

[Resumen]

Los sistemas digitales abiertos ofrecen tanto al odontólogo como al protésico dental nuevas posibilidades de tratamiento y confección. La interconexión cruzada de diversos escáneres intraorales a las posibilidades de diseño y confección de otros fabricantes posibilita un gran número de nuevos conceptos de tratamiento y restauración. Es importante que las interfaces estén armonizadas entre sí, para evitar que se produzcan imprecisiones durante la transferencia de los datos y los subsiguientes pasos de procesamiento^{2,6-8}.

Palabras clave

Flujo de trabajo digital. CAI = Computer Aided Impressioning. CAD = Computer Aided Design. CAM = Computer Aided Manufacturing. RP = Rapid Prototyping. Corona con núcleo de dentina digital. Puente con núcleo de dentina digital.

(Quintessenz Zahntech. 2011;37(5):612-25)



Flujo de trabajo digital, 4.ª parte

De la toma de impresión intraoral a la corona con núcleo de dentina/puente con núcleo de dentina digital

Josef Schweiger, Florian Beuer, Marlis Eichberger y Daniel Edelhoff

El proceso de trabajo digital = «Digital Workflow» (fig. 1)

Actualmente, es posible sin incurrir en grandes costes el intercambio de datos digitales entre los sistemas de diversos fabricantes de modo que con frecuencia, de forma específica para cada indicación, tiene mucho sentido utilizar aquí esta variante⁷. En el siguiente caso, la captura de los datos intraorales se llevó a cabo digitalmente mediante el sistema Straumann Cadent iTero (Straumann, Friburgo, Alemania). Los datos obtenidos se transmiten online a un ordenador central en Cadent, donde éstos son sometidos a un denominado «clean up» o limpieza, esto es, se verifica el conjunto de datos en busca de eventuales errores y en caso necesario se corrigen previa consulta con el odontólogo y el protésico dental. A continuación se procede a la descarga de los datos al ordenador del laboratorio protésico. Una vez completado el diseño CAD y el cálculo de los datos CAM pueden enviarse los conjuntos de datos a una instalación de confección, la cual puede estar ubicada en el laboratorio protésico (labside) o en un centro de confección central. El proceso de recubrimiento constituye la conclusión del proceso de confección.

INNOVACIONES

CONFECCIÓN DIGITAL

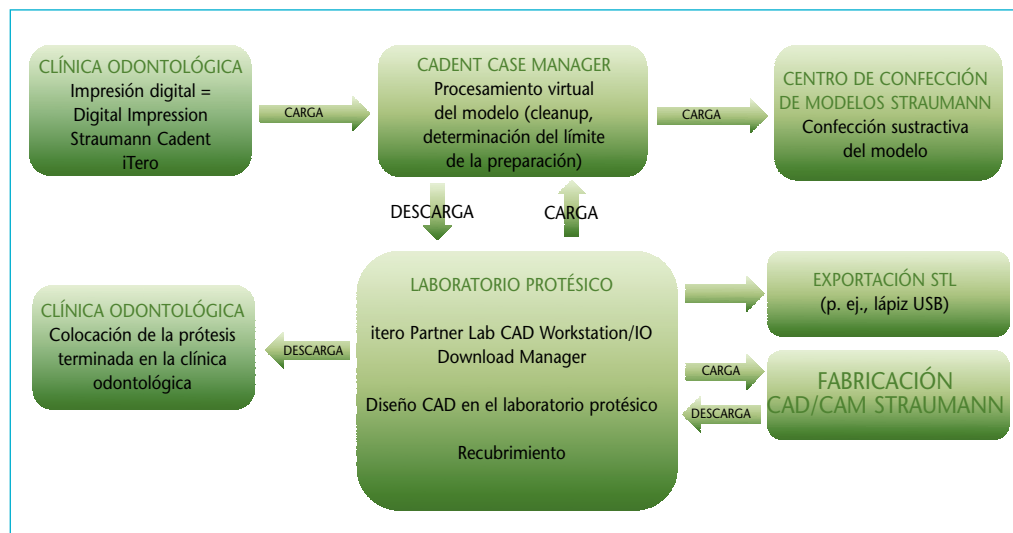


Fig. 1. Representación esquemática del flujo de trabajo mediante el sistema Straumann Cadent iTero.



Figs. 2a y 2b. Dientes 42, 43 y 46 preparados.

En el caso clínico aquí mostrado, tras la retirada de las antiguas restauraciones y de la caries secundaria se reconstruyen los muñones con un composite fotopolimerizable (Tetric evo Ceram, Ivoclar Vivadent, Ellwangen, Alemania) y se tallan conforme a las directrices para restauraciones de dióxido de zirconio^{1,4,5,9}. Para ello se creó una preparación en chamfer circular isogingival. Tan solo en el diente pilar distal, la extensión de la caries marginal requirió un límite subgingival de la preparación. Dado que los sistemas de registro intraorales ópticos solo son capaces de capturar las partes visibles, el tratamiento de los tejidos blandos reviste una importancia al menos tan grande como en la técnica de toma de impresión analógica convencional. De ahí que tras la preparación se colocara una prótesis provisional confeccionada en la clínica, a fin de dejar curar por completo los tejidos blandos durante un mínimo de 14 días. En el proceso se otorgó gran importancia a la configuración marginal exacta de la prótesis provisional. Tras el periodo de cicatrización se colocaron hilos de retracción (Ultrapak 000 y Ultrapak 00, Ultradent, Colonia, Alemania) en la técnica V y se dejaron en el surco durante 15 min. A continuación se retiró el hilo coronal y se secaron los muñones.

