

## [Resumen]

El uso de sistemas de cerámica sin metal en el mercado dental está creciendo constantemente. Los materiales cerámicos permiten unos resultados terapéuticos extraordinarios en cuanto a estética, biocompatibilidad y compatibilidad a largo plazo. El presente artículo versa sobre las propiedades de los materiales para núcleos de armazones de óxido de zirconio, la optimización estética de la formación de armazones y el uso de adherentes adecuados. Además, se describen las propiedades de las cerámicas de recubrimiento estéticas especialmente desarrolladas para armazones de óxido de zirconio de sinterización densa, así como su técnica especial de aplicación.

## Palabras clave

Cerámica sin metal. Óxido de zirconio. Formación de armazones. Cerámica de recubrimiento. Propiedades de los materiales. Adherentes. Estética.

(Quintessenz Zahntech.  
2007;33(1):78-92)



## Propiedades materiales, estética y técnicas de estratificación de una cerámica de óxido de zirconio o de recubrimiento

**Edward A. McLaren y Russell A. Giordano II**

### Introducción

En la búsqueda de un material protésico de última generación aparecen en el mercado numerosos sistemas nuevos de cerámica sin metal<sup>1,4,8</sup>. El uso de estos materiales está aumentando de forma prácticamente exponencial. Los materiales cerámicos permiten conseguir unos resultados terapéuticos extraordinarios en cuanto a estética, biocompatibilidad y compatibilidad a largo plazo<sup>1,4,8</sup>. El óxido de zirconio es un material muy interesante. Posee la máxima estabilidad y resistencia de todos los materiales cerámicos dentales disponibles actualmente<sup>3</sup>. En principio, con el óxido de zirconio también se pueden fabricar puentes fiables de cerámica sin metal para las regiones laterales muy cargadas.

En las clínicas dentales de los autores (UCLA School of Dentistry y Universidad de Boston) se emplean armazones de óxido de zirconio desde hace tres años para coronas simples y puentes de pocas piezas. Todavía no existen estudios de cinco o diez años. Sin embargo, aún no ha fallado ni uno solo de estos tratamientos. Mientras tanto se publican datos procedentes de los últimos tres años de Alemania y Suiza, en los que se desarrolló la técnica para la fabricación de armazones de cerámica de óxido de zirconio. En ellos no se han registrado fracturas de ningún armazón<sup>11</sup>.

# PUESTA AL DÍA CERÁMICA SIN METAL

Los armazones de óxido de zirconio pueden fabricarse con distintos sistemas CAD/CAM. Entre ellos se cuentan Vita YZ de CEREC inLab (Sirona, Bensheim, Alemania), Lava (3M ESPE, Seefeld, Alemania), Cercon (DeguDent, Hanau, Alemania) y Procera Zirkon (Nobel Biocare, Göteborg, Suecia). No sólo se fabrican nuevos materiales para armazones, sino también materiales de cerámica de recubrimiento con microestructuras clínicamente ventajosas. Al mismo tiempo, estas microestructuras mejoran las propiedades ópticas y aproximan más la prótesis a la apariencia de los dientes naturales (figs. 1 y 2). Así mismo, los conocimientos sobre la teoría de los colores han aumentado en los últimos años. Algunos fabricantes han mejorado la coloración y así han reducido en esta región la distancia al diente natural<sup>9</sup>.

A este grupo de materiales con una microestructura fina y mejores propiedades ópticas pertenece VM9 de Vita (Bad Säckingen, Hanau, Alemania). Este material fue concebido especialmente para el uso común con Vita YZ, aunque su coeficiente de dilatación térmica (CDT) también es compatible con otras masas de óxido de zirconio como Lava, Cercon o Zirkon. El presente artículo versa sobre las propiedades de los nuevos materiales para armazones a base de óxido de zirconio, la optimización estética de la formación de armazones y el uso de adherentes adecuados. Además, se describen las propiedades de la cerámica de recubrimiento estética desarrollada especialmente para armazones de óxido de zirconio de sinterización densa y su técnica de aplicación especial.

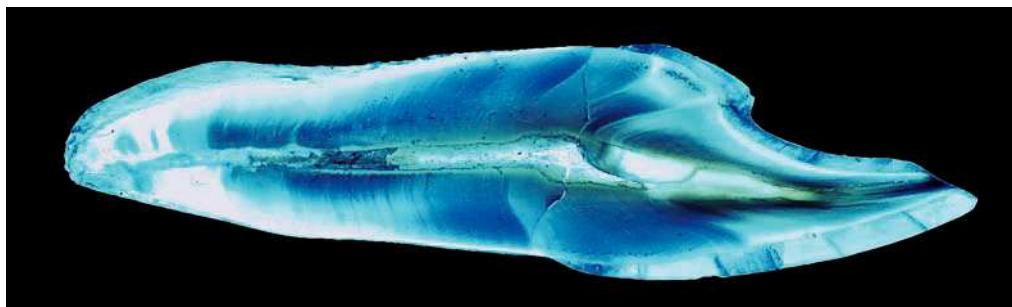


Fig. 1. Sección transversal de un diente natural. Con una iluminación especial se observan los efectos naturales de opalescencia, fluorescencia e iridiscencia.

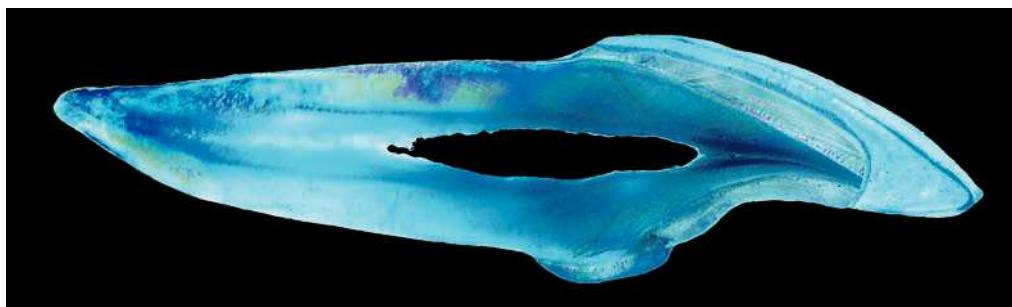


Fig. 2. Diente natural tras el recubrimiento con VM9. Los efectos ópticos naturales se conservan al máximo.

