

Dra. Irene-Carmen García-Martínez

Máster de Ciencias Odontológicas. Universidad Complutense de Madrid (UCM).
Máster de Odontología Restauradora basada en las Nuevas Tecnologías (UCM).

Dr. Alberto Ferreira Navarro

Profesor asociado. Departamento de Prótesis Bucofacial. Universidad Complutense de Madrid (UCM).
Profesor del Máster en Odontología Restauradora basada en las Nuevas Tecnologías (UCM).
Doctor en Odontología (UCM).

Dr. Cristian Abad Coronel

Especialista en Odontología Restauradora basada en las Nuevas Tecnologías. Universidad Complutense de Madrid (UCM).
Profesor Colaborador del Máster de Odontología Restauradora basada en las Nuevas Tecnologías (UCM).



Dr. Pablo Gómez Cogolludo

Profesor asociado. Departamento de Prótesis Bucofacial. Universidad Complutense de Madrid (UCM).
Profesor del Máster en Odontología Restauradora basada en las Nuevas Tecnologías (UCM).
Doctor en Odontología (UCM).

Dr. Guillermo Pradies Ramiro

Director del Máster de Odontología Restauradora basada en las Nuevas Tecnologías. Universidad Complutense de Madrid (UCM).
Director del Departamento de Prótesis Bucofacial (UCM).
Doctor en Odontología (UCM).

EL ESCÁNER FACIAL COMO HERRAMIENTA PARA EL DISEÑO DIGITAL TRIDIMENSIONAL DE LA SONRISA

BECA DE AYUDA A LA INVESTIGACIÓN EN PRÓTESIS ESTOMATOLÓGICA Y ESTÉTICA DENTAL SEPES

RESUMEN

La fotografía convencional en Odontología es una herramienta muy valiosa e indispensable para el análisis de la estética dento-facial, integración y diseño de las restauraciones dentales. Sin embargo, la tercera dimensión no está al alcance de ser reproducida mediante la misma.

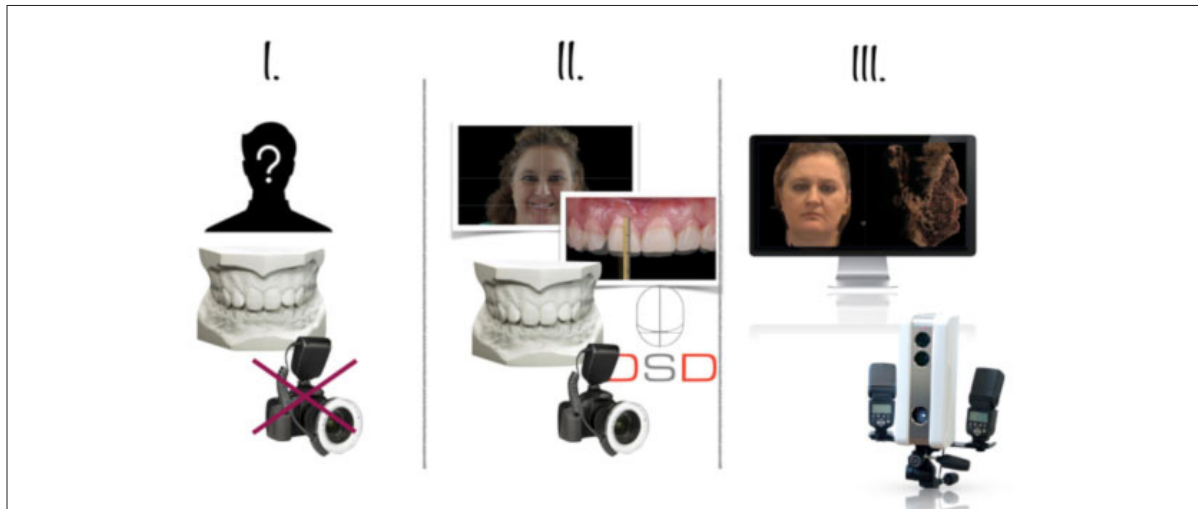
Actualmente, los sistemas de escaneo facial 3D constituyen herramientas que, junto con otros dispositivos CAD/CAM disponen de potencial suficiente para complementar, optimizar e integrar flujos de planificación, diseño y producción totalmente digitales. El objetivo general de este estudio es presentar un protocolo de trabajo en el que la simulación facial tridimensional del paciente es integrada en el flujo de planificación y diseño digital de restauraciones dentales. También se establece como objetivo expo-

ner las principales indicaciones, potencial, limitaciones, así como directrices de manejo básicas de algunos de los dispositivos que componen los sistemas de escaneo facial.