Preparación
(figs. 2a y 2b)



Fig. 3. Durante el proceso de escaneo intraoral, la mirada del responsable del tratamiento se dirige a la representación en la pantalla.



Figs. 4a y 4b. El elemento central: la pieza de trabajo con unidad de captura en 3D.

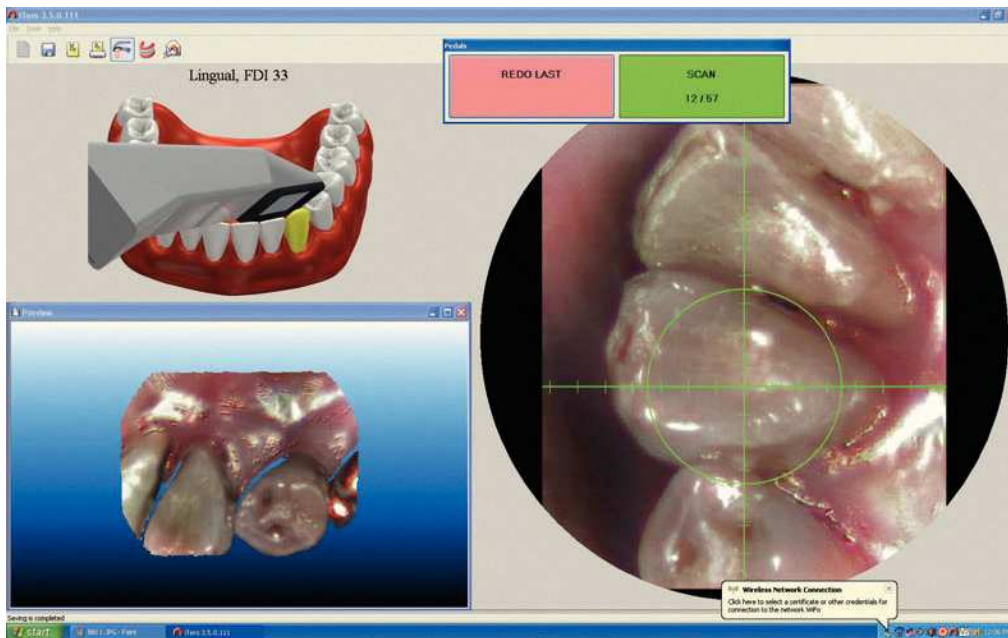


Fig. 5. La visualización del proceso de escaneo en la pantalla tiene lugar en tiempo real.

La toma de impresión digital (CAI = Computer Aided Impression)^{6,7}

Utilizando el sistema de captura intraoral Cadent iTero (fig. 3), que en Europa es distribuido en exclusiva por la empresa Straumann, se escanean los muñones preparados en el maxilar inferior y la dentición antagonista en el maxilar superior. Por medio de un escaneo vestibular pueden asignarse recíprocamente ambos conjuntos de datos de los maxilares superior e inferior. A fin de garantizar un control de infección máximo para pacientes y el personal de la clínica, se utilizan casquillos de escaneo desechables para la pieza de mano del escáner. El escáner intraoral consta de tres elementos:

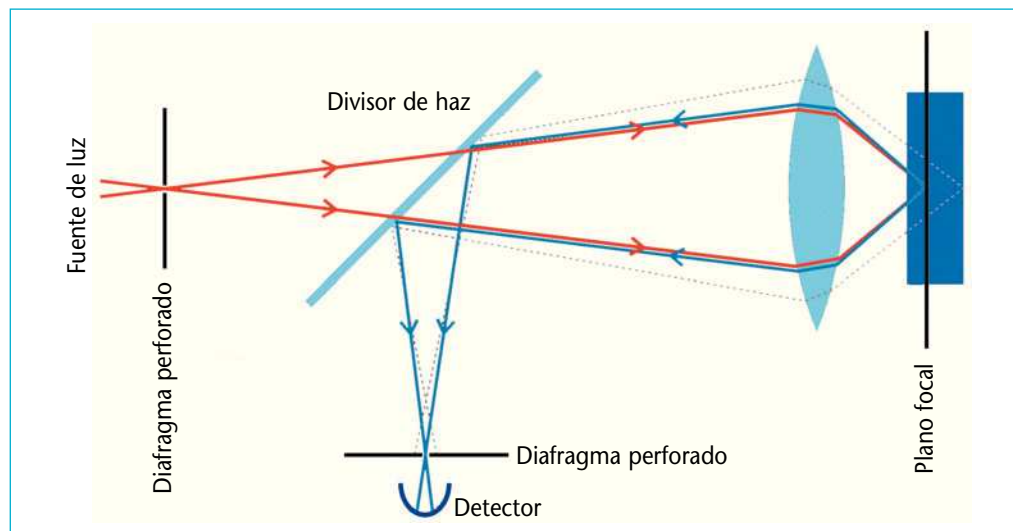


Fig. 6. Principio confocal: selección, mediante diafragma perforado, de las trayectorias de haz reflejadas en el plano focal (croquis según Wikipedia).

- pieza de mano con cabezal de captura (figs. 4a y 4b)
- pantalla (fig. 5)
- unidad de procesamiento con teclado

Además del principio de triangulación, actualmente existe en el ámbito dental el principio de imaginería digital de los haces láser confocales paralelos. El escáner iTero registra, en 300 planos de medición dentro de la estructura del diente, 100.000 haces láser paralelos, los cuales se seleccionan mediante un diafragma perforado conforme al principio confocal (fig. 6), de modo que se reproducen únicamente aquellos haces que se encuentran en el plano focal. La distancia entre los planos focales es de 50 μm , de manera que resulta un área de escaneo vertical de 15 mm. En el escaneo confocal paralelo mediante el sistema iTero no es necesario recubrir con polvo de escaneo las estructuras a registrar. Es posible registrar, sin utilizar spray de escaneo, todos los elementos y materiales (incluidos los metales) presentes en la boca. Según el fabricante, mediante el Cadent iTero pueden escanearse regiones tanto supragingivales como subgingivales.