El óxido de zirconio ( $ZrO_2$ ) es, al igual que el óxido de aluminio ( $Al_2O_3$ ), la forma oxida de un metal: el zirconio. En función de los aditivos, como el óxido de calcio ( $CaO$ ), el óxido de magnesio ( $MgO$ ), el óxido de itrio ( $Y_2O_3$ ) o el óxido de cerio ( $CeO_2$ ), el óxido de zirconio puede presentarse en diversas formas cristalinas (fases). Estas fases se es-

Propiedades de los materiales y técnicas de fabricación

# PUESTA AL DÍA CERÁMICA SIN METAL

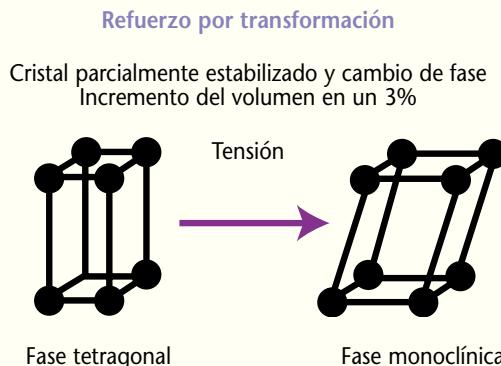


Fig. 3a. Cambio de fase de la forma cristalina tetragonal a monoclinica.

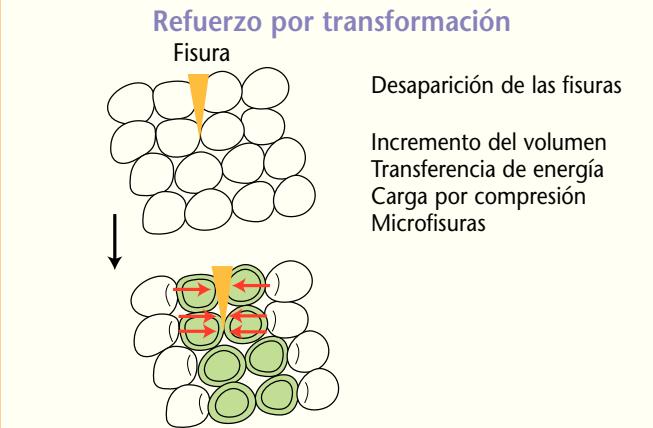


Fig. 3b. Obturación de ranuras por el aumento del volumen del cristal tras el cambio de fase.

tabilizan a temperatura ambiente por acción de los componentes. Añadiendo una cantidad determinada de aditivos se puede conseguir una fase cúbica totalmente estabilizada. El resultado son los «diamantes artificiales» de mala fama (Cubic Zirconia). Añadiendo cantidades menores (3-5% en peso) surge un óxido de zirconio parcialmente estabilizado. La fase del óxido de zirconio tetragonal es estable, aunque si se requiere puede pasar a una fase monoclinica tras la cual el volumen aumenta en un 3%. Este cambio de dimensiones extrae energía de la formación de fisuras y puede evitar su dispersión. Esto se conoce como «refuerzo por transformación» (fig. 3). Además, el cambio de volumen provoca una carga por compresión que previene la dispersión de las fisuras.

En el esmalte de los dientes naturales suele haber numerosas fisuras que no se disper-  
san por todo el diente. Las mismas observaciones hacen los autores sobre la formación  
de fisuras en la cerámica de óxido de zirconio, ya que la extensión de las fisuras se de-  
tiene<sup>6</sup>. Así mismo, se evita durante la penetración en la estructura de los núcleos de ar-  
mazones de óxido de zirconio. Ésta se comporta de forma similar a los dientes natura-  
les. Además, el núcleo del armazón posee cierta estabilidad frente a cargas internas  
intensas, como las que surgen en las superficies internas dañadas durante el rectificado  
o debido a preparaciones dentales con cantos afilados, así como frente a las cargas de  
masticación y a las variaciones de la temperatura intraoral.

El fenómeno del «refuerzo por transformación» es responsable de las excelentes pro-  
piedades del óxido de zirconio: su resistencia a la flexión asciende a entre 900 MPa y  
1,2 GPa; su tenacidad es de 7-8 MPa m<sup>-0,5</sup> (fig. 4). Entre sus propiedades ventajosas se  
incluye su buena biocompatibilidad<sup>2,14</sup>. Todas estas propiedades mecánicas permiten  
reducir el grosor de pared del armazón y la sección transversal del conector. En este sen-  
tido, esto resulta útil, ya que así se puede reducir la necesidad de eliminación de sus-  
stancia durante la preparación dental. Además, en principio son posibles armazones pa-  
ra puentes de 4-6 piezas.

Para fabricar armazones de materiales con contenido de óxido de zirconio se desarro-  
llaron diversos sistemas de fresado para el laboratorio dental (fig. 5). Para el trabajo con  
óxido de zirconio prácticamente puro existen dos procesos. Según uno de ellos, el óxi-  
do de zirconio sinterizado a alta densidad se fresa directamente. No obstante, el óxido

# PUESTA AL DÍA CERÁMICA SIN METAL

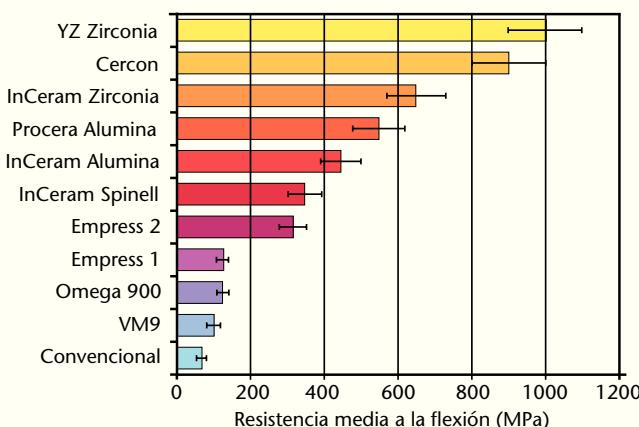


Fig. 4. Resistencia a la flexión de diversos sistemas para armazones cerámicos. Se aprecia la elevada resistencia de ambos sistemas de óxido de zirconio probados.

de zirconio denso es difícil de procesar, por lo que es necesario un sistema de fresado de instalación fija. Estos aparatos son grandes y pesados. El fresado de una funda dura entre 2 y 4 h. Al fin y al cabo, esta técnica cuenta con la ventaja de que se suprime el sinterizado tras el fresado. Dado que no hay contracción, el producto final se puede examinar enseguida pieza por pieza. Los largos tiempos de fresado y el rápido deterioro de las herramientas de fresado constituyen una desventaja.

