. WILEY. 2017; 29, 391-395.
19. Rutkūnas V, Geciauskaite A, Jegelevicius D, Vaitiekunas M. Accuracy of digital implant impressions with intraoral scanners. A systematic review. EJOY. 2017; 10 (1): 101-120.
20. Kim J.E, Amelya A, Shin Y, Shim J.S. Accuracy of intraoral digital impressions using an artificial landmark. JPD. 2017; 117 (6): 755-761.
21. Andriessen F.S, Rijkens D.R, Van der Meer W.J, Wismeijer D.W. Applicability and accuracy of an intraoral scanner for scanning multiple implants in edentulous mandibles: A pilot study. JPD. 2014; 3 (3): 186-194.
22. Revilla-León M, Sánchez-Rubio J.L, Oteo-Calatayud J, Özcan M. Impression technique for a complete-arch prosthesis with multiple implants using additive manufacturing technologies. JPD. 2017;117 (6): 714-720.