La planificación del tratamiento restaurador estético se realiza a partir de la integración dento-facial de distintos registros digitales como:

-Modelos dentales digitales tridimensionales. Obtenidos mediante escáneres intraorales, o a partir de la digitalización extraoral de modelos de escayola. (Formato digital ".stl").

- Registros faciales. Contienen información de: morfología tridimensional, textura y color del rostro del paciente. Estos registros son obtenidos mediante escáneres faciales de captación óptica. Permiten el registro en distintas situaciones faciales estáticas como: reposo o sonrisa; y distintas posiciones: frontal



Figuras 1a-1c. 1a. Protocolo I: modelos de escayola sin referencias faciales; 1b. protocolo II: modelos de escayola, fotografías y análisis dento-facial; 1c. Protocolo III: modelos digitales, escáner facial 3D y análisis dentofacial 3D.

y laterales. (Formato “.obj”).

-Además, es posible integrar otros registros adicionales como fotografías bidimensionales (formato “.jpg”) e incluso archivos con información de la morfología ósea tridimensional obtenida a partir de dispositivos radiológicos. (Formato “.Dicom”).

El desarrollo tecnológico de los dispositivos de captación óptica y software de diseño e integración nos permite disponer y trabajar con simulaciones de nuestros pacientes cada vez más realistas, fiables y completas. Actualmente, el desarrollo de estos sistemas se encamina hacia la superación de la complejidad que supone la reproducción estática tridimensional de las distintas relaciones anatómicas faciales, dentales y cráneo-maxilo-mandibulares de un paciente, e incluso a la simulación tridimensional de su dinamismo funcional.

La elevada inversión en la adquisición, la necesidad de completar una curva de aprendizaje, así como sus limitaciones técnicas de integración con los softwares CAD hace que estos sistemas todavía requieran de un adecuado desarrollo técnico para una integración clínica más eficiente.

Palabras clave: CAD/CAM, diseño de sonrisa, escáner facial, sistemas de escaneado facial.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, los casos de alta demanda estética requieren de la realización de un encerado diagnóstico previo y una prueba estética directamente en la

boca a partir de ese encerado, para evaluar el posible resultado. Sin embargo, muchos de estos encerados no se realizan guiados por los parámetros faciales de cada paciente y, por lo tanto, las formas y proporciones de los dientes pueden no integrarse correctamente con la estética facial (**Figura 1a**).

La introducción del protocolo de trabajo de diseño digital de la sonrisa, también conocido como DSD, se ha convertido en una herramienta que nos ayuda a transferir referencias estéticas sobre el modelo, a partir de fotografías extraorales e intraorales, para hacer un encerado guiado en función de la estética facial (**Figura 1b**).

En la actualidad, mediante los sistemas de escaneado facial 3D y su integración con herramientas de diseño digitales es posible realizar el encerado de manera virtual y obtener un modelo impreso, que nos permita hacer el correspondiente mock-up de manera convencional e incluso es también posible fabricar directamente dicho mock-up (**Figura 1c**).

Aunque existen una gran cantidad de escáneres de distintas calidades, diseño e inversión, actualmente existen diferentes Sistemas de Escaneado Facial (SEF), específicamente enfocados para su uso odontológico, como el escáner Priti®face (Pritidenta GmbH, Germany) (**Figura 2**); y el escáner Facehunter® (Zirkonzahn, Gais, Italy) (**Figura 3**) (1).

Estos escáneres funcionan mediante tecnología óptica de luz estructurada proyectan un patrón de luz en forma de bandas o franjas sobre un objeto y analizan



Figuras 2 y 3. Sistemas de Escaneado Facial (SEF) de uso específicamente Odontológico. Figura 2. Escáner Priti*face (Pritidenta GmbH, Germany). Figura 3. Escáner Facehunter® (Zirkonzahn, Gais, Italy).

la deformación del patrón producida por la geometría morfológica tridimensional (Figura 4).

En cuanto a los componentes físicos o hardware de estos dispositivos, para estos modelos, se componen de una caja de dimensiones aproximadas de 25x13x32 cm que, a su vez, contiene: un foco inferior de proyección de luz y dos lentes: una de captación de textura superficial y otra de color. Como accesorios, a menudo disponen de un trípode de estabilización y una barra de soporte horizontal, con

posibilidad de acoplar flashes como fuentes de luz externa para la minimización de sombras y optimización de la calidad de las imágenes (Figura 5).