En el segundo proceso se utilizan bloques de óxido de zirconio presinterizado. El grosor es de aproximadamente el 50%. Los bloques presinterizados son más fáciles de fresar, pero no son muy densos. Por tanto, seguidamente el armazón fresado debe cocerse durante 6-8 h para aumentar la densidad del material del armazón. Puesto que el armazón se contrae considerablemente, este cambio de dimensiones debe tenerse en cuenta ya en el fresado (fig. 6). Así, se fabrican armazones sobredimensionados. Un ordenador ayuda a agrandar correctamente la forma necesaria ante todo para compensar la contracción y garantizar una adaptabilidad fiable del producto acabado. Cada bloque se provee de un código de barras que indica su densidad. Entonces, el sistema de fresado calcula el sobredimensionamiento necesario para compensar correctamente el proceso de contracción con la densidad total. La clave para el éxito radica en la homogeneidad del bloque y en la medición de la densidad. Los sistemas Vita YZ, Cercon y Lava se basan en este principio. En este sentido, existe cierta semejanza con la técnica Procera, ya que aquí también debe compensarse la contracción de un armazón sobredimensionado. Todos estos materiales constan de aproximadamente un 95% de óxido de zirconio; el resto es óxido de itrio e impurezas naturales.

VM9 es el nombre de una cerámica de recubrimiento para este tipo de armazones de óxido de zirconio. Se trata de un desarrollo de la empresa Vita en una serie de productos similares, aunque con un menor tamaño de partícula (fig. 7). La bibliografía sobre el procesamiento de la cerámica muestra que un menor tamaño de partícula suele aumentar la resistencia<sup>13</sup>. Se observan otras ventajas clínicas en el comportamiento abrasivo y la capacidad de pulido<sup>5</sup>. Uno de los autores del presente artículo se dedica por completo en su laboratorio a estudiar las propiedades mecánicas y el procesamiento de



Fig. 5. Tres sistemas: CEREC inLab, Cercon y Lava.



Fig. 6. Armazón fresado de Vita-YT tras un sinterizado completo (arriba o abajo). Se aprecia una contracción considerable.

**Cerámica de recubrimiento VM9: pruebas de material**

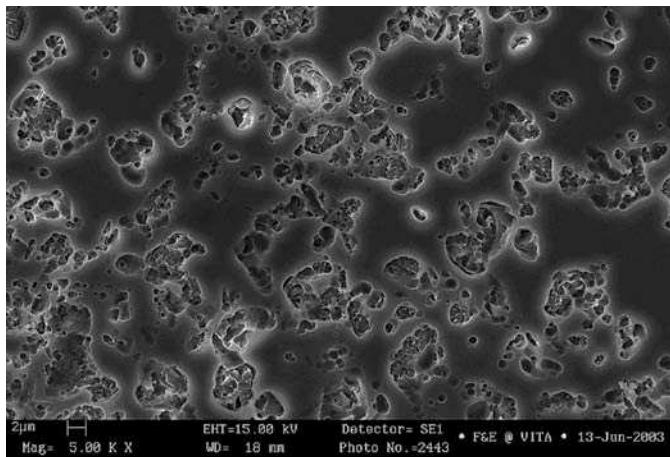


Fig. 7. En el microscopio electrónico se muestra la estructura de grano fino del tipo de cerámica VM9. Las microestructuras finas reducen claramente el comportamiento abrasivo de estos materiales.

las superficies, la capacidad de pulido y el desgaste de diversos materiales protésicos. En este contexto también investiga las propiedades de los materiales cerámicos (incluidas las cerámicas de recubrimiento) y los acrílicos (composites).

El comportamiento abrasivo intraoral de los materiales protésicos es un juego complejo de cargas dentales, influencias del entorno, propiedades de los materiales y propiedades del esmalte (individualmente diferentes). La compatibilidad con el esmalte de un material depende en gran medida de su estructura superficial y de su microestructura<sup>10</sup>. A partir de masas cerámicas de estructura fina deberían crearse superficies que causaran poca abrasión y fáciles de pulir o de glasear. Algunos materiales cerámicos finos de origen más antiguo pueden generar superficies más ásperas que podrían acelerar la abrasión del esmalte en los antagonistas.

Es importante que la cerámica de recubrimiento se sinterice (cueza) adecuadamente, ya que las masas cerámicas de grano fino son más ásperas y por tanto resultan más agresivas si no se cuecen suficientemente<sup>12</sup>.

En las pruebas de los autores se elaboraron materiales protésicos en secciones cuboides (2 x 10 x 16 mm). Se introdujeron piezas de esmalte de dientes recién extraídos en un dispositivo de sujeción como piezas de igual tamaño antagónicas a las piezas protésicas de prueba. A partir de dientes recién extraídos se obtuvieron piezas de esmalte en forma de aguja mediante una perforadora y se fijaron a una barra de latón con un sistema modificado de abrasión con cepillo. Las piezas de prueba de esmalte tocaron los materiales de prueba y se cargaron con 400 g. El sistema atravesó 60.000 ciclos (160 ciclos por min) en agua. Los parámetros escogidos (carga y ciclos) se derivaron de una amplia indagación en la bibliografía sobre pruebas de abrasión en materiales protésicos. Las piezas protésicas de prueba se pulieron con discos de diamante y pastas.

