



[Resumen]

En este artículo marcadamente personal, el autor quiere intentar comparar al protésico dental con el CAD/CAM, es decir, señalar las funciones que, actualmente, según su opinión, puede llevar a cabo el ordenador y en qué sentido representa una competencia para el protésico dental. Para ello, se hará alusión a comparaciones prácticas, que también deberán esclarecer cómo se está produciendo, en la actualidad, un cambio de valores en la evaluación de la calidad del trabajo artesanal y del trabajo hecho a máquina.

Palabras clave

CAM. CAD/CAM.
Profesión de protésico dental.
Cambio de valores. Perspectivas.

(Quintessence Zahntech.
2007;33(5):598-608)

CAD/CAM: ¿un paso adelante o atrás?

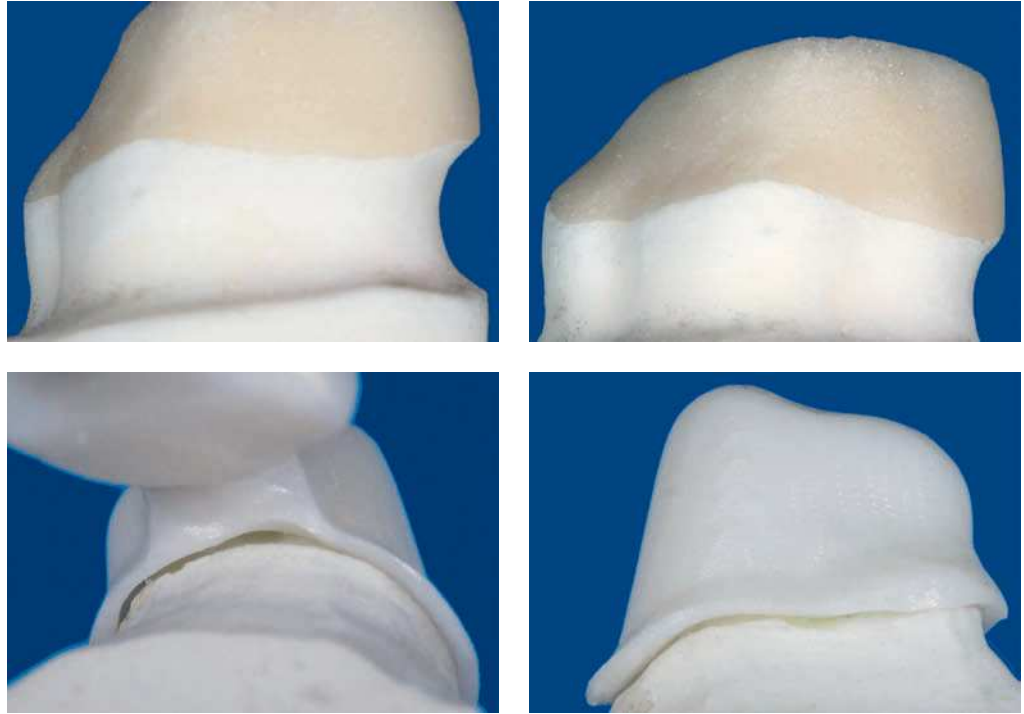
La tecnología CAD/CAM cambia la evaluación de la calidad de la prostodoncia: un artículo actual y personal

Stefan Schunke

Hoy en día, el CAD/CAM está en boca de todo el mundo. El colectivo profesional de los protésicos dentales se preocupa por sus puestos de trabajo y, según mi opinión, con toda la razón del mundo. La producción mecánica se está introduciendo en este sector, al menos en cierto sentido. Sin embargo, ¿qué es lo que puede hacer realmente el CAD/CAM? En este artículo se intenta ofrecer una opinión personal sobre este tema. No obstante, para adoptar una postura al final del artículo, primero hay que contrastar la realidad. Estas comparaciones esclarecerán cómo se está produciendo, en la actualidad, un cambio de valores en la evaluación de la calidad del trabajo artesanal y del trabajo hecho a máquina. Por ello, subrayo que estas comparaciones son muy subjetivas. De ninguna manera, se pretende desacreditar las técnicas nuevas ni poner a nadie en contra de las innovaciones.

