Rehabilitación completa digital mediante la aplicación de nuevas tecnologías: del 2D al 4D

David de Paz Rueda, Carlos Moreno Calavia, Antonio Meaños Somoza,
Ignacio Sanz Sánchez, Mª Paz Salido Rodríguez-Manzaneque, Guillermo Pradíes Ramiro

Premio a la Mejor Comunicación Oral Clínica del 50º Congreso Anual SEPES 2021

RESUMEN

La aplicación de las nuevas tecnologías y recursos digitales nos permiten transmitir mayor cantidad de información del paciente al laboratorio, haciendo las rehabilitaciones más precisas y exactas, en menor tiempo de consulta y con una mayor comodidad para los pacientes. En este artículo se plantea a través de un caso clínico, la utilización de diversos dispositivos digitales para la realización de una rehabilitación completa sobre dientes e implantes en todas las fases del tratamiento: diagnóstico, planificación, diseño y confección de las restauraciones. Se muestra el uso de un sistema de registro de movimientos mandibulares que permite trasladar al laboratorio a un paciente completamente virtual en 4D, es decir, con sus movimientos reales y no sólo de forma estática en 3D como hasta ahora. En este caso, el estudio y planificación digital del paciente se realizó integrando los archivos resultantes de escáner intraoral y facial, fotografías, CBCT y registros de movimientos mandibulares reales, que permitieron hacer un encerado diagnóstico en varias fases con el objetivo de conseguir la mayor cantidad de información estética y funcional, para confeccionar unas restauraciones óptimas con menor necesidad de ajustes oclusales, mejorando así el pronóstico de la rehabilitación.

INTRODUCCIÓN

Una de las principales inquietudes en la Odontología Restauradora es la de poder trasladar al laboratorio toda la información posible de nuestros pacientes. Tradicionalmente esta información se ha enviado en forma de modelos de escayola y fotografías. La llegada de la llamada "Odontología Digital" nos ha permitido que mediante la integración de los archivos resultantes de los dispositivos de registros digitales (como escáner intraoral, escáner facial o CBCT) podamos obtener un paciente virtual en 3D, lo que ha facilitado que los tratamientos sean menos invasivos, más rápidos, más sencillos, más predecibles y con unos ajustes superiores a los tratamientos convencionales, además de una notable mejora de la comunicación con los pacientes y el laboratorio, y un considerable ahorro de tiempo.[1-3] Sin embargo, este paciente virtual es un paciente estático, sin movimiento. El desarrollo de los dispositivos de registro del movimiento mandibular real del paciente y su integración con el resto de los dispositivos digitales, nos ha permitido enviar al laboratorio un paciente virtual dinámico en 4D, al incluir sus movimientos reales. Toda esta información se traduce en un resultado final de las rehabilitaciones mucho mas favorable, con menos necesidad de ajustes oclusales, mejorando el pronóstico de las mismas.

En este artículo, se muestran el uso integrado de diferentes dispositivos digitales con el fin de "virtualizar" dinámicamente al paciente para realizar una rehabilitación completa sobre dientes e implantes, aprovechando todas las ventajas de la Odontología Digital.

CASO CLÍNICO

Un paciente varón de 57 años sin antecedentes médicos de interés acudió a la clínica del Máster de Odontología Restauradora basado en las Nuevas Tecnologías de la Universidad Complutense de Madrid con el objetivo de *"arreglarse la boca, porque se notaba los dientes desgastados y le faltaban muelas"*.

Para comenzar con el diagnóstico y llevar a cabo el plan de tratamiento se realizó un estudio fotográfico,[4] donde encontramos a un paciente con la línea media dental y facial centrada, con los tercios faciales proporcionados y un sellado labial competente. En máxima sonrisa, el paciente presentaba una línea de sonrisa alta e invertida con respecto a los incisivos inferiores y con pasillos labiales no ocupados (**fig. 1**).

Fig. 1. Fotografía extraoral frontal en máxima sonrisa. El paciente presenta una línea de sonrisa alta e invertida.

En la exploración intraoral de las arcadas se observaron diversas ausencias dentarias, restos radiculares, múltiples obturaciones y evidentes desgastes dentarios. Los márgenes gingivales eran asimétricos, existían exostosis vestibulares y tamaño dentario reducido debido a los desgastes. Los márgenes gingivales de los dientes anteriores estaban sensiblemente más bajos que los dientes posteriores debido a una erupción dental compensatoria, ya que, al haber ausencia de contactos estables posteriores, los dientes anteriores habían ido sufriendo ese desgaste junto con la migración coronal de los tejidos periodontales (**fig. 2**). Según la clasificación ACE (Anterior Erosive Classification) de Vailati de 2010,[5] los desgastes dentarios se clasificaron como tipo ACE Clase III, ya que existía pérdida de bordes incisales <2mm, afectando a la longitud de la corona clínica, con preservación del esmalte vestibular y vitalidad dental. En la ortopantomografía, además se podía apreciar tratamiento de conductos en un molar y en varios restos radiculares (**fig. 3**). El paciente presenta un buen estado periodontal. En la exploración oclusal dinámica, nos encontramos con un patrón completamente plano, con ausencia de guía anterior y canina, generando interferencias en sectores posteriores durante los movimientos excursivos (**fig. 4**) (**vídeo 1**).