La figura 8 muestra los resultados para las cerámicas de recubrimiento VM7 y VM9 así como para materiales con una estructura cristalina fina como Omega 900 (Vita) y Mk II CEREC. Los datos presentados en la figura 9 se normalizaron en cuanto al esmalte dental. Sobre la «relación de abrasión» se intentó integrar los materiales y la pérdida de esmalte y compensar las diferencias entre las piezas de prueba de esmalte. En valores cercanos a 1, el comportamiento abrasivo es especialmente similar al del esmalte sobre esmalte. Los valores de materiales cerámicos de estructura fina se aproximan a este comportamiento. Antes y después de la prueba de abrasión se midió el valor de rugosidad para cada material (fig. 10). Este valor indica, por un lado, el grado de lisura con que se puede pulir una superficie y, por otro lado, ofrece información sobre la resistencia a la abrasión clínica de la superficie del material. Cuanto más rugosa es una superficie en la boca del paciente, mejor se puede asentar la placa bacteriana. Los valores de rugosidad están correlacionados con los materiales que poseen una microestructura fina.

En cuanto a la evaluación de nuevos materiales, se probó la resistencia de VM9 y se comparó con otros materiales de recubrimiento. Para ello se secaron algunos materiales cerámicos en una relación estándar de agua a masa y se procesaron en moldes de

# PUESTA AL DÍA CERÁMICA SIN METAL

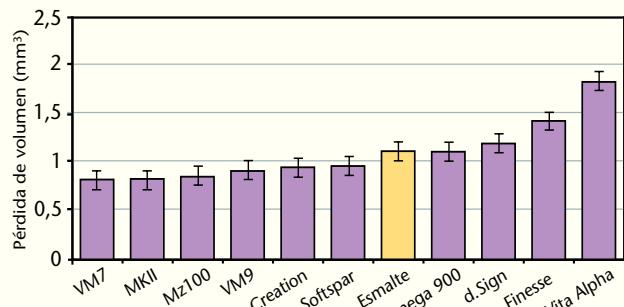


Fig. 8. Desgaste del esmalte de los antagonistas de los diversos materiales de prueba. La barra roja representa el comportamiento abrasivo del esmalte sobre el esmalte. Todas las barras de la izquierda muestran aquellos materiales que causan una abrasión del esmalte inferior al esmalte del diente natural.

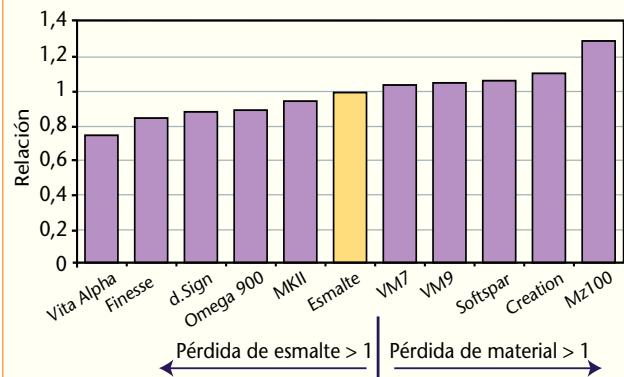


Fig. 9. Valores normalizados de abrasión para los distintos materiales de recubrimiento. La mitad izquierda ilustra una abrasión creciente del esmalte y una abrasión decreciente del material de prueba en relación con el esmalte. La mitad derecha ilustra una abrasión creciente del material de prueba y una abrasión decreciente del esmalte.

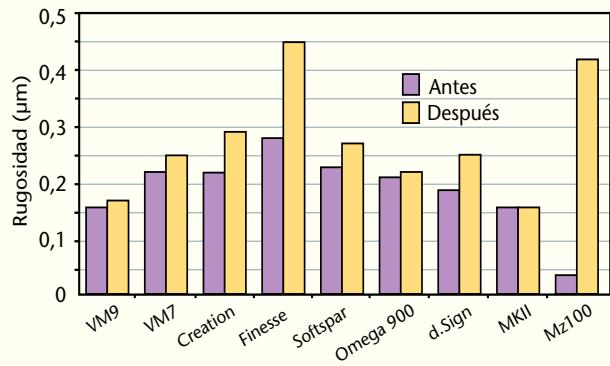


Fig. 10. Rugosidad media de los materiales antes y después de la prueba. Entre la rugosidad y el comportamiento abrasivo existe una estrecha relación.

silicona en barras normalizadas ( $2 \times 4 \times 25$  mm). Se compactaron y se cocieron según las indicaciones del fabricante. Diez barras por grupo se sometieron a una prueba de flexión de tres puntos en una máquina de comprobación de materiales de la marca Instron (Canton, Massachusetts, EE.UU.) a una velocidad del punzón de prensa de 0,5 mm/min y se analizaron automáticamente los valores de resistencia con la fórmula estándar específica para la prueba (componente del software Instron) (fig. 11). Los materiales con un tamaño de partícula fino –como VM9, VM7 y Omega 900– se separaron claramente mejor que los materiales de cerámica de recubrimiento con partículas más grandes.

Durante todo el entusiasmo por los desarrollos de la técnica de fresado con el óxido de zirconio se prestó poca atención al comportamiento óptico de diversos sistemas de aramones de óxido de zirconio. El óxido de zirconio posee cierto grado de translucidez, Estética

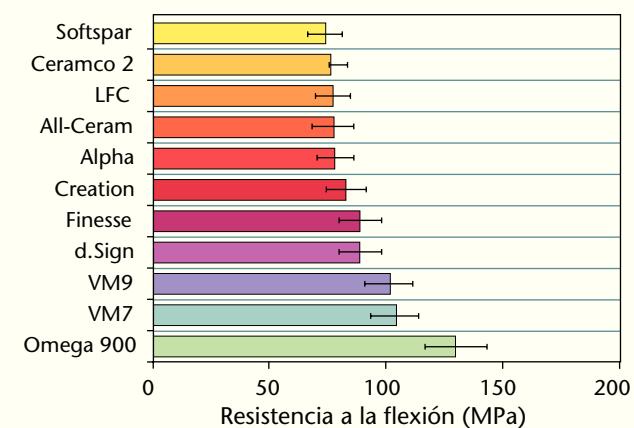
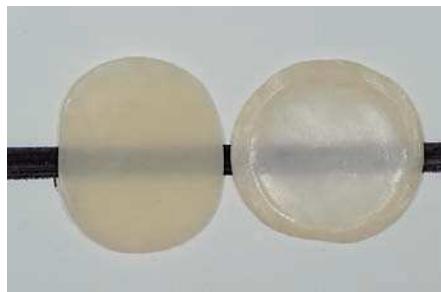


Fig. 11. Resistencia a la flexión de varios materiales de recubrimiento.