CAD/CAM: ¿de qué es realmente capaz esta tecnología? Se han publicado muchos artículos con respecto a este tema. Así pues, si se les da crédito, se llega a la conclusión de

Introducción



Figs. 1 a 4. Muchas veces, los resultados cotidianos (abajo) no se corresponden con los resultados descritos en las publicaciones.

que tenemos ante nosotros la «piedra filosofal» de la prostodoncia. Según informes en los medios impresos profesionales, parece que los usuarios sólo obtienen resultados favorables; en cambio, no se nombran problemas. Sin embargo, observando algunas de las imágenes que se publican en este artículo, el lector realmente se tiene que preguntar si en el artículo no se han insertado, por equivocación, unas imágenes incorrectas, puesto que, en realidad, los resultados no parecen tan impresionantes. Y si, por otro lado, se tiene la oportunidad de poder ver y fotografiar diversos resultados que los colegas ponen a disposición de uno (figs. 1 a 4) y éstos encima no se corresponden ni en lo más mínimo con los resultados que aparecen en los informes, entonces es lógico que un lector pueda llegar a pensar que, frecuentemente, los informes de los colegas están destinados a fines comerciales y que, junto con la publicidad masiva para CAD/CAM, estos artículos se utilicen para apoyar la campaña y, consiguientemente, para que el proyecto CAD/CAM no se convierta en una pérdida millonaria para los vendedores y usuarios.

Si uno no se une a la moda del equipamiento tecnológico, casi se llegan a tener remordimientos de conciencia. No obstante, para establecer unas comparaciones relativamente justas, primero se hará una clara diferenciación entre CAD y CAM.

Por un lado, CAD significa, dicho de un modo llamativo, que, por medio de un ordenador, se pueden diseñar (construir) cosas. Hoy en día, por medio de un ordenador, es posible diseñar dinosaurios, un King Kong que parece real e, incluso, a Spiderman. No obstante, eso no implica que todas estas cosas realmente se puedan crear.

Por otro lado, el CAM hace referencia a lo que el ordenador realmente puede realizar. Por decirlo así, CAM es el proceso por medio del cual el producto se fabrica con la máquina de fresado. Desde mi punto de vista de especialista, me interesa poco todo lo que se puede diseñar con un ordenador, aunque, como mostraré más adelante, esto sea

EN UNA PALABRA

CAD/CAM

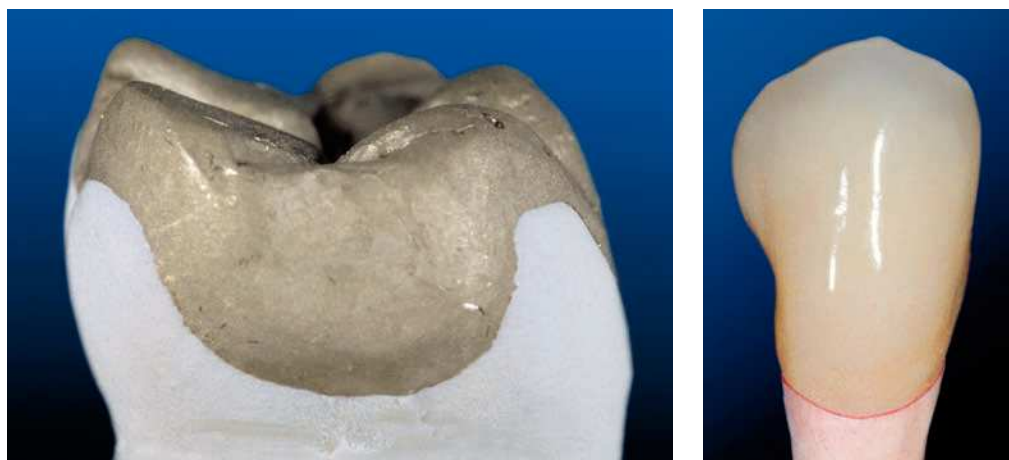
muy interesante para el futuro. Me interesa mucho más lo que en realidad el CAD/CAM puede ofrecer hoy en día, es decir, cuáles son los resultados y hasta qué punto estos sistemas representan una competencia real para el protésico dental.