Estos escáneres se conectan a un ordenador mediante un puerto MDA para la visualización con un software específico que posibilita la superposición virtual de archivos tridimensionales (capturas faciales, modelos dentales digitales y/o fotografías).

El objetivo principal de este trabajo es presentar un caso clínico piloto (de un estudio con un mayor número de pacientes, que a su vez tiene como objeto):

1. Validar la posibilidad de utilizar un escáner facial como herramienta para el diseño de sonrisa.
2. Evaluar los parámetros estéticos de tres mock-ups creados para un mismo caso a partir de tres protocolos de trabajo diferentes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este trabajo piloto desarrolla y compara tres situaciones clínicas que representan distintos protocolos de trabajo posibles encaminados a la realización de un encerado diagnóstico y a su correspondiente mock-up.

La paciente seleccionada para este estudio piloto presenta una evidente desarmonía estética que es susceptible de tratamiento aditivo restaurador del sector anterosuperior (Figura 6).

A continuación, explicaremos detalladamente los

Figura 4. Captación óptica de la morfología facial de la paciente.

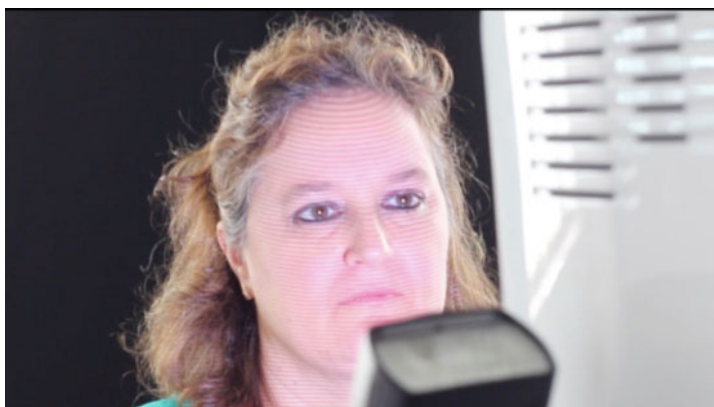


Figura 5. Priti*face (Pritidenta GmbH, Germany).



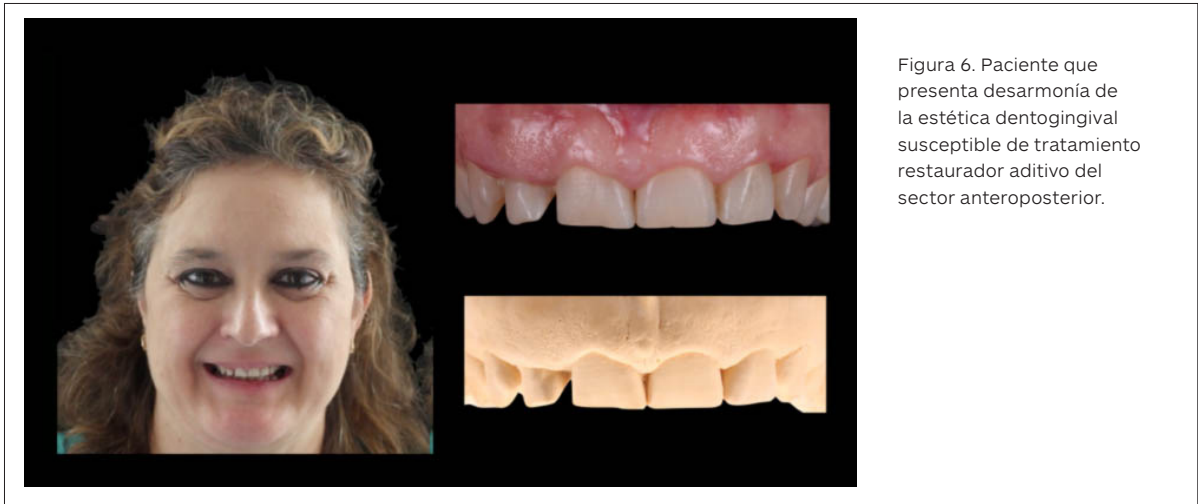


Figura 6. Paciente que presenta desarmonía de la estética dentogingival susceptible de tratamiento restaurador aditivo del sector anteroposterior.

tres protocolos de trabajo realizados:

- Protocolo de trabajo I: Para el primer protocolo de trabajo, el técnico dental realizó un encerado diagnóstico sobre los modelos de escayola disponiendo exclusivamente de los mismos.