Figs. 12a y 12b. Prótesis metalocerámica con armazón de Captek (Captek, Precious Chemicals, Altamonte Springs, Florida, EE.UU.) antes y después.

Fig. 13. Núcleo de armazón 0,3 mm más grueso de óxido de zirconio y recubrimiento 0,8 mm más grueso con Empress (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein). La comparación muestra una translucidez similar o superior en las dimensiones realmente utilizadas. Nota: la línea negra y el fondo blanco se ven más claros con la pieza de prueba de Lava de la derecha que con la pieza de prueba de vidrio prensado de la izquierda.

si bien a partir de un grosor determinado y con ciertas combinaciones de cemento es igual de opaco que el metal. Además, el grosor de las paredes del armazón sobredimensionado no sólo aumenta la opacidad, sino que también queda menos espacio para la cerámica de recubrimiento. Esta relación errónea puede ser estéticamente más desfavorable que la prótesis metalocerámica, que se lleva a cabo de forma que en un armazón metálico fino quede más espacio para la cerámica de recubrimiento (figs. 12a y 12b). Las estructuras de los armazones en la zona estética merman la apariencia estética si el grosor facial es excesivo.

Normalmente, para los armazones se recomienda un grosor facial de 0,5 mm, mientras que para las fundas de óxido de zirconio Procera hasta ahora el límite inferior era de 0,6 mm. Los autores opinan que las fundas de óxido de zirconio (en especial de material blanco) de 0,5 mm de grosor son demasiado opacas en la mayoría de las situaciones clínicas. Los sistemas CEREC (con el material Vita YZ) y Lava permiten crear armazones más finos para incisivos. Con estos sistemas también se pueden fabricar armazones con un grosor facial de 0,3 mm (fig. 13). Éstos son igual de translúcidos que el vidrio prensado del mismo color con un grosor de 0,8 mm. En caso de necesidad extrema, los autores reducen la funda facialmente a 0,2 mm para no perjudicar a la translucidez. Las mejores experiencias se obtuvieron con el disco impregnado de diamante de la marca Noritake Meister (Noritake Dental Supply, Aichi, Japón) (fig. 14). Este instrumento genera poco calor y no provoca fisuras en el núcleo del armazón. Tras el tratamiento, el armazón se irradia para eliminar las impurezas ( $50 \mu\text{m}$  de  $\text{Al}_2\text{O}_3$  a 350 kPa).

La mayoría de los fabricantes emplean óxido de zirconio incoloro o blanco para los núcleos de armazones. En dientes demasiado claros con los colores 0 o 1 en el sistema Vita 3D Classical (A0, A1 Vita Classical) no hay nada que exponer en el núcleo blanco. En el caso de valores de luminosidad reducidos y de saturación elevados, pueden surgir problemas. Los sistemas Lava y Vita YZ ofrecen la posibilidad de núcleos de color. El sistema Lava incluye siete colores; el sistema Vita YZ, cinco. Se elige simplemente el color que se ajusta al color dental deseado. Según la experiencia de los autores, con un nú-

# PUESTA AL DÍA CERÁMICA SIN METAL



Fig. 14. Reducción del armazón de óxido de zirconio con el disco Noritake.



Fig. 15. El armazón con material de bonderización del incisivo medio derecho es demasiado opaco. El armazón del incisivo medio izquierdo con masa de relleno insuficiente como material de bonderización muestra una mejor translucidez.

cleo de armazón con adaptación del color se pueden hallar la translucidez y la saturación del diente natural con mucha más facilidad que con el material blanco para armazones de óxido de zirconio.

Una estrategia para dar color a los armazones blancos de óxido de zirconio consiste en desarrollar cerámicas de óxido de zirconio tintadas. Las pruebas internas de la empresa muestran que entre la cerámica de recubrimiento y el armazón de óxido de zirconio sólo se puede conseguir una unión débil si las masas de cerámica dentinal se cuecen a la temperatura corriente. Ambos problemas deberían solucionarse mediante materiales de nuevo desarrollo. En este caso se trataba de liners opacos con gran saturación del color que cubrían el armazón y generaban una «capa de adherencia» para el deflagrado de la cerámica en las cocciones posteriores de la cerámica. Los liners se cuecen a temperaturas tan elevadas que la superficie del óxido de zirconio se humedece eficazmente mediante el proceso de esmalte y así se consiga una unión micromecánica y química. Tras la cocción, el armazón actúa como un armazón metálico recubierto con opáquer. Este efecto reduciría la apariencia estética (fig. 15).

Los autores han encontrado una alternativa mucho más estética para conseguir la capa de adherencia y el color del armazón de la manera deseada. Para ello, se puede recurrir a masas para hombros o masas de relleno fluorescentes y translúcidas. En el sistema VM9 se recubre todo el armazón con una capa fina (aproximadamente 0,1 mm) de Effect Liner. En la cocción, la temperatura escogida es 70° más elevada que la recomendada habitualmente para este material (compárese la fig. 15). El material se funde y humedece la superficie de óxido de zirconio con una fina capa, la cual debería verse como una superficie cerámica con «vidriado leve». Para colores con luminosidad 0 y 1, los autores emplean una mezcla del 50% de Effect Liner 1 y un 50% de Effect Liner 2; para colores con luminosidad 2, se aplica Effect Liner 2; y para colores con luminosidad 3 se usa Effect Liner 3. Importante: esta capa sustituye el material de bonderización Effekt-Bonder. Ahora la funda ya está lista para la formación de márgenes y la estratificación de la cerámica.

## *Adherentes y colorantes*

# PUESTA AL DÍA CERÁMICA SIN METAL

El Dr. Giordano descubrió hace poco en un estudio no publicado todavía que la resistencia a la cizalla de la cerámica de recubrimiento VM9 en núcleos para armazones del tipo Lava puede mejorar la capa de dentina Wash cocida a unos 950 °C. Este procedimiento ofrece igualmente un buen sustituto para el material de adherencia VM9 si VITA YZ se emplea como material para el armazón. Sin embargo, cabe observar que la adherencia de los materiales de cerámica de recubrimiento parece variar en función del material de óxido de zirconio y de la primera de recubrimiento deflagrada.