A principio de diciembre de 2006, el autor pronunció un discurso en la Sociedad Alemana para Diagnóstico Funcional y Terapia (DGFD) sobre el siguiente tema: «¿La configuración oclusal convencional sigue siendo actual?». Justo este tema es el que quiere utilizar el autor como base de este informe. A continuación no se pretenden tratar de manera detallada los temas sobre puntos de contacto, relaciones oclusales o problemas articulares. Más bien, se intentan ofrecer algunas ideas así como una visión general para discutir sobre el tema de manera profesional. Así pues, nos preguntamos qué es lo que tiene que ofrecer hoy en día la prostodoncia o, dicho de otra manera, qué se le exige a la prostodoncia real. Al mismo tiempo, se expondrá qué puede aprovechar del CAM la industria. Esto quiere decir que, a continuación y por el momento, se excluirán de este espectro de servicios las reparaciones, los trabajos de colado sobre el modelo así como las prótesis totales y combinadas.

Para que los protésicos dentales puedan comenzar a trabajar, se tiene que elaborar, antes de hacer la impresión, un modelo. En la técnica CAD/CAM, en determinados casos, esto se puede evitar utilizando la impresión electrónica. Sin embargo, este modelo no sólo le sirve al protésico dental como un simple modelo de trabajo para fabricar la prótesis, sino también para controlar su resultado, que, a su vez, es examinado por el odontólogo encargado del tratamiento.

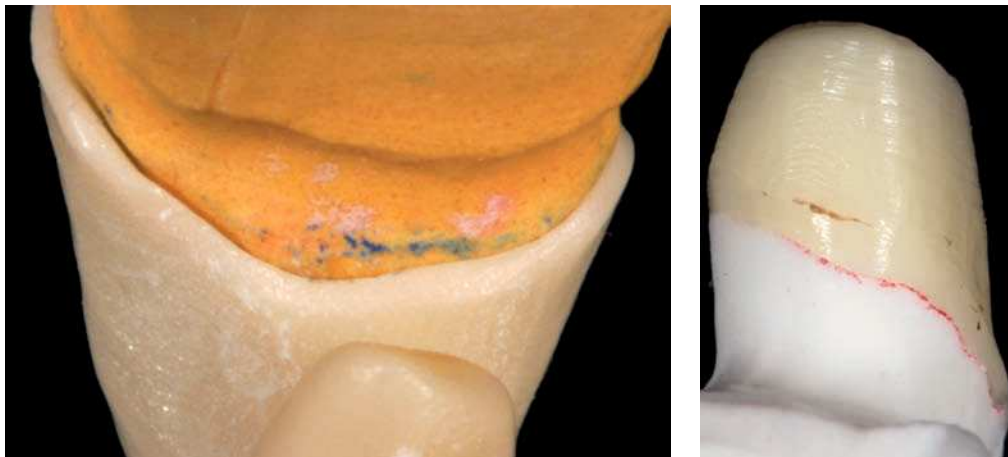
En cuanto a la elaboración de fundas, se puede decir que los protésicos dentales han podido demostrar que son capaces de elaborar márgenes muy precisos por medio de la técnica de colado. Esto lo demuestran los trabajos incorporados en este artículo (figs. 5 y 6) así como diversas publicaciones. Ahora bien, ¿qué puede ofrecer aquí el CAD/CAM? Las experiencias personales muestran que, en gran parte, esto depende, como también en la técnica de colado, de las habilidades personales de cada protésico dental (figs. 7 y 8). Sin duda, hoy en día se pueden fabricar ajustes dentales relativamente buenos. Por otro lado, aquí no se debe confundir el CAM con el fresado de copia.

Fundas y precisión
de los márgenes



Figs. 5 y 6. Ya se trate de márgenes de oro o de cerámica, el protésico dental es capaz de trabajar de manera sumamente precisa.

Figs. 7 y 8. A pesar de todas las máquinas y de la tecnología CAD/CAM, el resultado de las fundas depende de cada protésico dental y, por tanto, del factor humano. La figura 7 muestra un resultado negativo, y la 8, uno positivo.