- Principio de imaginería confocal
- 100.000 haces láser paralelos
- 300 planos de medición con una distancia de 50 μm entre los planos focales
- Campo de medición de 14 x 18 mm
- No se requiere polvo ni spray de escaneo
- Casquillos de escaneo desechables
- Visualización en tiempo real en la pantalla
- Pantalla táctil

El principio funcional:
imagería confocal
paralela

Aspectos clave
de la unidad de captura
Cadent iTero

El sistema de toma de impresión digital iTero cuenta con una conexión inalámbrica a Internet. Basta un simple clic con el ratón para enviar los datos de escaneo del paciente (fig. 7)

Carga y descarga
de datos

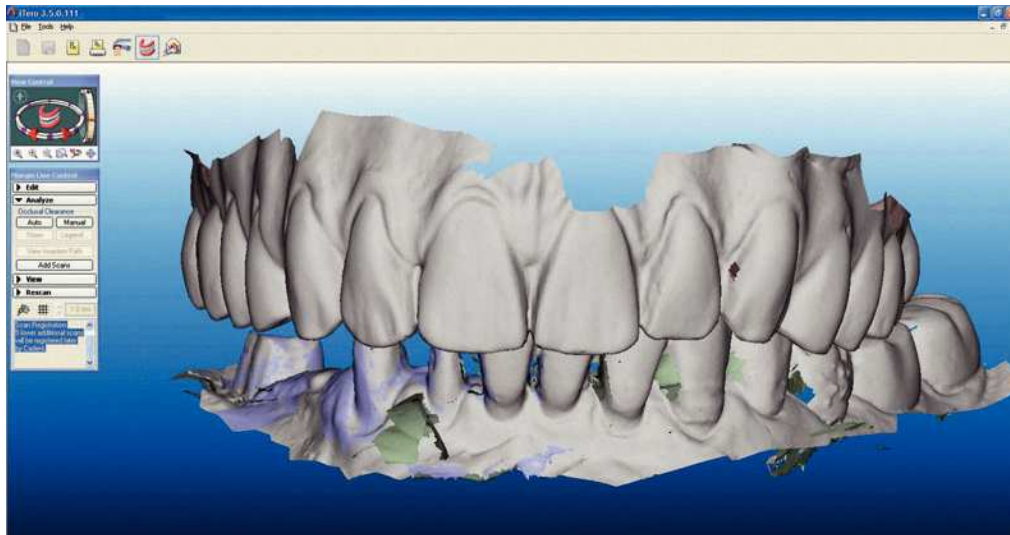
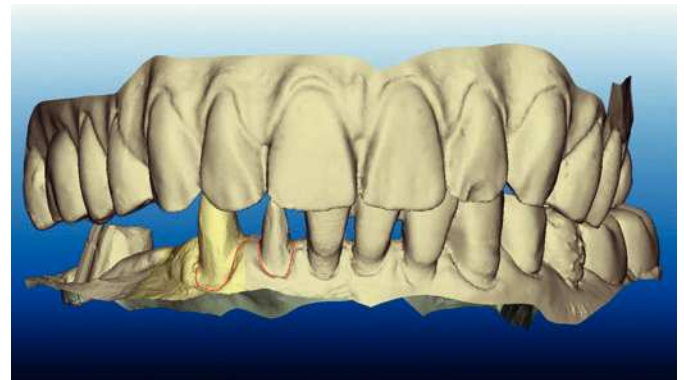
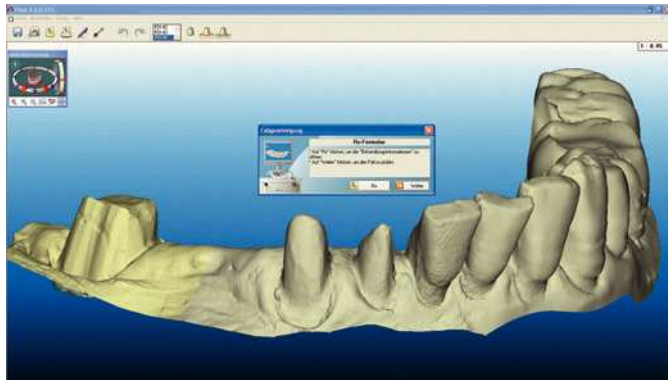


Fig. 7. Representación del conjunto de datos escaneado en la pantalla de la unidad de captura en la clínica odontológica.



Figs. 8a y 8b. Desde el «Cadent Case Manager» se descarga el conjunto de datos a la «iTero Partner Lab CAD Workstation» para continuar su procesamiento.