Fig. 2. Situación intraoral de las arcadas dentarias: (**2a**) vista frontal en oclusión; (**2b**) vista lateral derecha en oclusión; (**2c**) vista lateral izquierda en oclusión; (**2d**) vista oclusal arcada superior; (**2e**) vista oclusal arcada inferior.

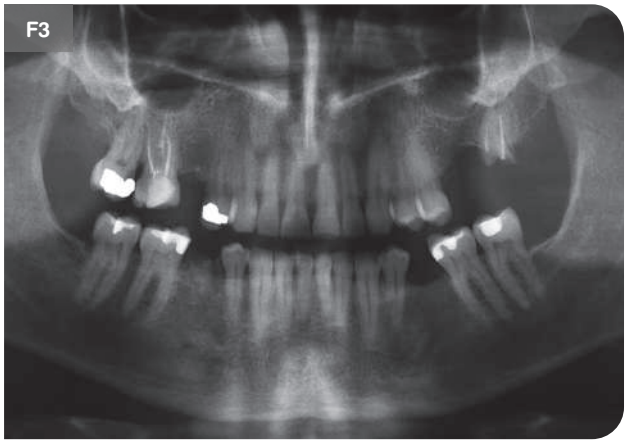


Fig. 3. Ortopantomografía.

Vídeo 1.

Estudio dinámico de la oclusión, donde se aprecia la ausencia de guía anterior y canina en los movimientos de protrusión y lateralidad.

Fig. 4. Situación oclusal en movimientos excursivos, ausencia de guía anterior y canina: (**4a**) movimiento de protrusiva; (**4b**) lateralidad derecha; (**4c**) lateralidad izquierda.

Con esta información, el primer paso fue realizar un diseño de sonrisa 2D, buscando un objetivo motivacional que fuese concienciando al paciente de su problema y de su posible tratamiento (**fig. 5**). Tras la presentación de este diseño el paciente decidió comenzar con su rehabilitación, la cuál se planificó en tres fases:

- Fase higiénica: profilaxis dental.
- Fase quirúrgica: exodoncia de los restos radiculares (16, 27 y 45), colocación de implantes dentales (15, 16, 26, 27, 45 y 35) y alargamientos coronarios de los dientes anteriores.
- Fase protésica: rehabilitación de sectores posteriores con prótesis sobre implantes de circonia monolítica en los dientes ausentes y *overlays* de disilicato de litio en el resto de dientes; y para la rehabilitación de los sectores anteriores, se propuso realizar carillas cerámicas con protocolo Skyn® Concept. El tratamiento terminaría con la colocación de una férula de descarga Nobrux®.

Fig. 5. Diseño de Sonrisa 2D: (**5a**) planificación mediante líneas y proporciones ideales; (**5b**) diseño de dientes tentativo con aumento de la corona clínica hacia incisal y gingival.

Tras la fase higiénica, se inició la fase quirúrgica con la colocación de los implantes dentales (MIS V3®, Shlomi, Israel). Para ello, se extrajeron virtualmente los restos radiculares, se enceraron los dientes a reponer (**fig. 6**) y se hizo una planificación digital de los implantes para una colocación completamente guiada, sin abrir colgajo, reduciendo así la morbilidad. La planificación se guió por el encerado diagnóstico con el fin de obtener una emergencia protésica adecuada.[6,7] La guía quirúrgica se diseño en el software Smop® (Swissmeda AG, Baar, Suiza) (**fig. 7**) y se imprimió en clínica en la impresora 3D Straumann® Rapidshape P30+ (Straumann Holding AG, Basilea, Suiza). En la **figura 8** podemos observar la situación intrabucal de la férula de cirugía guiada y en la **figura 9** un detalle de los implantes tras quince días de su colocación.