Otro problema que he observado en las fundas fabricadas por medio de CAM es la ausencia de fricción. Incluso en la actual Feria Dental Internacional (IDS), en Alemania, se mostraron fundas de metal fabricadas que encajan sin presentar fricción. Hasta la fecha, nosotros, los protésicos dentales, siempre hemos tenido que entregar fundas elaboradas por colado con fricción. Las razones las conocemos todos. ¿Y hoy en día? Se dice que, en la cerámica sin metal, tiene que predominar esta ausencia de fricción. Puede ser que ésta sea válida en una situación corrosiva, es decir, en piezas con unión adhesiva, pero ¿qué pasa si la situación no es corrosiva? Ahora bien, incluso si el protésico dental es capaz de manejar en el modelo estas fundas que frecuentemente carecen de fricción, existe la duda de si estas fundas se pueden fijar perfectamente en la boca del paciente. Por otro lado, ligeras rotaciones de las coronas ocasionan un encajamiento ligeramente distinto y, por ende, funcionamientos oclusivos y articulares incorrectos.

Figs. 9 y 10. A menudo, se observan defectos en los puentes fabricados a máquina. Preci-Horex incorporados quedan totalmente desfigurados, y se observan imprecisiones de ajuste así como superficies mal hechas.

Hoy en día, se anuncia que, con la técnica CAD/CAM, se pueden fabricar montantes sin tensión y de manera muy precisa, limpia y ordenada, de tal manera que el protésico dental ya no tenga que retocarlos. Las imágenes que aparecen en este artículo así como la experiencia personal muestran, en todos los puntos, exactamente lo contrario (figs. 9 y 10). Con respecto a cómo se llevan a cabo las normas individuales para la modelación



EN UNA PALABRA

CAD/CAM

de, por ejemplo, los materiales plásticos, los sistemas pueden llegar a alcanzar sus límites técnicos. Si un contorno modelado no está indicado para su escaneo, o sea, reproducción, entonces hay que rechazar el encargo. No obstante, si el encargo se llegara a realizar, entonces el resultado debería ser impecable.

En la cadena del proceso, los modelos se montan con un articulador con el fin de conseguir una oclusión y articulación perfecta que cualquier persona pueda controlar y comprender. Pero ¿por qué esto es tan importante?

Si un odontólogo recibe un trabajo de un protésico dental, entonces, en la medida de lo posible, no debería ser necesario llevar a cabo una corrección oclusal por tallado. No obstante, si el médico tratante tiene que realizar una corrección de este tipo, directamente se originan discusiones (si se tiene un yeso nuevo; si la masa de recubrimiento está deteriorada, etc.) y, con mala suerte, incluso se exigen responsabilidades.

Sin embargo, ¿qué sucedería aquí con el CAD/CAM? En este caso, sólo se establece una comparación en los casos en que el CAD/CAM también proporciona, por medio de la máquina, unas superficies de masticación acabadas. Esto quiere decir que el odontólogo toma una impresión electrónica, y una máquina se encarga directamente del fresado del inlay o de la corona que, seguidamente, se monta en la boca del paciente. Debido a que, hasta el momento, ningún especialista ha publicado trabajos de mayor amplitud y mon-

Morfología y articulación



Figs. 11 a 13. Con el correspondiente conocimiento y la respectiva habilidad, el protésico dental elabora una morfología que cumple con la funcionalidad individual del paciente en cuanto a forma, aspecto cromático y posición.



Figs. 14 y 15. El diseño basal de las piezas del puente para una correcta colocación en la encía (elaboración del protésico dental).

tados directamente en la boca del paciente, sino sólo trabajos menores, como inlays pequeños o como máximo una corona, aquí sólo se puede ofrecer una perspectiva subjetiva, sobre todo en lo que respecta a trabajos mayores.

Independientemente de si el trabajo lo realiza un protésico dental o una máquina, la superficie de masticación debería estar estructurada según las condiciones naturales o según los valores angulares obtenidos por medio del articulador (figs. 11 a 13).

A continuación, ya sólo nos queda la pregunta acerca de la colocación basal de las piezas del puente. Con respecto a este tema, actualmente, tampoco dispongo de resultados obtenidos por medio de CAD/CAM (figs. 14 y 15).