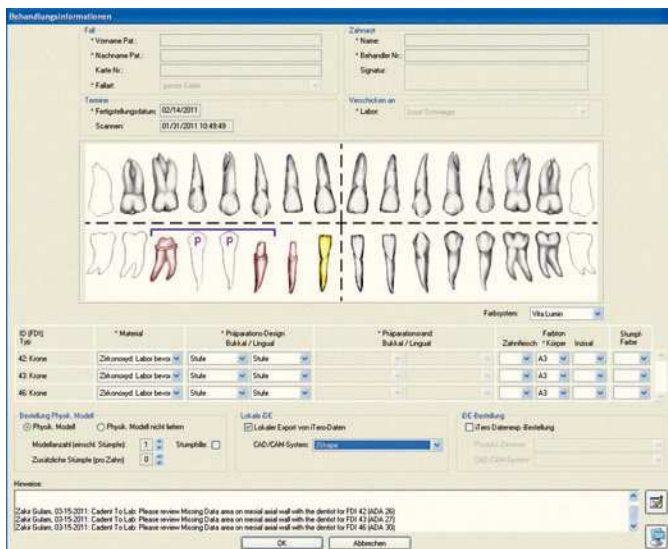


Fig. 9. En la hoja de información sobre el tratamiento puede seleccionarse tanto el pedido del modelo como el reenvío de datos (también es posible la exportación STL a lápiz USB).

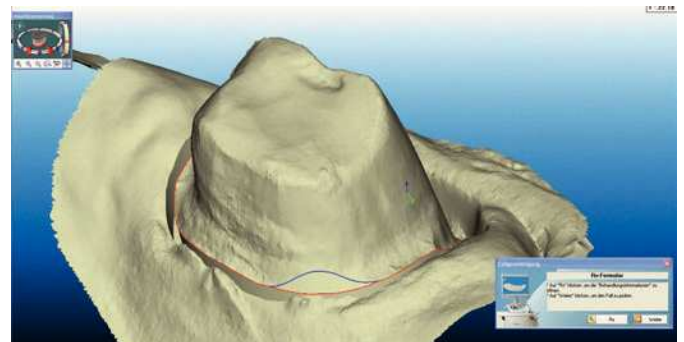


Fig. 10. Las zonas que estaban cubiertas por la encía durante la toma de impresión intraoral digital pueden ser corregidas por Cadent mediante la ampliación de las líneas de la preparación (zona entre las líneas azul y roja).



Fig. 11. El modelo maestro es confeccionado en poliuretano mediante el método de fresado CNC en las instalaciones de Straumann.

Fig. 12. A fin de reproducir con exactitud los muñones preparados, éstos se confeccionan como denominados muñones «plantados».

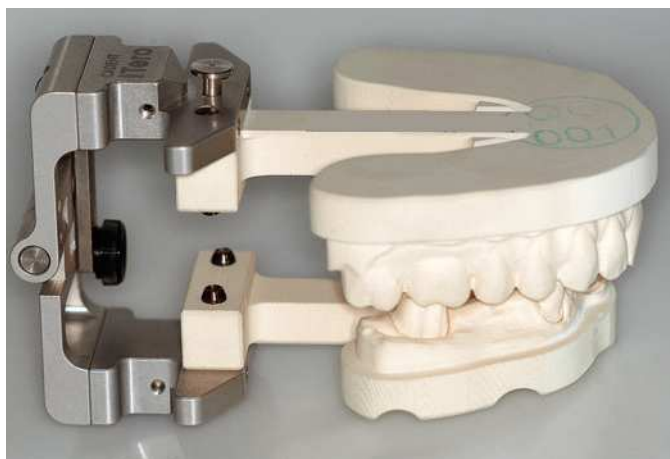


Fig. 13. El par de modelos en el denominado «Cadent iTero rear teeth articulator».

a un ordenador central ubicado en las instalaciones de Cadent (Carlstadt, NJ, EE. UU.). Un empleado de Cadent recibe el caso, lo procesa gráficamente (el denominado «clean up» o limpieza) y envía el caso al laboratorio protésico previamente escogido por el odontólogo. A continuación, el protésico dental puede abrir el caso mediante el «Cadent Case Manager» y continuar el proceso de trabajo en la «iTero Partner Lab CAD Workstation» (figs. 8a y 8b). Para el pedido del modelo maestro confeccionado de forma centralizada, el laboratorio debe cumplimentar un formulario de pedido. Para que también sea posible retirar del modelo dientes contiguos, es preciso hacer clic sobre ellos con el botón izquierdo del ratón y seleccionar la opción «detachable». Estos dientes se representan ahora en amarillo en el formulario de pedido (fig. 9).

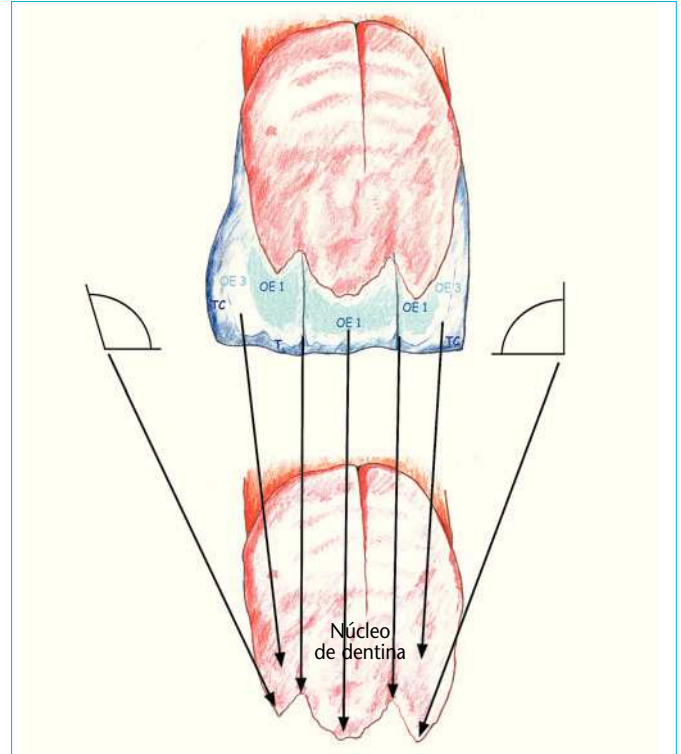
Además, el protésico dental comprueba los límites de preparación propuestos, introduce las modificaciones que pudieran proceder (fig. 10) y acto seguido envía el caso actualizado para la producción del modelo. Mediante la visualización de diferencias cromáticas es posible el control de las distancias oclusales. También existe la opción de no pedir ningún modelo pero pese a ello utilizar los datos para su procesamiento posterior en un sistema CAD/CAM. En nuestro caso clínico se encargó el modelo y además se exportaron los datos para otro sistema CAD/CAM (3Shape/Bego Medical).