## Proceso de estratificación de esqueletos y VM9

Según la experiencia de los autores, la diferencia entre VM9 y otros materiales más antiguos es tan grande que la técnica de estratificación debe modificarse ligeramente para conseguir unos resultados estéticos óptimos. Hace algunos años se describió una técnica simplificada de estratificación de cerámicas para el material Alpha (Vita). Se trata del llamado «proceso de estratificación de esqueletos»<sup>7</sup>. Este proceso se alteró ligeramente para VM9. El proceso de estratificación de armazones se compuso de numerosas técnicas existentes y se divide en pasos sencillos y fácilmente corregibles. La denominación debe proporcionar la imagen de una reconstrucción que se estructura capa por capa a partir de un esqueleto interno. Las distintas capas se cuecen por separado y entonces se reviste todo el recubrimiento con masa de corte (Enamel Skin) y se cuece. La forma y el color pueden controlarse al máximo.

## Masas para hombros

Los armazones de óxido de zirconio son un poco más opacos que la dentina. Por tanto, deben formarse de modo que quede espacio para una masa para hombros más translúcida. Es un error pensar que posee la misma translucidez que la dentina. Llama la atención una región marginal apenas visible si la masa para hombros no se corresponde exactamente con la estructura dental adyacente en saturación y tono de color. Realmente es ideal cuando es un poco más translúcida que la estructura adyacente. De este modo, puede absorber un poco del color dental (efecto camaleón o lentes de contacto) y se integra mejor. Al igual que en armazones metálicos o en núcleos cerámicos más opacos, en este caso también es indispensable un borde cerámico de apariencia estética. La ventaja en comparación con las construcciones metalocerámicas radica en que el armazón sólo precisa acortarse un poco para que pueda entrar suficiente luz y así conferir a la encía una apariencia natural (fig. 16). Los armazones de óxido de zirconio pueden concebirse en el ordenador con un armazón reducido. El armazón sólo necesita acortarse facialmente unos 0,5-0,7 mm. Los autores utilizan con el sistema VM9 las masas cerámicas del tipo Effect Liner y para el borde cerámico emplean una técnica de elevación directa. En el caso de dientes más claros, se ofrece una relación de mezcla del 30% de Effect Liner 1 y el 70% de Effect Liner 2 (figs. 17 y 18).

El material posee una fluorescencia similar a la dentina natural. Esto es importante sobre todo en la región marginal y en la zona gingival. En otras regiones de la corona, este efecto no desempeña un papel importante. La fluorescencia refuerza la luz percibida como reflejo de los dientes naturales en un 3% aproximadamente. Así, este efecto se hace notar mínimamente en los tercios medio e incisal de la corona. En cambio, en la región gingival las masas fluorescentes, al igual que las fibras de vidrio, pueden actuar como soporte luminoso. La luz tomada de la región marginal hace más visible la encía marginal y confiere una apariencia natural a la prótesis y al tejido blando de esta región.

# PUESTA AL DÍA CERÁMICA SIN METAL



Fig. 16. Armazón reducido para la formación estética de los bordes.



Fig. 17. Aplicación de la masa para hom-bros.



Fig. 18. Extremo cerámico tras la cocción.

En este caso se trata de materiales que sustituyen las masas dentinales o dentinas opacas tradicionales de otros sistemas. En relación con la saturación del color y la opacidad, se encuentran entre las masas dentinales opacas convencionales y las estándar. Allá donde sea necesaria una saturación del color pero no haya mucho espacio disponible para la capa de dentina pueden emplearse masas dentinales de base también sin masas dentinales. Lo mismo se aplica a las técnicas simples de estratificación policromática. Si se precisa una saturación más intensa del color, BASE DENTINE se completa con modificadores del tipo Effect Chroma. Éstos se escogen en base al análisis del color y en función de si el color resulta más amarillo o más rojo que el color elegido. Normalmente es necesario el 10-20% del modificador como máximo. Las masas dentinales de base del color deseado se estructuran de modo que su apariencia sea lo más similar posible a la dentina que deben sustituir. El grosor debería ascender a unos 0,4 mm como norma general, de modo que queden todavía 0,2-0,3 mm para las masas dentinales normales. Si la oferta de espacio para ambas es inferior a 0,6 mm, sólo debería aplicarse BASE DENTINE y, dado el caso, completarse con Effect Chroma.

Para que la estructura parezca lo más real posible, incluso si se aspira a la apariencia de un diente blanqueado artificialmente, deben incorporarse contrastes sutiles de color (es decir, zonas cromáticas) en el diente durante la estratificación de la dentina de base y de las masas dentinales. Hay que diferenciar entre tres zonas de contraste. Como regla general, el color de base se aplica en el tercio medio de la corona, mientras que en el tercio gingival se emplea una saturación algo mayor y una luminosidad menor y en el tercio incisal se reducen ligeramente tanto la saturación como la luminosidad (fig. 19). Esta capa debería formarse con cierto sobredimensionamiento antes de la cocción (fig. 20). Las zonas ligeramente sobrecontorneadas pueden reducirse sin problema con una fresa para cerámica después de la cocción.

Las masas dentinales para el sistema VM9 poseen más translucidez que las masas dentinales tradicionales y fueron concebidas para las técnicas de varias capas que se enseñan hoy en día. El material no debería utilizarse sin la masa dentinal de base, ya que el armazón nuclear resplandecería mucho debido a la notable translucidez. Para las técnicas simples de estratificación policromática no se requieren masas dentinales. En este caso, basta la masa dentina de base. Los resultados policromáticos más naturales se consiguen al cubrir la capa de dentina de base cocida con masas dentinales del mismo color o con el mismo esquema de contraste. El grosor correcto suele ser de unos 0,2-

## *Masas dentinales de base*

## *Masas dentinales o masas dentinas*

# PUESTA AL DÍA CERÁMICA SIN METAL



Fig. 19. Masas dentinas de base estratificadas y contrastes de zonas.



Fig. 20. Masas dentinas de base tras la cocción.



Figs. 21a y 21b. Estratificación y cocción de las masas dentinas.



Figs. 22a y 22b. Colocación y cocción del marco de los bordes incisales.