Algunas publicaciones muestran inlays pequeños que se fresan en forma de bloque y que, después, se insertan en la cavidad correspondiente. La grieta marginal que se origina al insertar la pieza, que realmente se debería evitar, se define, en la técnica adhesiva en combinación con la fabricación mecánica, como una junta de cemento tolerable. A continuación, se retira manualmente, en la zona marginal, de manera más o menos eficaz, el cemento sobrante y se corrige el contorno excesivo e insuficiente. En esta técnica se observa una contradicción y se acepta que el trabajo se tenga que retocar en la boca del paciente. En este caso, la consideración de que este retoque dé lugar a una consulta dental costosa o que incluso el paciente se pueda llegar a sentir molesto se relativiza o, dicho de otra manera, no tiene lugar. Precisamente el control del trabajo fuera de la boca del paciente, o sea, encima del modelo del articulador, hace parecer que el trabajo protésico dental pueda ser controlado. A lo largo de los años, se han dedicado a este tema generaciones enteras de especialistas, libros y publicaciones. En cuanto a la oclusión y articulación correcta, ¿cómo controla el odontólogo los productos fabricados por CAD/CAM? Todo lo que, en principio, era exigible queda ahora simplemente derogado.

Coronas metalocerámicas y carillas

Otro punto que se nombra frecuentemente en relación con el CAD/CAM son las carillas. Si hablamos sobre las carillas fabricadas por protésicos dentales, llegamos a la conclusión de que éstas deben ser, en la medida de lo posible, lo menos invasivas posibles (aproximadamente 0,5 mm), así como estéticas. Por otro lado, se debe garantizar la individualidad, es decir, la posición y la adaptación cromática.

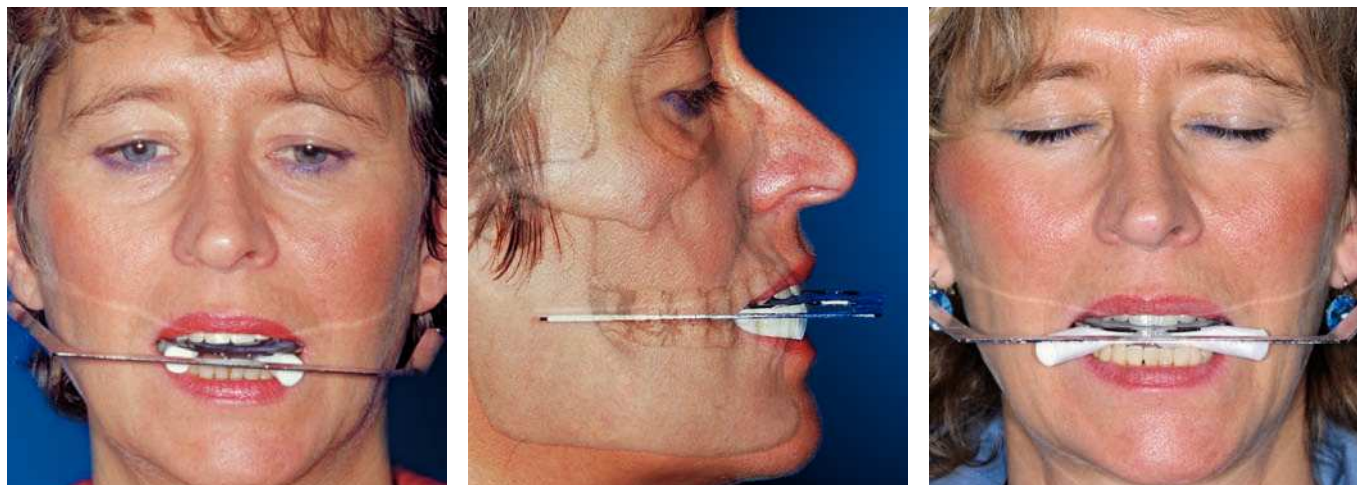
Actualmente, el CAD/CAM puede elaborar estructuras de armazones para la técnica por pintado y por capas. Sobre todo en la yuxtaposición de carillas y coronas cerámicas, esto es un trabajo costoso (figs. 16 a 18). A más tardar en este momento, es preciso que el protésico dental haga un ajuste individualizado, y esto exige una competencia elevada en muchos campos.



Figs. 16 a 18. Las carillas con capas cerámicas junto a coronas metalocerámicas en el modelo y en la boca (elaboración del protésico dental).

EN UNA PALABRA

CAD/CAM



Figs. 19 a 21. Con prótesis, el protésico dental es capaz de poner, de nuevo, los planos en la posición correcta.