Inicialmente, se planteó aportar información complementaria como trazos gráficos del labio superior en sonrisa o fotografías, sin embargo, esta idea se desechó basándose en una encuesta que determinó que un elevado porcentaje de clínicos no adjuntan ningún tipo de información adicional y, por tanto, confían exclusivamente en los criterios del técnico para el diseño y elaboración del patrón de encerado. Una vez obtenido el primer encerado, se transfirió intraoralmente la morfología del mismo en resina bisacrílica (Structur 3, VOCO GmbH, Cuxhaven, Ger-

many) mediante una llave de silicona de adicción y doble consistencia.

- Protocolo de trabajo II: La segunda situación representa la aplicación del protocolo de diseño digital de la sonrisa (DSD). Las fotografías intraorales y extraorales, junto con la aplicación de una serie de mediciones a escala real, facilitan en gran medida la elección y transferencia de las proporciones y formas dentales hasta los modelos para su encerado. Este protocolo resulta una guía muy útil y predecible para casos de alto requerimiento estético. Permite aportar al técnico mucha información mediante una serie de referencias acerca de las proporciones y formas ideales para cada caso (Figura 7).

La morfología del encerado fue transferida a boca de la paciente mediante una llave de silicona Vir-



Figura 7. Guía resultante a cerca de las proporciones y morfología dental ideales a partir del diseño digital de la sonrisa con fotografía.