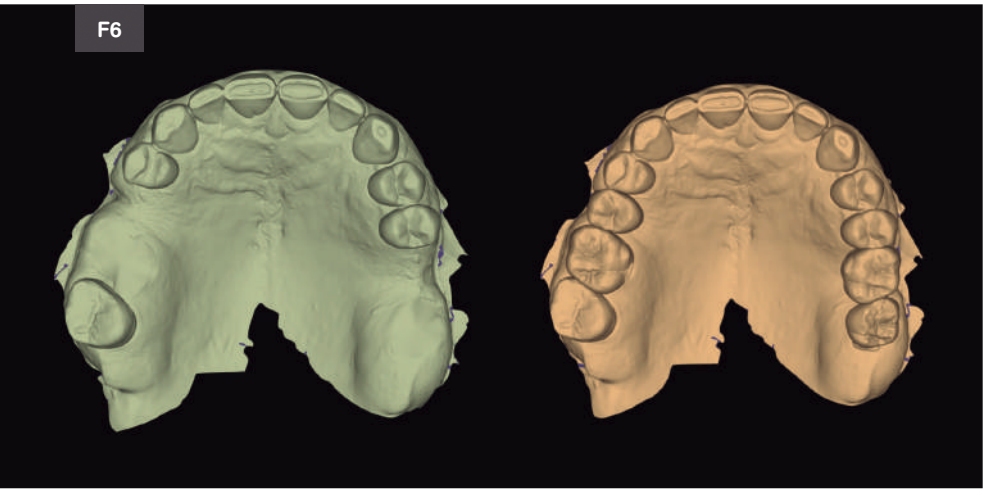
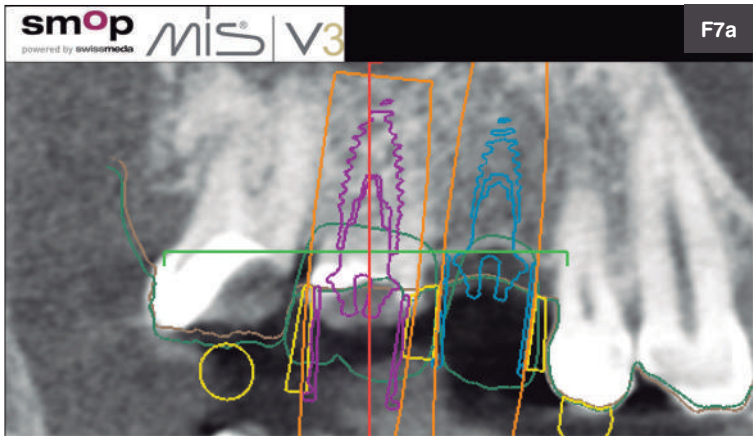


Fig. 6. Extracción virtual de los restos radiculares y encerado diagnóstico de los molares a reponer.



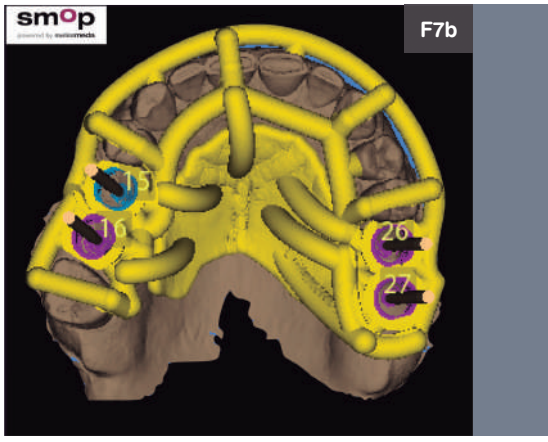


Fig. 7. Software Smop® para planificación guiada de implantes: (**7a**) planificación digital de los implantes 16 y 17; (**7b**) guía quirúrgica impresa.

Fig. 8. Situación intrabucal de la férula de cirugía guiada.

Fig. 9. Situación clínica a los 15 días de la colocación de los implantes.

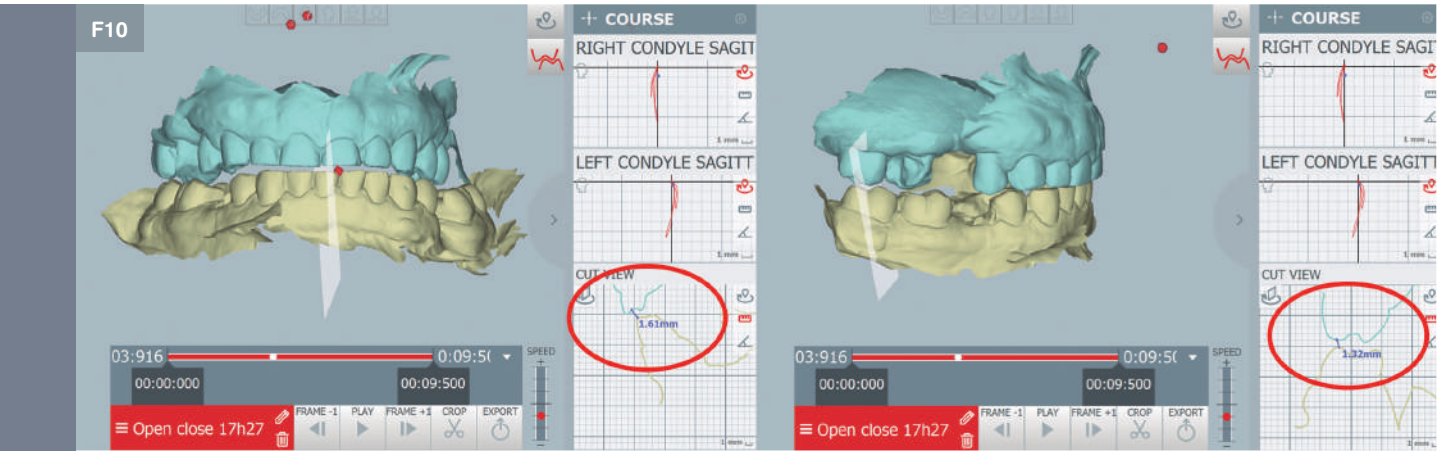


Fig. 10. Registro inicial con Modjaw® para realizar el aumento de dimensión vertical necesario para la fabricación de las restauraciones. El círculo rojo indica el espacio protésico resultante tras el aumento de dimensión vertical seleccionado en posteriores y en anteriores.