El iTero Case Manager permite al odontólogo y al laboratorio el seguimiento de la producción del caso



Figs. 14a y 14b. Los modelos pueden enyesarse en cualquier momento en un articulador convencional según las líneas del cráneo. En este proceso, el «Cadent iTero rear teeth articulator» sirve como ayuda para el registro.

Fig. 15. El principio de la «corona con núcleo de dentina digital según Schweiger».



Confección del modelo^{11,12,15}

En el centro de fresado Straumann se confecciona el modelo iTero en un proceso de fresado CNC a partir de material de poliuretano. En este proceso, los muñones dentales no se confeccionan como muñones seguiteados, sino como denominados «muñones plantados» (figs. 11 a 13). Esto comporta diversas ventajas. Por un lado, permite configurar con total exactitud el límite de la preparación mediante tecnología de fresado, y por otro lado ofrece la posibilidad de implementar en el modelo de trabajo la situación del tejido blando. Dado que se trata de un modelo de resina, no existe peligro de rotura del modelo o de desconchamientos del material, como sí puede suceder en el caso de los modelos de yeso. Los modelos Cadent iTero se fresan a partir de piezas en bruto, las cuales se confeccionan en un proceso de fabricación industrial controlado y por lo tanto presentan una estructura de material muy homogénea. De este modo se elimina el peligro de deformaciones del modelo. Los modelos están previstos por parte del fabricante para su montaje en el «Cadent iTero rear teeth articulator». Pero también pueden montarse los modelos en un articulador convencional según las líneas del cráneo con ayuda de un arco de transferencia (figs. 14a y 14b). El «Cadent iTero rear teeth articulator» sirve entonces como ayuda para el registro.

Principio de la corona con núcleo de dentina/ puente con núcleo de dentina según Schweiger

La reproducción idéntica exacta de los dientes naturales constituye uno de los grandes desafíos para el protésico dental. Además de los conocimientos sobre la forma y la superficie de los dientes, el protésico también debe dominar perfectamente sus materiales cerámicos. Sobre todo la construcción por capas plantea elevadas exigencias a las habilidades del protésico dental. La estructura interna de la prótesis dental, especialmente el

recorrido de la superficie limítrofe entre el núcleo de dentina y la capa exterior de esmalte, depende hasta ahora de la destreza y la experiencia del protésico dental. La estructura tridimensional de la estructura interna de la corona es determinante para el efecto estético de una corona protésica. No es posible subsanar los errores en el núcleo de dentina, ni tan siquiera mediante unas estratificaciones perfectas de material incisal y transparente. En el futuro, Bego Medical, Bremen, Alemania, ofrecerá la posibilidad de generar ya en el programa CAD la superficie limítrofe interna entre la dentina y el esmalte. De este modo se crea para el protésico dental la base para unas restauraciones estéticamente logradas. A continuación, el protésico dental completa de forma personalizada este «núcleo de dentina digital» en la zona incisal. El procedimiento es independiente del material y de la tecnología de recubrimiento utilizada. Se basa, entre otras cosas, en el principio de que para determinar el núcleo de dentina puede recurrirse a la geometría externa del diente o a la parte aún disponible de la geometría externa del diente. El axioma adoptado como base postula que «existe una relación biogénica clara entre la geometría externa del diente y la estructura interna por capas de un diente», lo cual significa que puede asignarse un núcleo de dentina exactamente definido a cada superficie exterior del diente (fig. 15). Gracias a ello, la estética resulta predecible. La corona con núcleo de dentina según Schweiger constituye una nueva técnica para la reproducción de coronas/puentes altamente estéticos.

Mientras se crean los modelos fresados en el centro de confección de modelos, puede empezarse ya el diseño CAD de la restauración en el laboratorio protésico. En el caso descrito, está previsto el cambio a otro software de diseño (3Shape Dental Designer, 3Shape, Copenhague, Dinamarca, en el Bego Medical System) y a otro tipo de restauración (corona con núcleo de dentina, puente con núcleo de dentina). Para ello es preciso exportar los datos desde la iTero Partner Lab CAD Workstation de Cadent. Para ello puede utilizarse por ejemplo un lápiz USB. A continuación se cargan estos datos en el Dental Designer del Bego Medical System. Una función de importación el principio del proceso de diseño CAD lo hace posible de manera rápida y sencilla. En el caso presentado, la reposición de puente desde el 43 al 46, así como la corona individual en la región 42, deben ejecutarse como restauración de cerámica sin metal. Actualmente sólo está aprobado el uso de dióxido de zirconio para la creación de estruc-

Diseño CAD (CAD =
Computer Aided Design
[diseño asistido por
ordenador])

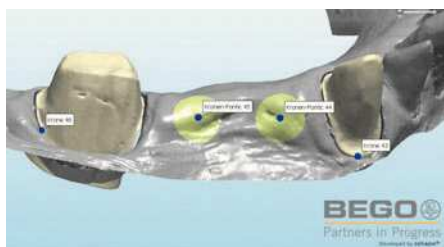


Fig. 16. Los datos procedentes del escáner intraoral Straumann Cadent iTero se importan mediante lápiz USB al software 3Shape Dental-Designer.