0,3 mm, si bien la capa de dentina de base debe presentar un grosor de 0,4 mm. Así mismo, las masas dentinales deben formarse con cierto sobredimensionamiento, lo que puede corregirse sin problema tras la cocción (figs. 21a y 21b).

## Bastidor del borde incisal

En las estructuras del esmalte se crea primeramente la mitad lingual del borde incisal. Esta región podría también denominarse «bastidor del borde incisal». La estructura in-

# PUESTA AL DÍA CERÁMICA SIN METAL



Fig. 23. Estratificación de los efectos internos de los mamelones con fluido de vidriado de viscosidad media.



Fig. 24. Cocción al vacío a 875° para fijar los efectos internos.

terna (es decir, el «esqueleto») de masas dentinales de base y masas dentinales ya se ha cocido en este momento. La posición y el tamaño de las masas de esmalte pueden controlarse con gran facilidad. Para colores dentales claros, la pared lingual del borde incisal se forma con Effect Enamel Light y con Effect Enamel 9 en una relación de mezcla de 1:1. Para colores dentales a partir de una luminosidad 3 (A3 según el sistema de colores antiguo) se mezclan Enamel Dark y Window (transparente) también en una relación 1:1. A continuación se cuece. La contracción derivada de la cocción es mínima debido al escaso volumen de la cerámica, de modo que la posición del borde incisal se puede regular de forma óptima. Las formas ligeramente sobredimensionadas pueden corregirse después de la cocción. Las formas subdimensionadas pueden corregirse también aplicando cerámica adicional y repitiendo el proceso de cocción antes de aplicar la siguiente capa (figs. 22a y 22b).

Los mamelones son efectos que deben producirse en los bordes de canto para que el diente tenga una apariencia natural. Con este objeto se desarrollaron las propias «masas para mamelones». Se trata de masas cerámicas especiales con una elevada saturación del color. El sistema reseñado incluye tres masas para mamelones. Según la experiencia de los autores, MM1 y MM3 en una relación de mezcla de 1:1 son compatibles con la mayoría de los colores dentales sin proporcionar un efecto mamelón exagerado. Los mamelones se recubren con un líquido de tipo colorante sobre las masas dentinales cocidas (fig. 23). La capa es fina y luego los mamelones se estiran en forma de pluma con un pincel. Análogamente se consiguen otros efectos. A continuación, tiene lugar una cocción al vacío a 875 °C para fijar los efectos en la superficie. Esta temperatura relativamente baja protege la microestructura interna de las masas dentinales y de esmalte. La desvitrificación potencial a causa de varias cocciones se minimiza. Las masas Effect aplicadas se sinterizan parcialmente en esta cocción y adquieren una apariencia gredosa (fig. 24). Mediante la humectación con líquido similar a la glicerina se modifica el índice de refracción, de modo que pueden examinarse los efectos de cocción. Este paso de trabajo puede repetirse con frecuencia hasta conseguir el efecto deseado. Si

## Efectos internos

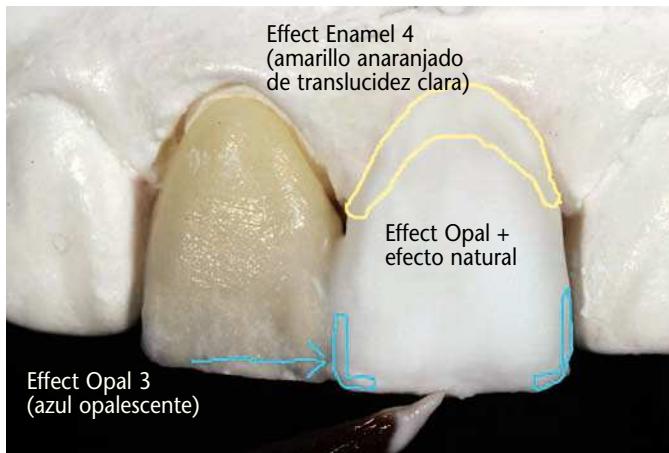


Fig. 25. Estratificación del recubrimiento de masa de corte principalmente con Effect Enamel 1 y Effect Enamel 4 en el tercio gingival de la corona.



Fig. 26. Recubrimiento.

resultan exagerados, pueden eliminarse sin problema antes de aplicar la siguiente capa. En una construcción totalmente contorneada, los efectos podrían apreciarse sólo después del sinterizado completo. Si los efectos no son los deseados, es posible que se tenga que volver a extraer la corona por completo.

#### *Capa de masa de corte (Enamel Skin)*

A continuación se aplica la capa de esmalte translúcida. Hablamos de la «capa de la piel». El sistema VM9 incluye once masas translúcidas designadas como Effect Enamel. Además, existen tres masas de corte nacaradas con las que se puede restituir el efecto de un diente blanqueado. Según la experiencia de los autores, estas masas nacaradas (Effect Pearls) son demasiado claras para aplicarse en estado puro. Si son necesarias para crear una zona reflectante clara, deberían mezclarse al 50% con Effect Neutral. Se han previsto tres masas cerámicas translúcidas y muy opalescentes para casos que requieren un efecto blanco o azul opalescente. Para regiones claras se mezcla Effect Opal 1 con Effect Neutral 1 al 50% y la superficie facial se cubre en su mayor parte. Esto genera una apariencia clara creíble (fig. 25). Effect Opal 3 (azul opalescente) se ve bien en los vértices de los bordes incisales mesiales y distales. En el tercio gingival de la corona se puede conseguir un calor discreto con el amarillo anaranjado claro de Effect Enamel 4 aplicado con un grosor de 0,2 mm aproximadamente (fig. 25).

Con el control exacto de las capas internas («esqueleto») se puede controlar muy bien la masa de corte translúcida («piel»). Llegados a este punto, es mejor una formación sobredimensionada que permita un contorneado sencillo tras la cocción que tener que aplicar masas translúcidas una segunda vez para el contorneado final. El efecto halógeno deseado en caso necesario en el borde incisal puede conseguirse aplicando una pequeña partícula de masa dentina y de corte en la capa translúcida facial del borde incisal. Así mismo, pueden hacerse correcciones de forma con la aplicación discreta de masas translúcidas. Para finalizar la estratificación de la cerámica se lleva a cabo una nueva cocción (fig. 26). Si el contorno no es suficiente después de esta cocción de la «piel», se le da el volumen necesario y se efectúa una cocción complementaria de corrección.