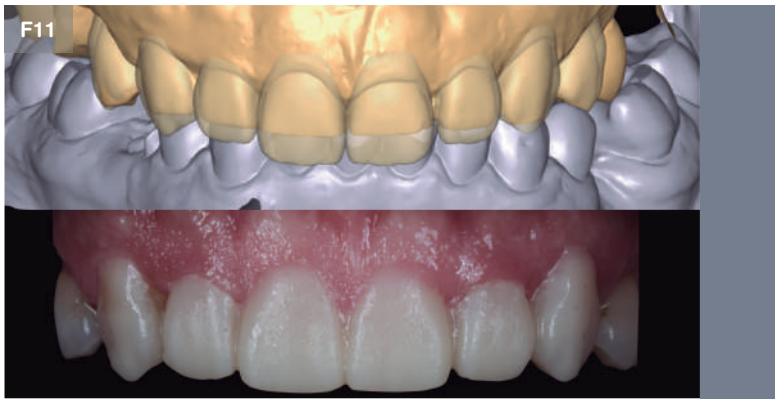


Fig. 11. Encerado diagnóstico del sector anterior con la dimensión vertical aumentada y *mock-up* estético realizado a partir de ese encerado.

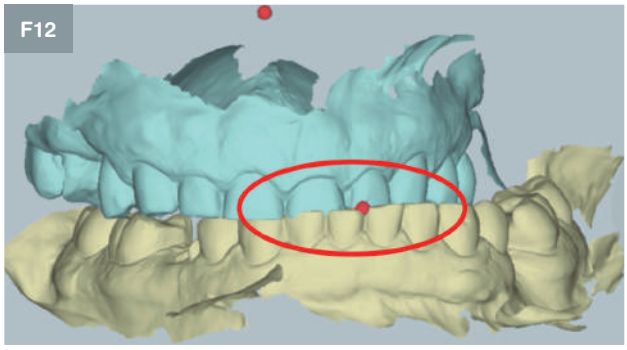


Fig. 12. Registro oclusal inicial, donde en el software se produce un entrecruzamiento de las arcadas dentarias en los movimientos de protrusión y lateralidad, generando datos falseados en los movimientos excéntricos.

Mientras se cumplían con los plazos de osteointegración, se realizó un primer *mock-up* estético. Para ello, se tomó un registro inicial de los movimientos mandibulares reales del paciente con el sistema Modjaw® (Sainte Hélène-du-Lac, Francia),[8] mediante el cual se aumentó en el software la dimensión vertical del paciente a partir del primer escaneado intraoral. Para ello, se llevó al paciente a relación céntrica, consiguiendo la dimensión vertical deseada (**fig. 10**) (**vídeo 2**). El objetivo de este primer registro fue obtener el espacio suficiente a nivel anterior para las restauraciones y hacer un *mock-up* estético del frente antero-superior,[9] para posicionar el nuevo borde incisal del paciente y a partir de ahí, iniciar la rehabilitación (**fig. 11**). La integración de los archivos de los escaneados intraorales y los registros de movimiento mandibular se realizaron el programa de diseño CAD Exocad® (Exocad GmbH, Darmstadt, Alemania). Sobre estos primeros registros del Modjaw®, no se podía realizar directamente el *mock-up* definitivo de la arcada completa; ya que el paciente, al no tener guía anterior ni canina, al realizar en el software los movimientos excursivos se entrecruzaban ambos maxilares falseando los datos de los movimientos (**fig. 12**) (**vídeo 3**). Por lo tanto, solo eran válidos los movimientos de apertura y cierre, no pudiendo ofrecer a nuestro encerado una guía incisal y canina correcta.

Vídeo 2.

Registro con Modjaw® de apertura y cierre para realizar el aumento de dimensión vertical necesario para la fabricación de las restauraciones.

Vídeo 3 .

Situación de entrecruzamiento de las arcadas dentarias en el software generando datos falseados en los movimientos excéntricos.

Una vez puesto en boca el primer *mock-up* estético, se realizó un nuevo escaneado intraoral y se tomó un segundo registro con Modjaw®, en el que, ahora sí, se obtuvieron los datos de los movimientos excéntricos correctos (**fig. 13**). Gracias a este software, se pueden tomar múltiples registros en formato vídeo y pausar el intervalo que queramos trasladar al técnico de laboratorio. Además, de los movimientos de lateralidad y protrusiva, se puede registrar la masticación habitual,