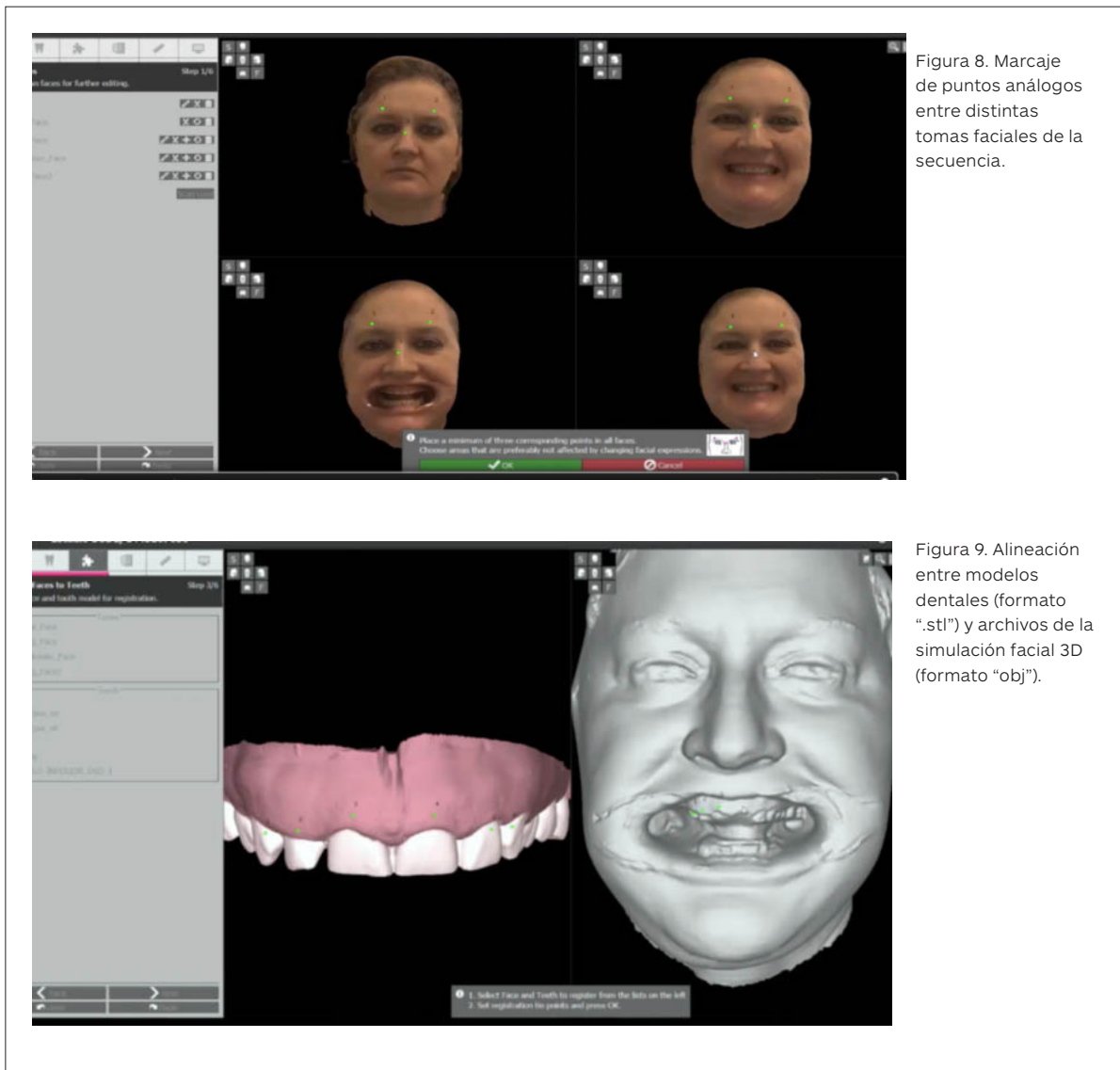


Figura 8. Marcaje de puntos análogos entre distintas tomas faciales de la secuencia.

Figura 9. Alineación entre modelos dentales (formato “.stl”) y archivos de la simulación facial 3D (formato “.obj”).

tual® Putty, Regular Set (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) Virtual® Light Body (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein), siguiendo el mismo protocolo que en la primera de las situaciones.

- Protocolo de trabajo III: Para el tercer protocolo, los modelos dentales digitales del paciente obtenidos a partir del escáner intraoral CS3600 (CS, Carestream Dental, Atlanta, GA, USA) se integraron junto con los registros tridimensionales faciales para diseñar un encerado virtual en base al diseño de sonrisa digital tridimensional.

El sistema de escaneado facial empleado en este caso clínico: Priti®face (Pritidenta GmbH, Germany) con-

siste en un dispositivo que capta la morfología facial del paciente mediante una tecnología de luz estructurada Priti®mirror (Pritidenta GmbH, Germany). El paciente debe posicionarse a una distancia de 60 cm frente al escáner para captar una secuencia de tomas: en reposo (tanto frontales como laterales), en sonrisa, y con separadores labiales (ambas frontales). Tras esto, el software del sistema Priti®imaging (Pritidenta GmbH, Germany) procesa la información mediante algoritmos y se procede a la superposición de los archivos previo marcaje de puntos en común entre las distintas tomas faciales (Figura 8).

La información facial tridimensional es complemen-

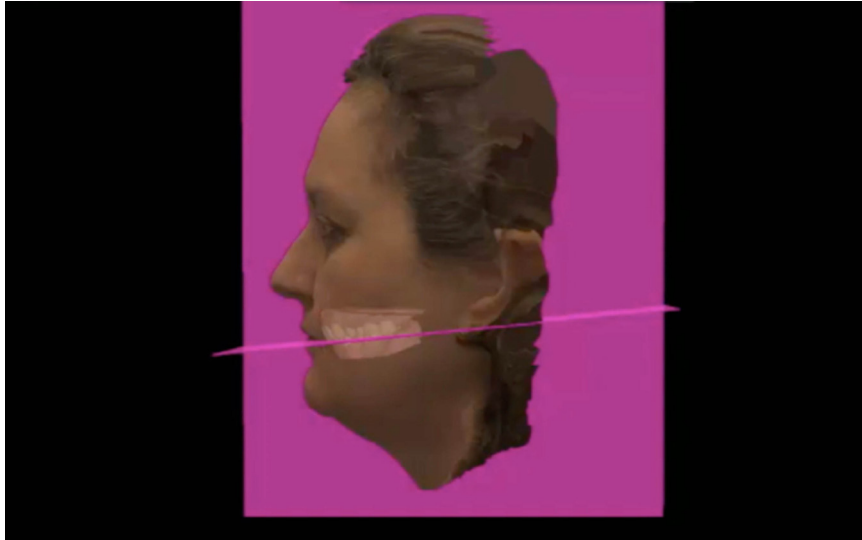


Figura 10. Verificación de la correcta orientación tridimensional de los modelos dentales digitales con respecto a los archivos faciales en los 3 ejes del espacio (vista sagital).



Figura 11. Software de simulación dentofacial tridimensional priti®imaging (Pritidenta GmbH, Germany) con posibilidad de conexión simultánea con software de diseño dental Exocad® (Exocad GmbH, Germany)

tada con la que aportan los modelos dentales virtuales “.stl” (Figura 9). Es importante la correcta orientación de los modelos con respecto a los archivos faciales en los 3 ejes del espacio (Figura 10).

Este sistema permite la conexión simultánea con el software de diseño de restauraciones Exocad® (Exocad GmbH, Germany) lo que permite la visualización de simulación virtual dento-facial integrada durante el proceso de diseño. Para el diseño CAD simultáneo es imprescindible la consideración de los planos

de referencia facial protética, así como la aplicación de parámetros estéticos dentogingivales (Figura 11). Una vez completado el diseño del encerado digital se materializó en un modelo de resina sinterizada por adición laser (Stratasys, PolyJet 3D Printing) cuya morfología fue transferida a la boca siguiendo la misma sistemática previamente explicada.