# PUESTA AL DÍA CERÁMICA SIN METAL



Fig. 27a. Estado preoperatorio de dos coronas de cerámica sin metal. En el incisivo medio derecho se encuentra una zona de coloración oscura.



Fig. 27b. Coronas definitivas del armazón de óxido de zirconio y recubrimiento. La coloración del incisivo medio derecho pudo enmascararse con eficacia sin generar una apariencia opaca.

Los contornos y la textura superficial se refinan o retocan con diamantes y piedras según sea necesario. Sobre el paso de trabajo del contorneado y vidriado o glaseado no podemos extendernos demasiado en este artículo. En cualquier caso, hay que tener en cuenta que los dientes naturales siempre poseen una textura superficial, incluso en la edad avanzada. Sólo pueden tener una apariencia natural las prótesis debidamente contorneadas y texturizadas. La figura 27 muestra el caso descrito en el presente artículo antes y después del tratamiento restaurador con la cerámica de recubrimiento VM9.

## *Contorneado y vidriado*

Las coronas y puentes de óxido de zirconio elaborados por CAD/CAM constituyen hoy en día una auténtica alternativa para las prótesis convencionales de cerámica con metal, ya que las propiedades físicas son mucho mejores que las de los materiales antiguos de este tipo. No obstante, cabe destacar que aún no hay datos clínicos a largo plazo sobre el óxido de zirconio como sustituto de las prótesis metalocerámicas (sobre todo en puentes). Además, hay que pensar en la productividad de los materiales no sólo desde el punto de vista de las propiedades físicas mejoradas sino también desde muchos otros aspectos clínicos y relativos a la técnica de procesamiento.

## *Discusión*

En el presente artículo se ha hablado de una cerámica de recubrimiento que ofrece una resistencia a la flexión mayor y un comportamiento abrasivo menor que las generaciones anteriores de materiales de cerámica de recubrimiento, según las pruebas existentes. Estas propiedades también podrían estar directamente relacionadas con la fina microestructura. En otras palabras: estos materiales más novedosos poseen superficies más lisas en el plano microscópico. En su comportamiento abrasivo, estos materiales de grano fino representan el esmalte dental natural. En última instancia, esto se exige precisamente a todo material protésico.

Se habló de los procesos de estratificación del esqueleto y de su aplicación en materiales de cerámica de recubrimiento del tipo VM9 sobre armazones de óxido de zirconio. Esta técnica puede parecer bastante larga, pero el tiempo necesario para la estratifica-

# PUESTA AL DÍA CERÁMICA SIN METAL

ción de la cerámica no supera el de otras técnicas. La única diferencia radica en los tiempos de cocción. Si el ceramista se dedica a otras cosas durante los procesos de cocción, realmente no se pierde tiempo. La mayor ventaja de esta técnica es que ofrece un control absoluto de cada paso de trabajo durante la estratificación de la cerámica. Toda capa cocida puede examinarse y, en caso necesario, corregirse antes del siguiente paso. Así mismo, esta técnica es especialmente apta para fines didácticos.

## Bibliografía

1. Blatz MB. Long-term clinical success of all-ceramic posterior restorations. *Quintessence Dent Technol* 2001;24:41-55.
2. Cales B, Stefani Y. Yttria-stabilized zirconia for improved orthopedic prostheses. In: Wise DL (ed). *Encyclopedic Handbook of Biomaterials and Bioengineering*. New York: Marcel Dekker, 1995:415-452.
3. Christel P, Meunier A, Heller M, Torre JP, Peille CN. Mechanical properties and short-term in vivo evaluation of yttrium-oxide-partial-stabilized zirconia. *J Biomed Mater Res* 1989;23:45-61.
4. Giordano RA. Dental ceramic restorative systems. *Compend Contin Educ dent* 1996;17:779-794.
5. al-Hiyasat AS, Saunders WP, Sharkey SW, Smith GM, Gilmour WH. The abrasive effect of glazed, unglazed, and polished porcelain on the wear of human enamel, and the influence of carbonated soft drinks on the rate of wear. *Int J Prosthodont* 1997;10:269-282.
6. Lin CP, Douglas WH, Erlandsen SL. Scanning electron microscopy of type I collagen at the dentin-enamel junction of human teeth. *J Histochem Cytochem* 1993;41:381-388.
7. McLaren EA. The skeleton buildup technique: A systematic approach to the three-dimensional control of shade and shape. *Pract Periodontics Aesthet Dent* 1998;10:587-597.
8. McLaren EA. All-ceramic alternatives to conventional metal-ceramic restorations. *Compend Contin Educ Dent* 1998;19:307-325.
9. McLaren EA, Giordano RA, Pober R, Abozenada B. Material testing and layering technique of a new two-phase all glass veneering porcelain. *Quintessence Dent Technol* 2003;26:69-81.
10. Oh WS, Delong R, Anusavice KJ. Factors affecting enamel and ceramic wear. A literature review. *J Prosthet Dent* 2002;87:451-459.
11. Sailer I, Lüthi H, Fehler A, et al. 3-year clinical results of zirconia-fixed partial dentures made by direct ceramic machining (DCM) [abstract 74]. *J Dent Res* 2003;82:B-21.
12. Sorensen JA, Pham MK. Effect of under-sintering veneering porcelain on in vitro enamel wear [abstract 179]. *J Dent Res* 2001;80:58.
13. Swain MV. Toughening mechanisms for ceramics. *Mater Sci Forum* 1989;13:237-253.
14. Warashina H, Sakano S, Kitamura S et al. Biological reaction to alumina, zirconia, titanium and polyethylene particles implanted onto murine calvaria. *Biomaterials* 2003;24:3655-3661.

## Correspondencia

Edward A. McLaren, DDS, Assistenzprofessor und Direktor des UCLA Center for Esthetic Dentistry an der UCLA School of Dentistry sowie niedergelassener Facharzt für Prothetik und ästhetische Zahnheilkunde in Los Angeles, Room 33-021 CHS, PO Box 951668, Los Angeles, CA 90095-1668, EE.UU.

Russell A. Giordano II, DMD, DMedSc, Associate Professor and Director of Biomaterials, Boston University, Goldman School of Dental Medicine, Boston, EE.UU.