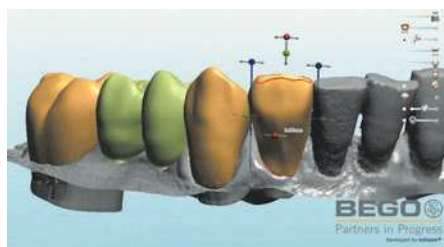


Fig. 17. Diseño CAD totalmente anatómico de las restauraciones.



Fig. 18. La reducción digital del diseño totalmente anatómico resulta en el conjunto de datos para la corona con núcleo de dentina digital y el puente con núcleo de dentina digital.

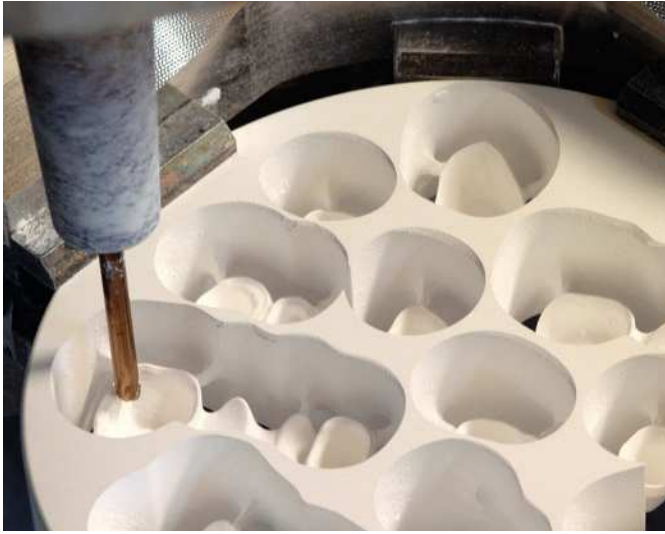


Fig. 19. La confección de la estructura de núcleo de dentina en una fresadora de 5 ejes Röders TEC en el modo de fresado en seco en Bego Medical.



Figs. 20a y 20b. Las estructuras de núcleo de dentina sinterizadas a la máxima densidad, vistas desde labial y basal.

turas de puente de gran envergadura de cerámica sin metal en la zona de los dientes posteriores. En el caso aquí descrito, se planificó la ejecución como «corona con núcleo de dentina/puente con núcleo de dentina digital». El diseño se llevó a cabo en dos pasos principales, concretamente el diseño totalmente anatómico teniendo en cuenta la situación de contacto proximal y oclusal, y la subsiguiente reducción de esta geometría eliminando la porción incisal (figs. 16 a 18). Actualmente, esta reducción todavía debe realizarse manualmente, pero en el futuro el software de diseño de Bego Medical incorporará una base de datos con núcleos de dentina guardados que podrán insertarse fácilmente para el diseño CAD. A más largo plazo está prevista la implementación de una función de reducción automática que reduce la geometría externa de coronas y puentes eliminando la zona incisal mediante un simple clic con el ratón.

Fabricación CAM
(CAM = *Computer Aided Manufacturing*
[fabricación asistida por ordenador])

Tras el diseño CAD de la corona con núcleo de dentina/puente con núcleo de dentina, se envía el conjunto de datos para la producción CAM al centro de fabricación de Bego Medical en Bremen, Alemania^{2,7}.

Para ello está disponible el material dióxido de zirconio en los colores LL0 a LL5 como variante translúcida, la cual es necesaria para la «tecnología digital de núcleo de dentina». La confección tiene lugar en una fresadora de 5 ejes Röders TEC (Röders, Soltau, Alemania) en el modo de fresado en seco (fig. 19). Dado que se trata de una fresadora industrial de alta precisión, permite lograr una excelente precisión de ajuste de las estructuras. Los retoques se limitan exclusivamente a la reducción del refuerzo de los márgenes en la zona de las coronas (figs. 20a y 20b).

Prueba en boca de la estructura (figs. 21a y 21b)

La prueba en boca de estructuras de puente en la zona de los dientes posteriores constituye un paso de trabajo importante en el camino hacia la confección de puentes de cerámica sin metal. Por un lado, naturalmente es posible comprobar el ajuste clínico de la restauración. Para ello están indicados materiales de silicona fluidos (por ejemplo,



Figs. 21a y 21b. La prueba en boca de la estructura con toma de mordida de control.

Fitcher, GC, Bad Homburg, Alemania; Xantopren blau, Heraeus Kulzer, Hanau, Alemania), con los que se rellena la restauración y que posteriormente endurecen in situ bajo la presión del dedo del odontólogo. Si tras retirar la restauración de la boca del paciente pueden arrancarse fácilmente los sobrantes de silicona en la zona de rotura ideal (el margen de la corona), puede partirse de la premisa de un ajuste clínico aceptable. Además, un sondeo mediante una sonda de gancho fina puede proporcionar información adicional sobre el ajuste marginal.

Por otro lado, durante esta sesión de prueba en boca de la estructura también puede llevarse a cabo un registro de precisión de la situación de contacto oclusal. Dado que, siempre que sea posible, las restauraciones de dióxido de zirconio no deben tallarse o requieren un tratamiento suficiente de la superficie tras el tallado, no deberían requerir apenas medidas de tallado durante la sesión de colocación. En el presente caso se aplicó sobre la estructura de dióxido de zirconio pasta de óxido de zinc-eugenol (Temp Bond, Kerr, Rastatt, Alemania), mientras que los dientes del maxilar opuesto se aislaron con vaselina líquida. Se pidió a la paciente que ocluyera, y una vez transcurrido el tiempo de fraguado se redujo el registro excepto las impresiones más profundas y se comparó la situación de contacto de todos los dientes con el registro colocado con el protocolo shimstock. Sólo cuando todos los demás dientes presenten los mismos contactos que sin el registro podrá considerarse que existen unas relaciones oclusales correctas durante la sesión de colocación.