Cada uno de los tres mock-up se solicitaron consecutivamente y, espaciados en el tiempo a un mismo técnico dental que desconocía el objeto del estudio



Figura 12. Secuencia clínica de trabajo: modelos, encerado y mock-up de los protocolos I, II, II respectivamente.

“ LA SUSCEPTIBILIDAD A LA LUZ O EL MOVIMIENTO SON LIMITACIONES QUE INFLUYEN EN LA CALIDAD DE LOS REGISTROS

(Z-tech, Digital & Esthetics, Madrid).

Los mock-up resultantes de cada una de las tres situaciones fueron evaluados siguiendo como referencia 12 de los parámetros estéticos de la sonrisa adaptados por Belser y Magne 2004 (2) (Tabla 1) (Figura 12). Tres examinadores clínicos previamente calibrados que desconocían la técnica de origen (ciegos) calificaron mediante fotografía cada una de las tres situaciones con respecto a 12 parámetros (3) con puntuaciones de 1 o 0 (1= adecuado y 0 = no adecuado), siendo 12 la puntuación más alta.

Por otro lado, la paciente evaluó su nivel de satisfacción acerca del resultado estético de cada una de las tres situaciones con puntuaciones entre 0 y 10, me-

1	Posición del labio superior y cantidad de encía expuesta
2	Troneras o llenado gingival
3	Ejes dentales
4	Cenit del contorno gingival
5	Equilibrio entre los márgenes gingivales
6	Nivel de contacto interdental
7	Dimensiones relativas del diente
8	Rasgos básicos de la forma de los dientes
9	Textura superficial
10	Configuración del borde incisal
11	Línea del labio inferior
12	Simetría de la sonrisa.

Tabla 1. Parámetros estéticos de la sonrisa evaluados. (Modificación y adaptación para este estudio de los propuestos por Belser y Magne 2004).

dante una escala visual analógica (VAS), siendo (0 = Completamente insatisfecho) y (10 = Completamente satisfecho).

RESULTADOS

En cuanto a los resultados de este caso particular, el mock up resultante del protocolo de trabajo I (modelos de escayola sin referencias dentofaciales) fue calificado con una puntuación de 6 puntos en la escala de VAS por parte de la paciente y con 3/12 por parte de los examinadores. El mock up del protocolo II (fotografías de referencia dento-facial, DSD y modelos de escayola) fue calificado con la puntuación estética más favorable por parte de la paciente con 8 puntos en la escala de VAS y con 9/12 por parte de los examinadores. El



Figura 13. Diferencias en cuanto al abordaje que sugieren los mock-up resultantes de los distintos protocolos en función de las herramientas de planificación empleadas.

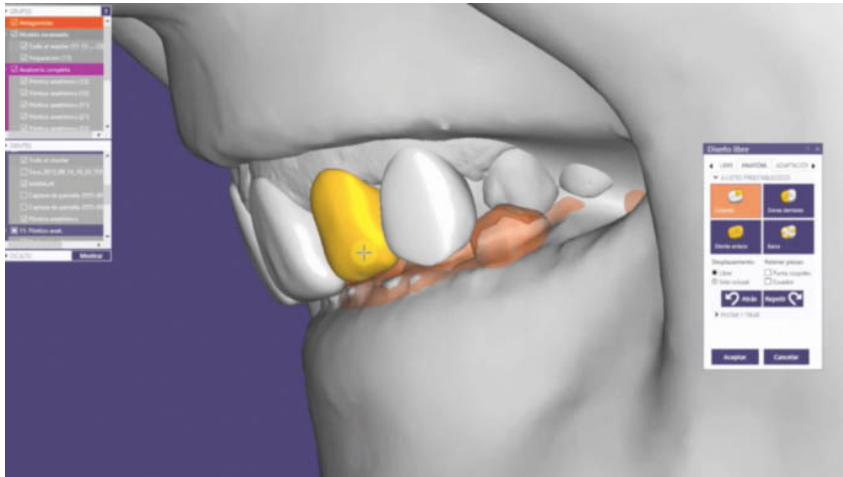


Figura 14. La posibilidad de acceso simultáneo del software Priti®imaging (Pritidenta GmbH, Germany) con Exocad® (Exocad GmbH, Germany) permite la integración dentofacial simulada durante diseño digital tridimensional de restauraciones.

mock up resultante del protocolo III (escaneado facial y modelos digitales) fue calificado con un 7 en la escala de VAS por la paciente y obtuvo la mejor calificación por parte de los examinadores 10/12..