En relación con la fabricación de prótesis dentales, se deben respetar, por otro lado, los planos correctos (plano de la oclusión, plano de la estética y línea de oclusión). No obstante, a continuación, no se va a profundizar en el significado y en la repercusión de estos planos. Éstos pueden ser verificados por el protésico dental en el articulador y por el odontólogo en la boca del paciente. Aquellos compañeros que estén al corriente de la literatura correspondiente saben que, con el CAD, estos planos se pueden construir según las condiciones existentes, pero que, con el CAM, sólo se está comenzando a lograrlo (figs. 19 a 21).

Planos

Los trabajos colocados deben cumplir la funcionalidad correspondiente, sin que en este artículo se defina el concepto de dicha funcionalidad, ya que esto no es su objetivo. Para planificar los trabajos complejos de manera correcta, se elabora, en primer lugar, un *wax-up* (encerado). Por medio de este *wax-up* y de la anamnesis del paciente, se determina el diagnóstico y se planifica la terapia. Pues bien, para convencer a un paciente de un determinado tratamiento, es decir, para enseñarle lo que se va a hacer sin tener

Función



Figs. 22 a 28. Un *mock-up* como modelo para planificar el tratamiento. Aquí, el paciente puede ver los cambios previstos.



Figs. 29 a 31. Una forma de terapia transitoria serían los llamados adhesivos oclusales.

que practicar una intervención irreversible, el protésico dental puede elaborar un *mock-up* (máscara de prueba) (figs. 22 a 28). Aunque sea posible pensar en técnicas que, en parte, sean capaces de elaborar una reconstrucción de este tipo por medio de CAD y estereolitografía, éstas todavía están muy alejadas de la realidad actual.

Por otro lado, se puede considerar realizar terapias preprotésicas, como pseudoterapias o adhesivos oclusales antes de realizar el trabajo definitivo (figs. 29 a 31).

Dependiendo del caso particular de cada paciente, se proponen los pasos correspondientes para solucionar el problema. Así, por ejemplo, en un caso se precisa una guía incisal-canina. Por la posición distinta, en cada caso, de los caninos, también pueden resultar unos ángulos de inclinación diferentes (figs. 32 a 36). Por el contrario, en otro caso se precisa probablemente una función de grupo. Así mismo, también se puede dar el caso de que se necesiten materiales distintos (figs. 37 a 47).

Conclusión y valoración final

El protésico dental es capaz de enfrentarse a todos los desafíos que están surgiendo en el campo de la prostodoncia. ¿Y el CAD/CAM? Si bien, seguramente, los suministradores de este sistema ni lo pretenden, me permitiré elaborar una pequeña tabla en la que se contrastan, desde el punto de vista del autor, las prestaciones del CAD/CAM en comparación con las del protésico dental. En la tabla 1, el verde representa todos los servicios que se pueden prestar; el amarillo, todos los que se pueden prestar parcialmente, y el rojo, todos los que no se pueden prestar.

Tabla 1. Valoración personal de la capacidad de rendimiento del CAD/CAM en comparación con la del protésico dental