F13

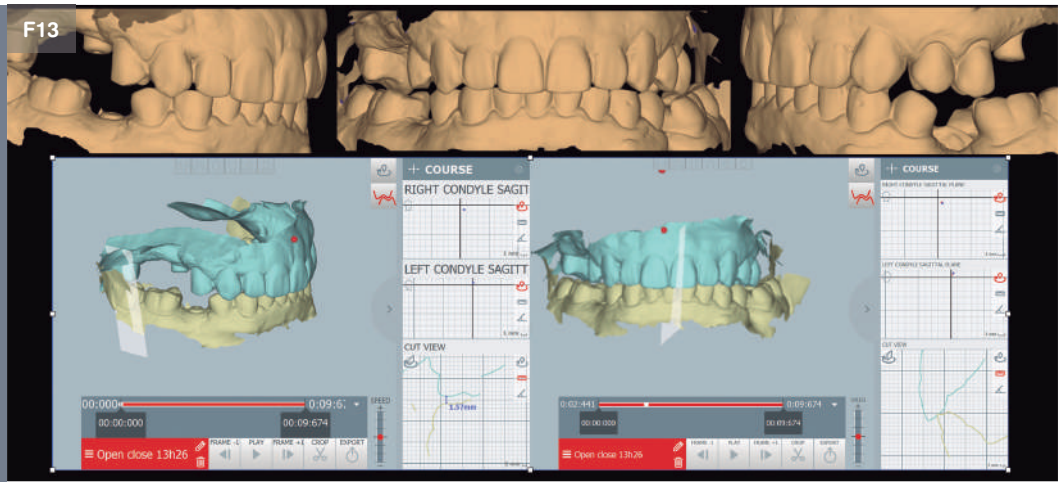


Fig. 13. Segundo registro con Modjaw® con el primer *mock-up* estético en boca con la dimensión vertical aumentada. En la parte superior de la imagen observamos el escaneado del *mock-up*. En la parte inferior derecha, la oclusión en relación céntrica del sector anterior; y en la parte inferior izquierda, la oclusión en relación céntrica del sector posterior derecho, observando el espacio protésico disponible.

F14

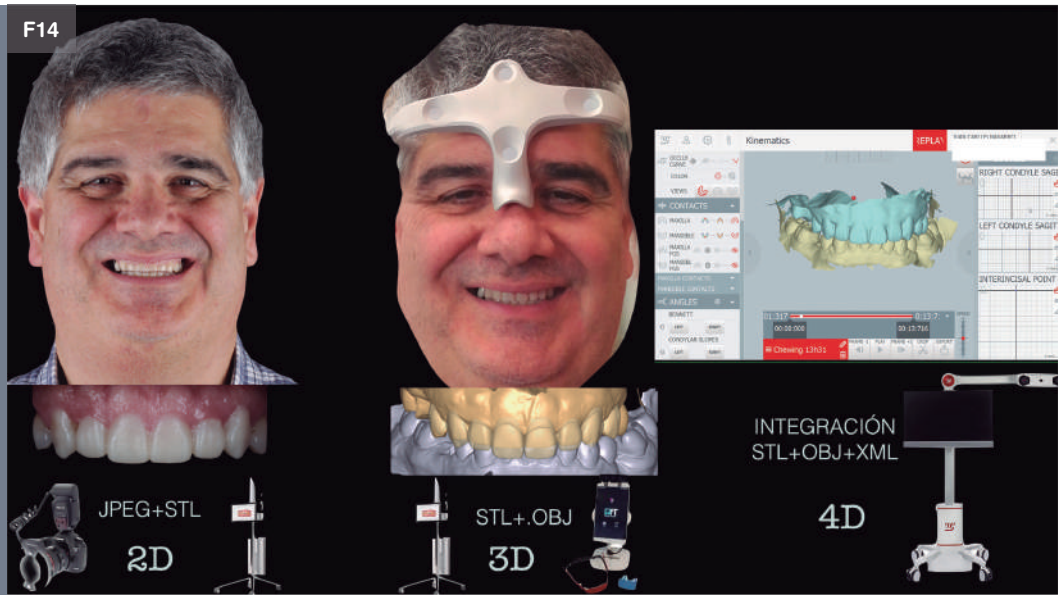


Fig. 14. Secuencia de registro de los dispositivos digitales utilizados desde el 2D al 4D.

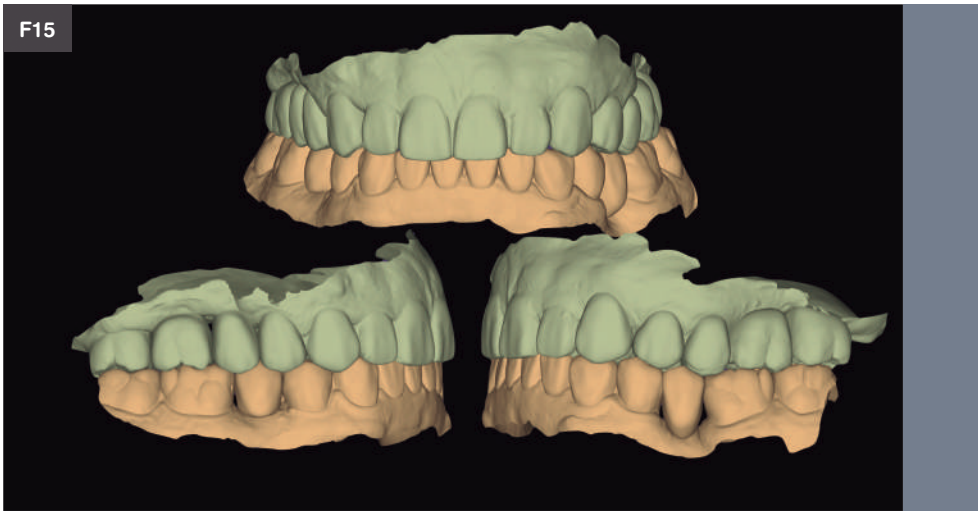


Fig. 15. Encerado de boca completa.