DISCUSIÓN

Considerando las limitaciones de este estudio; es posible considerar que la caracterización y textura superficial del mock-up del protocolo III queda determinada por la resolución de impresión del modelo estereolitográfico o del prototipado.

La extensión del encerado para este caso, idealmente debería incluir al menos los premolares superiores a fin de lograr una mayor ocupación de los corredores vestibulares para optimizar la estética de la sonrisa. La ocupación de los corredores bucales, al igual que

el color son parámetros no contemplados en este estudio piloto, sin embargo, no por ello menos importantes a efectos estéticos.

A la vista de los resultados de este estudio piloto, la paciente se mostró más satisfecha con los resultados del protocolo II, mientras que el mock-up del protocolo III fue el mejor puntuado por parte de los examinadores. A pesar de todo las diferencias entre II y III no parecen ser muy evidentes. No es posible obtener significación, ni resultados concluyentes en cuanto a las diferencias con un sólo caso. En este tipo de estudios también es muy importante considerar el carácter subjetivo de la estética, así como procurar la calibración de los examinadores.

El presente caso piloto, hace evidentes las limitaciones del caso, permite la aplicación de modificaciones

óptimas posibles en cuanto al protocolo definitivo, así como verificar la viabilidad del estudio.

Una sistemática de planificación adecuada e individualizada para cada caso es un factor determinante para el abordaje del tratamiento definitivo. Los resultados de los protocolos II y III (con referencias dento-faciales y análisis estético), a diferencia del protocolo I (sin referencias estético faciales); sugieren un abordaje quirúrgico; como es el alargamiento coronario previo a la rehabilitación protética a fin de alcanzar una proporción coronaria más armónica. (Figura 13) (4)

Son numerosos los estudios que muestran excelentes resultados en cuanto a la funcionalidad, estética y satisfacción por parte de los pacientes habiendo aplicado protocolos digitalizados de diseño de sonrisa. Actualmente, a fin de optimizar el protocolo y sus resultados; se han desarrollado herramientas y sistemáticas fotográficas ordenadas cuya información se procesa mediante softwares específicos

para la superposición digital de las mismas o/y con los modelos virtuales del paciente (5). Este tipo de protocolos y herramientas incrementan el realismo virtual y la predictibilidad de los resultados además de reducir el tiempo en la clínica y el laboratorio (6). Sin embargo, muchos de ellos emplean imágenes fotográficas bidimensionales para la reproducción facial de los pacientes se en todo momento.

La fotografía convencional en Odontología, es una herramienta muy útil que aporta mucha información relevante, sin embargo aporta información solamente en dos dimensiones; lo que hace difícil determinar con exactitud si ese diseño de sonrisa se integra, o no, correctamente en la cara del paciente (protocolo II). La tercera dimensión es un parámetro que, en cambio sí que es reproducible por escáneres ópticos de digitalización facial (protocolo III). El potencial de esta herramienta se hace evidente, ya que permite trabajar con la tercera dimensión en todo momento. (7) Aunque no todos los escáneres faciales disponen de un

acceso simultáneo a un programa de diseño dental como Priti®face (Pritidenta GmbH, Germany) y, Facehunter® (Zircohnzahn, Gais, Italy) (8) este hecho optimiza la calidad del proceso (Figura 14).

Se podría decir que, los dispositivos de captación facial o “escáneres faciales” son una novedosa herramienta que además de favorecer el entendimiento entre paciente-clínico-técnico, posibilitan la integración de un flujo de trabajo «totalmente digital».

En cuanto a los pacientes, supone una herramienta comunicativa y de marketing, que hace innecesaria la exposición a radiación frente a otros sistemas.

Por otro lado, cabe a destacar una serie de limitaciones que influyen en la calidad de los registros tridimensionales como son la susceptibilidad a la luz (interferencias) y el movimiento (distorsión) (9).

Una vez procesados los archivos faciales, es posible adjuntar numerosos registros virtuales tridimensionales e incluso fotografías para la integración de los mismos en la interfaz de

“ EL ESTUDIO CONFIRMA LA UTILIDAD DEL ESCÁNER FACIAL COMO HERRAMIENTA PARA EL DISEÑO TRIDIMENSIONAL DE LA SONRISA

cada paciente.