En la corona con núcleo de dentina/puente con núcleo de dentina digital, el núcleo de dentina ya está integrado en la estructura. Para la confección del puente o de la corona simplemente se debe completar la zona incisal. Básicamente existen tres posibilidades distintas para completarla:

- Estratificación manual de la zona incisal
- Prensado de la zona incisal
- Unión de una carilla incisal confeccionada en el método CAD/CAM mediante adhesión o unión sinterizada^{3,14,16-18}

Compleción
de la zona incisal



Figs. 22a a 22c. La cocción de liner se lleva a cabo con el BeCe Press Liner N translúcido fluorescente a 970 °C.

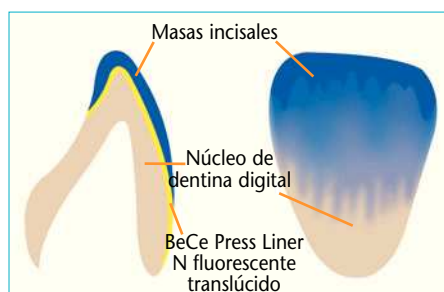


Fig. 23. El esquema de estratificación para restauraciones con núcleo de dentina digitales. Utilizado como capa intermedia, el BeCe Press Liner N translúcido fluorescente confiere a la restauración una dinámica luminosa natural. Se completan las zonas incisales mediante los materiales incisal, transparente y opalescente del BeCe-Press Incisal Kit.



Figs. 24a y 24b. Estratificación manual de las zonas incisales.

Fig. 25. La cocción de masas incisal se realiza a 780 °C.



En el caso descrito se optó por la compleción manual de la zona incisal. Para ello, en el primer paso se aplica como capa de unión un liner de dióxido de zirconio transparente (BeCe Press Liner N, Bego) y se cuece a 970 °C (figs. 22a a 22c). El liner es translúcido y fluorescente y confiere a la restauración una dinámica luminosa natural. La aplicación debería ser fina pero uniforme. En la siguiente cocción se completan las zonas incisales mediante los materiales incisal, transparente y opalescente del BeCe-Press Incisal Kit (figs. 23 a 25). La cocción tiene lugar a 780 °C, y debido al mayor volumen de dióxido de zirconio del puente/corona debería aumentarse individualmente el tiempo de retención. Por este motivo también es recomendable un enfriamiento lento. Dado que el núcleo de dentina ya está integrado en la estructura y por lo tanto el trabajo manual se limita únicamente a la zona incisal, se reduce drásticamente el tiempo de trabajo (fig. 26).



Fig. 26. El tallado selectivo de la situación de contacto oclusal.



Fig. 27. Una cocción de maquillaje y de material de glaseado completa el proceso de confección.



Figs. 28a a 28e. La corona con núcleo de dentina y el puente con núcleo de dentina terminados.



Figs. 29a y 29b. La corona con núcleo de dentina y el puente con núcleo de dentina digitales in situ.

El proceso de recubrimiento concluye con una cocción de maquillaje y de material de glaseado (figs. 27 a 28e). A continuación debería comprobarse nuevamente la restauración en el articulador, especialmente el ajuste del pónico sobre la «encía» y la situación de contacto oclusal y proximal.

Ventajas de la corona con núcleo de dentina/ puente con núcleo de dentina digital

La corona con núcleo de dentina/puente con núcleo de dentina digital presenta una serie de ventajas:

- Seguridad en la estética, dado que un núcleo de dentina definido en el método CAD convierte en previsible la apariencia estética de la restauración, en especial en restauraciones de dientes anteriores
- Mayor rentabilidad gracias a la reducción del trabajo manual
- Mayor estabilidad en virtud del mayor grosor de las estructuras
- Reducción de las probabilidades de chipping
- Posibilidad de combinación de diversas técnicas de recubrimiento (estratificación manual, sobrecompresión, técnica multicapa)
- Variedad de materiales (indicada para todos los materiales de color dental translúcidos)
- Sin alteración del comportamiento fisiológico/tribológico con respecto a las tecnologías consolidadas hasta ahora
- Procedimiento sin cambios para el responsable del tratamiento por lo que respecta al tallado selectivo y la incorporación de las restauraciones

Colocación de la restauración (figs. 29a y 29b)

Gracias a la realización de la prueba en boca de la estructura, pudo contarse con un buen ajuste durante la sesión de colocación. Tras la comprobación de los contactos proximales con lámina de 8 μ m se verificó la oclusión estática y dinámica. No fueron necesarias correcciones adicionales. Para la fijación definitiva se limpiaron todos los muñones con pasta de pulido sin fluoruro (Zircate, Dentsply, Constancia, Alemania) y solución de gluconato de clorhexidina al 0,12%. Para la limpieza de las restauraciones se utilizó alcohol al 80%. Se optó por el principio de la fijación semiadhesiva dado que, debido a la necesidad de man-

tener seca la zona, resulta difícil una fijación puramente adhesiva en la zona de los dientes posteriores. Para ello se llenaron las restauraciones con material de fijación semiadhesivo (SpeedCem, Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) y se colocaron sobre los muñones presionando con el dedo^{1,4,9}. Se pidió a la paciente que ocluyera para comprobar la oclusión y que mantuviera la oclusión. A continuación se iluminó durante 5 s desde vestibular con la lámpara de polimerización, se endurecieron los sobrantes y se eliminaron. Acto seguido se endurecieron y eliminaron los sobrantes linguales y se iluminaron las restauraciones durante 60 s desde todos los lados. En total, el material de fijación de polimerización dual fragua por completo al cabo de 5 min. Después de eliminar los sobrantes restantes y de limpiar con seda dental especial (Superfloss, Procter & Gamble, Schwalbach am Taunus, Alemania) se comprobó nuevamente la oclusión.