Fig. 16. *Mock-up* definitvos de las arcadas completas: (**16a**) vista frontal; (**16b**) vista oclusal superior; (**16c**) vista oclusal inferior.

dándole un chicle al paciente, aportando así información funcional más completa y de esta manera poder retocar el diseño de las futuras restauraciones en movimientos más libres que los obtenidos en lateralidades y protrusivas repetidas. Estos movimientos funcionales captados por el software permiten diseñar al técnico de laboratorio las restauraciones teniendo en cuenta aspectos importantes, como la envolvente de función (**vídeo 4**).

Con todos los datos obtenidos en la planificación 2D, 3D y su integración, junto con los datos de los movimientos mandibulares reales, el llamado 4D (**fig. 14**), se procedió al encerado definitivo de la arcada completa (**fig. 15**) para la realización de un nuevo *mock-up* (**fig. 16**).[10,11] Este *mock-up* fue validado estética y funcionalmente, tanto por el paciente como por el profesional, cumpliendo con una integración facial satisfactoria (**fig. 17**), procediendo así a llevar a cabo el plan de tratamiento restaurador.

F16b

F16c

F17

Fig. 17. Integración facial del *mock-up*.

Vídeo 4.

Registro de movimientos mandibulares con el *mock-up* de apertura y cierre, masticación, protrusión y lateralidades.

Vídeo 5.

Alargamiento coronario inferior mediante instrumento piezoeléctrico.

El siguiente paso fue realizar los alargamientos estéticos coronarios de los dientes anteriores. Se comenzó con los dientes superiores, a partir de una guía de alargamiento coronario impresa basada en el *mock-up* definitivo, con una ventana en la que el margen superior-interno marca la gingivectomía a realizar y el margen superior-externo (a 3 mm) marca la reducción ósea realizar.[12-14] Se realizó gingivectomía, ostectomía, osteoplastia y, por último, sutura del colgajo mucoperióstico (**fig. 18**). A los quince días, se retiraron las suturas (**fig. 19**).

A continuación, basándonos en el *mock-up* definitivo, se realizó el alargamiento coronario inferior de manera atraumática, sin levantar colgajo, mediante un instrumento piezoeléctrico (CVDentus®, San Pablo, Brasil) que permitió, gracias a un inserto de diamante específico para ostectomía con una punta calibrada en 3 mm. de profundidad, hacer la ligera ostectomía que se requería (**fig. 20**) (**vídeo 5**).[15] La cicatrización a los 15 días se puede observar en la **figura 21**.

Fig. 18. Cirugía de alargamiento coronario superior a partir de la férula de la guía basada en los encerados definitivos de las restauraciones finales: (**18a**) situación inicial; (**18b**) colgajo mucoperióstico, donde se puede observar las exóstosis y asimetrías de los márgenes óseos; (**18c**) férula impresa de guía de gingivectomía y ostectomía; (**18d**) situación con la férula tras ostectomía y osteoplastia; (**18e**) situación tras ostectomía y osteoplastia, donde podemos apreciar la armonización de los márgenes óseos; (**18f**) sutura del colgajo mucoperióstico.

Fig. 19. Cicatrización de los tejidos a los 15 días de la cirugía de alargamiento coronario superior.

F20a

F20b

F20c

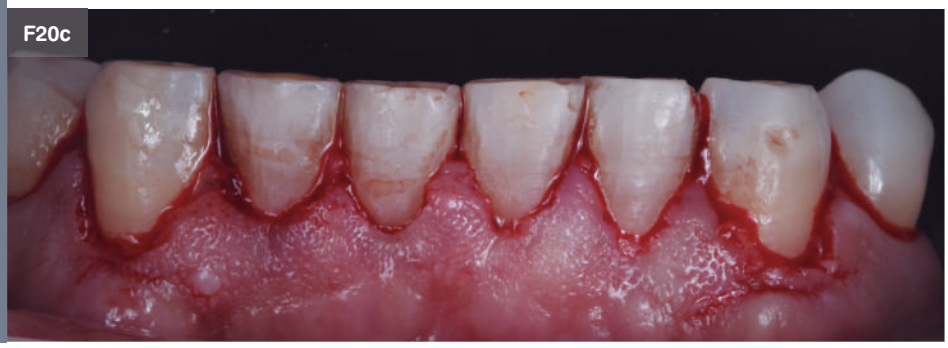


Fig. 20. Alargamiento coronario inferior realizado sin levantar colgajo en incisivos inferiores mediante instrumento piezoeléctrico: (**20a**) *mock-up* de referencia; (**20b**) detalle del inserto del piezoeléctrico con punta diamantada y calibración de 3 mm; (**20c**) aspecto clínico tras terminar el alargamiento coronario.

F21

Fig. 21. Cicatrización a los 15 días del alargamiento coronario inferior sin colgajo.