La integración de los archivos requiere de la superposición de los mismos previo a un alineamiento manual de puntos análogos. Este proceso también es crítico, ya que viene determinado por la exactitud de la elección de puntos por parte del operador y, por la resolución de cada archivo (cantidad de puntos y conformación de la malla) (10). El proceso de alineamiento manual de puntos puede introducir a priori más errores y hacer más tedioso el proceso. Se puede decir que el posicionamiento del modelo maxilar con respecto al modelo facial, sobre todo en desdentados, requiere numerosas mejoras técnicas a fin de facilitar la fiabilidad de la superposición.

La elevada inversión en la adquisición y la necesidad de completar una curva de aprendizaje hace que estos sistemas todavía requieran de desarrollo técnico para una integración clínica más eficiente. Confiamos que este tipo de limitaciones queden resueltas en un futuro no muy lejano.

CONCLUSIONES

A la vista de este caso clínico piloto podemos concluir que:

1. Es posible confirmar la utilidad del escáner facial como herramienta para el diseño tridimensional de la sonrisa. Sin embargo, para posibilitar una integración clínica eficiente de estos sistemas es imprescindible la optimización técnica de los dispositivos de captación óptica, de los respectivos programas informáticos (software) de procesado y superposición; así como la integración de éstos con los programas de diseño CAD de restauraciones.

2. En este estudio piloto, se hallan diferencias en cuanto a parámetros estéticos entre los distintos mock-ups para un mismo caso, en función de las técnicas de diseño y elaboración. En todo caso, se reafirma la importancia del empleo de herramientas que permitan realizar un análisis previo individualizado aplicando parámetros que integren la armonía dento-gingivo-facial.

3. Es importante obtener resultados de un mayor número casos clínicos (previo cálculo del tamaño muestral), a fin de establecer conclusiones relevantes y sus posibles implicaciones clínicas. ■

BIBLIOGRAFÍA

1. **Secher JJ, Darvann TA, Pinholt EM.** Accuracy and reproducibility of the DAVID SLS-2 scanner in three-dimensional facial imaging. *Journal of cranio-maxillo-facial surgery: official publication of the European Association for Cranio-Maxillo-Facial Surgery.* 2017.
2. **Nold SL, Horvath SD, Stampf S, Blatz MB.** Analysis of select facial and dental esthetic parameters. *The International journal of periodontics & restorative dentistry.* 2014; 34 (5): 623-9.
3. **Belser UC, Grutter L, Vailati F, Bornstein MM, Weber HP, Buser D.** Outcome evaluation of early placed maxillary anterior single-tooth implants using objective esthetic criteria: a cross-sectional, retrospective study in 45 patients with a 2- to 4-year follow-up using pink and white esthetic scores. *Journal of periodontology.* 2009; 80 (1): 140-51.
4. **Santos FR, Kamarowski SF, Lopez CAV, Storrer CLM, Neto AT, De-liberador TM.** The use of the digital smile design concept as an auxiliary tool in periodontal plastic surgery. *Dental research journal.* 2017; 14 (2): 158-61.
5. **Coachman C, Calamita MA, Sesma N.** Dynamic Documentation of the Smile and the 2D/3D Digital Smile Design Process. *The International journal of periodontics & restorative dentistry.* 2017; 37 (2): 183-93.
6. **Cattoni F, Mastrangelo F, Gherlone EF, Gastaldi G.** A New Total Digital Smile Planning Technique (3D-DSP) to Fabricate CAD-CAM Mockups for Esthetic Crowns and Veneers. *International journal of dentistry.* 2016; 2016: 6282587.
7. **Lin WS, Harris BT, Phasuk K, Llop DR, Morton D.** Integrating a facial scan, virtual smile design, and 3D virtual patient for treatment with CAD-CAM ceramic veneers: A clinical report. *The Journal of prosthetic dentistry.* 2017.
8. **Bakirman T, Gumusay MU, Reis HC, Selbesoglu MO, Yosmaoglu S, Yaras MC, et al.** Comparison of low cost 3D structured light scanners for face modeling. *Applied optics.* 2017; 56 (4): 985-92.
9. **Knoops PG, Beaumont CA, Borghi A, Rodriguez-Florez N, Breakey RW, Rodgers W, et al.** Comparison of three-dimensional scanner systems for craniomaxillofacial imaging. *Journal of plastic, reconstructive & aesthetic surgery: JPRAS.* 2017; 70 (4): 441-9.
10. **Zhang C, et al.** Robust 3D point set registration using iterative closest point algorithm with bounded rotation angle. *Signal Processing.* 2016, vol. 120, p. 777-788.