El flujo de trabajo descrito con el registro intraoral mediante el escáner intraoral Straumann Cadent iTero y la confección de una corona con núcleo de dentina/puente con núcleo de dentina digital mediante el método Bego Medical pretende ilustrar ejemplarmente las posibilidades de la interconexión cruzada dentro del flujo de trabajo digital. Actualmente se están abriendo cada vez más las interfaces de las posibilidades de registro intraoral y de los sistemas CAD/CAM, de modo que resulta de ello un gran número de posibilidades de solución para casos clínicos. Sin embargo, ello también añade complejidad al tema. En este contexto reviste especial importancia la armonización entre las interfaces, a fin de garantizar la precisión de ajuste de la prótesis dental al final del proceso de confección. No obstante, en el futuro se exigirá sobre todo el know-how del protésico dental en el ámbito de las soluciones digitales. Sólo mediante unos conocimientos fundados es posible aprovechar las ventajas de los sistemas abiertos y las interconexiones cruzadas^{2,7}.

Manifestamos nuestro agradecimiento a la firma Straumann, Basilea, Suiza, y a la firma Bego Medical, Bremen, Alemania, y especialmente a la Sra. Britta Meister-Petuker y al Sr. Thomas Riehl por su apoyo durante la confección de los trabajos.

Resumen

Agradecimientos

Bibliografía

1. Beuer F, Edelhoff D, Gernet W, Sorensen JA. Three-year clinical prospective evaluation of zirconia-based posterior fixed dental prostheses (FDPs). Clin Oral Investig 2009;13:445-451.
2. Beuer F, Schweiger J, Edelhoff D. Digital dentistry: an overview of recent developments for CAD/CAM generated restorations. Br Dent J 2008;204:505-511.
3. Beuer F, Schweiger J, Eichberger M, Kappert HF, Gernet W, Edelhoff D. High-strength CAD/CAM-fabricated veneering material sintered to zirconia copings - a new fabrication mode for all-ceramic restorations. Dent Mater 2009;25:121-128.
4. Beuer F, Stimmelmayer M, Gernet W, Edelhoff D, Güth JF, Naumann M. Prospective study of zirconia-based restorations: 3-year clinical results. Quintessence Int 2010;41:631-637.
5. Bindl A, Luthy H, Mormann WH. Strength and fracture pattern of monolithic CAD/CAM-generated posterior crowns. Dent Mater 2006;22:29-36.
6. Edelhoff D, Beuer F. Update - Digitale Zahnmedizin. Teamwork 2009;12:85-91.
7. Güth J, Edelhoff D, Beuer F, Ramberger M, Schweiger J. Intraorale digitale Erfassung - Der logische Einstieg in die CAD/CAM-Fertigungskette. Quintessenz Zahntech 2009;35:1156-1166.
8. Mehl A, Ender A, Mörmann W, Attin T. Accuracy testing of a new intraoral 3D camera. Int J Comput Dent 2009;12:11-28.
9. Raigrodski AJ, Chiche GJ, Potiket N et al. The efficacy of posterior three-unit zirconium-oxide-based ceramic fixed partial dental prostheses: a prospective clinical pilot study. J Prosthet Dent 2006;96:237-244.
10. Schweiger J, Beuer F. Sinterverbundkronen: Hightech-Verblendkeramikronen im reinen CAD/CAM-Verfahren. Quintessenz Zahntech 2009;35:262-272.

11. Schweiger J, Beuer F, Edelhoff D. Digital Workflow Teil 1. Quintessenz Zahntech 2010;36:1174-1181.
12. Schweiger J, Beuer F, Edelhoff D. Digital Workflow Teil 2. Quintessenz Zahntech 2010;36:1376-1382.
13. Schweiger J, Beuer F, Eichberger M, Edelhoff D. Digital Workflow Teil 3. Quintessenz Zahntech 2011;37:60-72.
14. Schweiger J, Beuer F, Eichberger M. Sinterverbundkronen und -brücken: Neue Wege zur Herstellung von computergefertigtem Zahnersatz. Dig Dent News 2007;1:14-21.
15. Schweiger J, Erdelt KJ, Beuer F. Rapid Prototyping - Technik der Zukunft. Dent Lab 2004;52:1109-1118.
16. Spiegel M. Die CAD-on-Technik, Teil 1. Dental Labor 2010;58:1324-1329.
17. Tauch D, Albrecht T. Die CAD-on-Technik, Teil 3. Dent Lab 2010;58:1644-1651.
18. Watzke R, Peschke A, Perkon F. Die CAD-on-Technik, Teil 2. Dent Lab 2010;58:1474-1481.

Correspondencia

ZT Josef Schweiger
PD Dr. Florian Beuer
ZT Marlis Eichberger
Prof. Dr. Daniel Edelhoff
Poliklinik für Zahnärztliche Prothetik (Ärztlicher Direktor: Prof. Dr. med. dent. Dr. h. c. Wolfgang Gernet)
Klinikum Innenstadt der Universität München
Goethestraße 70, 80336 München, Alemania
Correo electrónico: Zahn.Labor@med.uni-muenchen.de