Fig. 22. Aislamiento absoluto para protocolo de cementación adhesiva del sector posterior derecho. Podemos observar un detalle de las preparaciones realizadas para los *overlays* de molares y premolares.

Fig. 23. *Mock-up* estético para restauraciones anteriores de Skyn® Concept. Podemos observar la cicatrización de los tejidos gingivales a los seis meses del alargamiento coronario y la buena adaptación del *mock-up* a los nuevos márgenes gingivales.

Fig. 24. Detalle del control de espesores realizado a través del *mock-up* durante el tallado de las carillas antero-superiores.

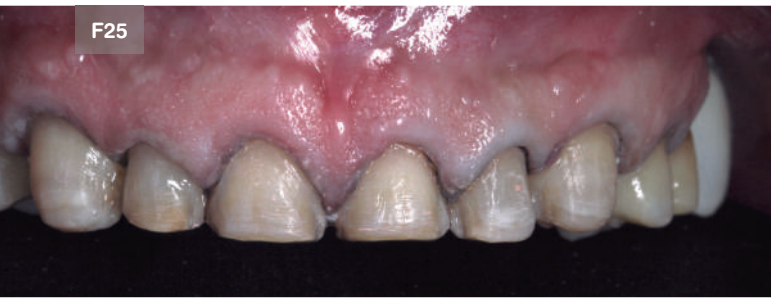


Fig. 25 . Preparaciones dentarias para carillas Skyn® superiores.

Fig. 26. Preparaciones dentarias paras carillas Skyn® inferiores.

F27

Fig. 27. Restauraciones superiores recién cementadas mediante protocolo de cementado adhesivo con aislamiento absoluto.

Al requerirse una periodo de seis meses de espera para la maduración de los tejidos en la arcada superior, los implantes de los sectores posteriores se provisionalizaron con prótesis atornilladas de PMMA fresadas y el resto de los dientes con resina bisacrílica (Structur®; VOCO GmbH, Cuxhaven, Alemania) utilizando llaves de silicona a partir de los modelos impresos del *mock-up* definitivo. De este modo, el paciente se estabilizó oclusalmente en la nueva dimensión vertical.

Pasado el tiempo de cicatrización de las cirugías de alargamiento coronario, se comenzó a confeccionar las restauraciones definitivas. En primer lugar, se rehabilitaron los implantes de los sectores posteriores en circonia monolítica y los *overlays* de los sectores posteriores inferiores en disilicato de litio,[16] que se cementaron con un protocolo de cementación adhesiva bajo aislamiento absoluto (**fig. 22**).

Tras el cementado de los sectores posteriores, se realizó un nuevo encerado diagnóstico siguiendo los protocolos del sistema de Skyn® Concept con el fin de adaptar las futuras restauraciones a la nueva situación de los tejidos blandos una vez cicatrizados (**fig. 23**). Este procedimiento utiliza unas librerías especiales y exclusivas, con una macro y micro textura, que les confieren una gran naturalidad, siento ésta una de las claves de su éxito estético. Al utilizarse un flujo de trabajo completamente digital, el procedimiento es sencillo y predecible. El software utilizado para el diseño de estas restauraciones fue Dental System® (3Shape, Copenhague, Dinamarca).

Se prepararon las carillas superiores e inferiores a través del *mock-up* para controlar el espacio necesario para las restauraciones (**fig. 24**).[17,18] En las **figuras 25** y **26** podemos observar las preparaciones dentarias realizadas. Este sistema utiliza como material de confección de las carillas bloques de cerámica feldespática reforzada con leucita (IPS Empress® CAD Multi; Ivoclar-Vivadent, Schann, Liechtenstein), que al disponer de una transición natural del color y fluorescencia incisal, permiter lograr resultados altamente estéticos. Las carillas se cementaron bajo un protocolo adhesivo con aislamiento absoluto con el cemento Variolink® Esthetic LC (Ivoclar-Vivadent) (**fig. 27**).[19]

Fig. 28. Nuevo patrón oclusal con guía anterior y canina: (**28a**) protrusiva; (**28b**) lateralidad derecha; (**28c**) lateralidad izquierda.

Fig. 29. Rehabilitación finalizada: (**29a**) fotografía intraoral frontal, obsérvese la adaptación e integración de las restauraciones con los tejidos blandos; (**29b**) fotografía oclusal superior; (**29c**) vista inferior.

Fig. 30. Integración facial de las restauraciones. Sonrisa del paciente.

La rehabilitación completa permitió recuperar la estructura dentaria perdida con un aumento de dimensión vertical mínimo, con una rápida adaptación y ausencia de complicaciones musculares y articulares. La colocación de implantes en los tramos edéntulos mediante cirugía guiada hizo posible conseguir que la emergencia protésica fuera correcta para atornillar las restauraciones, reduciendo los tiempos quirúrgicos y la morbilidad del paciente al no realizar colgajos. El registro y utilización de los archivos propios de los movimientos mandibulares reales del paciente permitió proporcionar un patrón oclusal estable, con guías anterior y caninas, generando una mejoría a nivel funcional (**fig. 28**) y evitando retoques oclusales en las restauraciones definitivas cementadas. Se puede observar la correcta integración de las restauraciones con los tejidos blandos (**fig. 29**) y con la cara del paciente (**fig. 30**) cumpliendo con las expectativas estéticas generadas en el paciente. Para finalizar, se colocó una férula de descarga realizada mediante flujo completamente digital (Nobrux®; Corus Ballesdent, San Cugat del Vallès, Barcelona) con el objetivo de proteger las restauraciones (**fig. 31**).