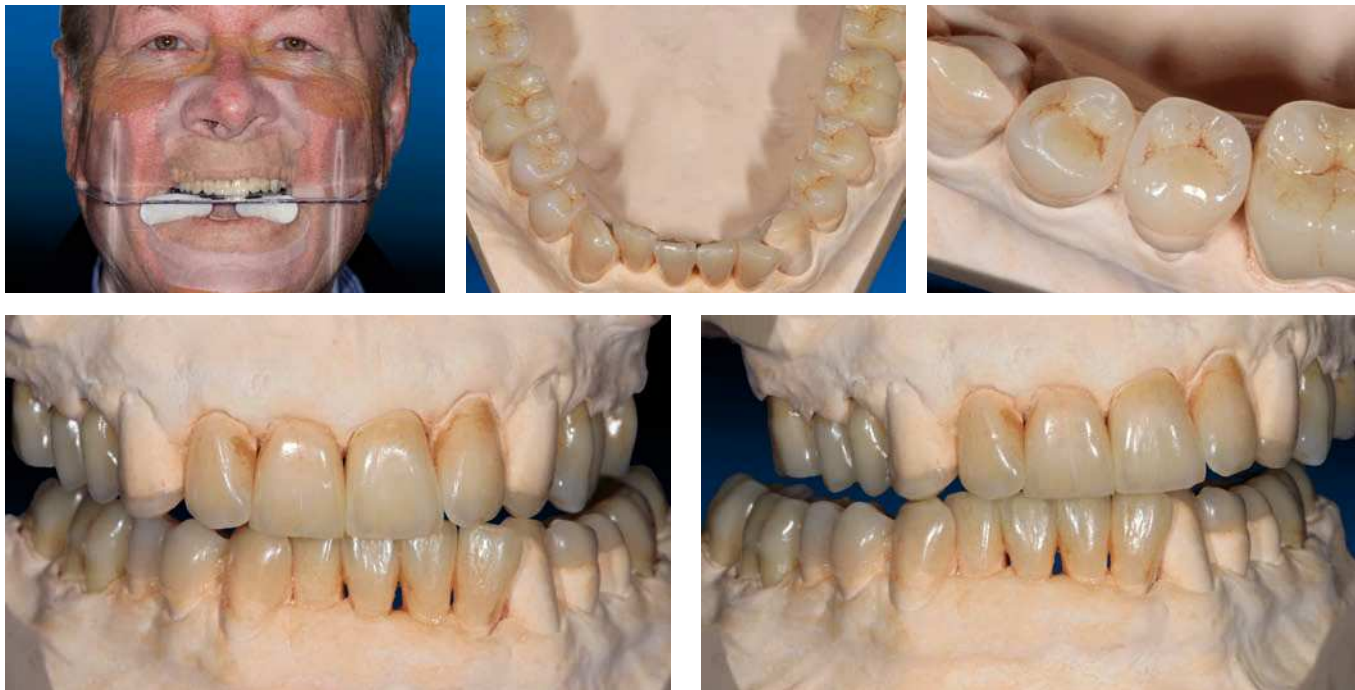
Demandas	Protésico dental	CAM
Funda/margen (precisión)	+	+/-
Modelación/escaneado	+	+/-
Morfología	+	-
Carillas	+	-
Planos	+	-
Casos/funciones	+	-

Así pues, si se reflexiona sobre el tema de esta manera, uno se da cuenta de qué es realmente capaz el CAD/CAM. En mi opinión, la moda y la «histeria» por conseguir encargos a toda costa falsean totalmente la percepción actual de la capacidad de rendimiento de esta tecnología.

Es muy fácil que lo expuesto en este artículo pueda causar al lector la impresión de que el autor esté en contra de las tecnologías CAD/CAM y de que quisiera excluirlas

EN UNA PALABRA

CAD/CAM



Figs. 32 a 36. En trabajos complejos, se presta atención al plano correcto, al correspondiente aspecto morfológico y a las correspondientes relaciones entre los incisivos y caninos para los movimientos laterales. Debido a las posiciones distintas de los caninos, cada guía es diferente.

de la prostodoncia durante el máximo tiempo posible. Sin embargo, eso no es así. Más bien, según mi opinión personal, se le atribuyen a estas tecnologías muchas más cualidades de las que poseen hasta el momento (en el sentido del producto final), en contraposición con las del trabajo manual del protésico dental. Evidentemente, sería ingenuo no aceptar las tecnologías CAD/CAM y sería necio y negligente llegar a ignorarlas. Tarde o temprano, llegará el momento en que el protésico dental tenga que enfrentarse a las tecnologías CAD/CAM, puesto que, seguramente, experimentaremos un cambio en nuestro puesto de trabajo a lo largo de los próximos años.

Ahora bien, siempre se vuelve a argumentar que sólo un protésico dental muy bueno puede ofrecer todas estas prestaciones y que, realmente, estas dos vertientes no se pueden comparar. De cualquier modo, el protésico dental siempre tiene que hacer frente a la competencia por muchas razones: los empleados pueden abrir un laboratorio por su cuenta, incluso, en los mismos alrededores; existe competencia en el extranjero, sobre todo, en los países con sueldos reducidos, y la técnica está avanzando en la actualidad de tal manera que elimina de este oficio artesanal diversos servicios puntuales de la prostodoncia.