Fig. 31. Férula de descarga Nobrux® realizada con flujo completamente digital.

CONCLUSIONES

La integración de los archivos obtenidos con los diferentes dispositivos de registro digital (escáner intraoral -.STL-, escáner facial -.OBJ-, movimientos mandibulares -.XML-, CBCT -.DICOM- y fotografías -.JPEG-) facilita al técnico de laboratorio un paciente real completamente virtualizado en 4D, al registrar los movimientos mandibulares reales del paciente. Ésto permite que los tratamientos realizados sean cada vez más personalizados, precisos y con menor necesidad de ajustes oclusales, mejorando así el pronóstico de nuestras rehabilitaciones.

AGRADECIMIENTOS

La labor de integración de archivos y diseño de las restauraciones provisionales y definitivas por parte del laboratorio es fundamental para realizar este tipo de tratamiento. En este caso, todo este proceso se realizó en el laboratorio dental Corus Ballesdent.

BIBLIOGRAFÍA

1. Blatz MB, Conejo J. The Current State of Chairside Digital Dentistry and Materials. Dent Clin North Am 2019; 63: 175-97.
2. Fraile C, Ferreiroa A, Romeo M, Alonso R, Pradíes G. Clinical study comparing the accuracy of interocclusal records, digitally obtained by three different devices. Clin Oral Investig 2022; 26: 1957-62.
3. Berrendero S, Salido MP, Valverde A, Ferreiroa A, Pradíes G. Influence of conventional and digital intraoral impressions on the fit of CAD/CAM-fabricated all-ceramic crowns. Clin Oral Investig 2016; 20: 2403-10.
4. Fradeani M, Barducci G. La rehabilitación estética en Prostodoncia Fija. Barcelona: Quintessence; 2009.
5. Vailati F, Belser UC. Classification and treatment of the anterior maxillary dentition affected by dental erosion: the ACE classification. Int J Periodontics Restorative Dent 2010; 30: 559-71.
6. Tahmaseb A, Wu V, Wismeijer D, Coucke W, Evans C. The accuracy of static computer-aided implant surgery: A systematic review and meta-analysis. Clin Oral Implants Res 2018; 29 Suppl 16: 416-435.
7. D'haese J, Ackhurst J, Wismeijer D, De Bruyn H, Tahmaseb A. Current state of the art of computer-guided implant surgery. Periodontol 2000 2017; 73: 121-33.
8. Bapelle M, Dubromez J, Savoldelli C, Tillier Y, Ehrmann E. Modjaw® device: Analysis of mandibular kinematics recorded for a group of asymptomatic subjects. Cranio 2021; 6: 1-7.
9. Vailati F, Belser UC. Full-mouth adhesive rehabilitation of a severely eroded dentition: the three-step technique. Part 1. Eur J Esthet Dent 2008; 3: 30-44.
10. Vailati F, Belser UC. Full-mouth adhesive rehabilitation of a severely eroded dentition: the three-step technique. Part 2. Eur J Esthet Dent 2008; 3: 128-46.
11. Vailati F, Belser UC. Full-mouth adhesive rehabilitation of a severely eroded dentition: the three-step technique. Part 3. Eur J Esthet Dent 2008; 3: 236-57.
12. Hempton TJ, Dominici JT. Contemporary crown-lengthening therapy: a review. J Am Dent Assoc 2010; 141: 647-55.
13. Gargiulo, A.W., Wentz, F.M. and Orban, B., Dimensions and Relations of the Dentogingival Junction in Humans. The Journal of Periodontology 1961; 32: 261-67.
14. Passos L, Soares FP, Choi IGG, Cortes ARG. Full digital workflow for crown lengthening by using a single surgical guide. J Prosthet Dent 2020; 124: 257-61.
15. Monachini AC, Pimentel GJ, Rocha C, Chiérici C, Chiérici RA, Marcantonio E. Minimally Invasive Surgery for Clinical Crown Lengthening Using Piezoelectric Ultrasound. Case Reports in Dentistry 2020; 7234310.
16. Veneziani M. Posterior indirect adhesive restorations: updated indications and the Morphology Driven Preparation Technique. Int J Esthet Dent 2017; 12: 204-30.
17. Gürel G. Predictable, precise, and repeatable tooth preparation for porcelain laminate veneers. Pract Proced Aesthet Dent 2003; 15: 17-24.
18. Magne P, Belser UC. Novel porcelain laminate preparation approach driven by a diagnostic mock-up. J Esthet Restor Dent 2004; 16: 7-16.
19. Magne, Pascal, Belser, Urs. Bonded Porcelain Restorations in the Anterior Dentition: A Biomimetic Approach. Barcelona: Quintessence; 2002.