No obstante, el CAD/CAM se tiene que enfrentar a la misma competencia. Desde luego, ya que soy protésico dental, comparo mis propios productos con los que fueron fabricados industrialmente, y es verdad que siempre hay algunos puntos a favor de una técnica o de la otra. Así mismo, no se intenta definir lo que está «bien» o «mal», ya que, para ello, se debería tener un modelo de orientación. Más bien, el objetivo de este artículo es decantarse por un sistema u otro.



Figs. 37 a 47. En el maxilar inferior, los cuadrantes se restauraron con coronas cerámicas sin metal y con *onlays*. En este caso, la guía y el contacto incisal no eran posibles, por lo que se planificó conseguir una función de grupo. Los dos incisivos centrales se formaron como carillas, consiguiendo una unión armoniosa.

Otro punto relacionado con este tema es la rentabilidad. Pero ¿qué es realmente la rentabilidad? En el Duden, el diccionario de la lengua alemana, «rentabilidad» se define de la siguiente manera: «la relación (ventajosa) de los gastos y los ingresos». Por ende, no hace referencia a la calidad sino sólo a la mayor ganancia posible. Sin embargo, en nuestro caso particular, reducir la rentabilidad sólo al ámbito económico es, como ya sabemos, totalmente erróneo y posee pocas perspectivas de futuro, puesto que se tienen que tener en cuenta otros puntos, como la calidad y la individualidad.

CAD/CAM, ¿Un paso adelante o atrás? Así se titula el artículo. Aunque el autor opine que estas tecnologías se valoran demasiado, al menos en la actualidad, sí es verdad que, en el futuro, jugarán un papel muy importante. En la actualidad, el autor no ve ninguna ventaja en esta técnica, ya sea económica, cualitativa o individual. Los protésicos dentales, incluidos los que trabajan en laboratorios pequeños, no debemos, sin embargo, dejar atrás esta técnica. Para el autor, la técnica CAD/CAM todavía no representa ningún avance. Pero también está seguro de que esto cambiará más y más en el futuro.

No es necesaria una calculadora para saber que uno más uno son dos. De la misma forma sabemos que llegará el momento en que el ordenador tallará la estructura de la dentina, aplicará el color correspondiente, tallará la estructura del esmalte y la superpondrá encima a presión; en algún caso puede ser necesario calentar el conjunto para fijarlo. Ya hoy en día existen las impresiones electrónicas y, seguramente, con el tiempo aumentará su complejidad y calidad. Por medio de Internet se mandarán los datos al extranjero. Tenemos aparatos automáticos para la detección cromática, por lo que ya no representará un problema aplicar el color en una pieza bruta con un aparato que funcione, por ejemplo, como una impresora de inyección.

Todas estas cosas se solucionarán, seguramente, de medio a largo plazo. De momento, el campo de la prótesis dental está experimentando un cambio en cuanto al puesto de trabajo. Al igual que en otros oficios artesanales, trabajaremos con productos semimanufacturados de la industria, que previamente habremos elaborado en nuestro ordenador. De momento, el oficio del protésico dental no está pasando por uno de sus mejores momentos pero, como ya hemos dicho anteriormente, existen muchas razones para ello. Por un lado hay que tener en cuenta la globalización y la competencia cada vez más fuerte del extranjero, que provoca que se genere cada vez menos dinero. Y hay muchos colegas que, en vez de acordarse de lo que realmente tenemos que hacer, elaborar prótesis dentales, prestan únicamente atención a los nuevos materiales que aparecen en el mercado, para ganar así puntos de cara al cliente.

El autor opina que sólo se puede sobrevivir en esta carrera profesional con la individualidad y la calidad. En mi opinión, obtener información nueva para poder trabajar con ella, y no sólo reaccionar ante ella, es lo más importante. Esto se consigue por medio de una formación, es decir, por medio de una bibliografía apropiada, visitas a congresos, cursos y ferias y con actividades de asociaciones. Esta tarea es de interés para cada empresario pero también para cada colaborador.

Stefan Schunke, Zahntechnisches Laboratorium GmbH,
Alte Reutstrasse 170, 90765 Fürth, Alemania.
Correo electrónico: st.schunke@arcor.de

Perspectivas futuras

Correspondencia