



REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

ADOPCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE NUEVAS TECNOLOGÍAS EN LA ODONTOLOGÍA RESTAURADORA LATINOAMERICANA. ADOPTION AND IMPLEMENTATION OF NEW TECHNOLOGIES IN LATIN AMERICAN RESTORATIVE DENTISTRY.

Calatrava, L.¹

1. Profesor Titular Jubilado de la UCV. Master of Science University of Michigan Doctor en Odontología UCV.

Volumen 11.
Número 1.
Enero - Abril 2022

Recibido: 25 octubre 2021
Aceptado: 8 noviembre 2021

RESUMEN

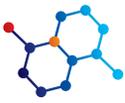
La evolución y difusión exponencial de las tecnologías digitales permitió el desarrollo de materiales especiales para su uso en sistemas CAD / CAM. Esta técnica tiene ventajas que incluyen impresiones y modelos digitales. Sin embargo, su implementación todavía se considera costosa y requiere personal altamente capacitado. La tendencia para la mayoría de los profesionales será el uso de una cámara escáner conectada a una computadora con el software apropiado y la capacidad de enviar la imagen al laboratorio. La nueva generación de materiales estéticos con vocación digital para restauraciones indirectas es más “sofisticada” que los utilizados en técnicas analógicas. Por lo general, están disponibles en forma parcialmente cristalizada para tallarlos, someterlos a un tratamiento térmico y alcanzar la cristalización final según lo indicado por los fabricantes. Exhiben altos valores de resistencia a la fractura y la flexión, lo que los convierte en materiales adecuados para restauraciones posteriores. Recientemente han aparecido materiales que combinan flexibilidad, menos rigidez y mayor suavidad con valores satisfactorios de resistencia a la flexión y a la fractura, denominados genéricamente como red de cerámica infiltrada con polímeros (PICN, siglas en inglés). Estas características hace que estos materiales híbridos sean opción posible. Además son atractivos tanto para el paciente como para el odontólogo, por el menor tiempo de tratamiento.

Palabras clave: CAD / CAM; biocompatibilidad; cerámica dental; propiedades mecánicas; cerámicas infiltradas con resinas.

ABSTRACT

The evolution and exponential diffusion of digital technologies allowed the development of special materials for use in CAD / CAM systems. This technique has advantages that include prints and digital models. However, the implementation is still considered expensive and requires highly trained personnel. The trend for most professionals will be the use of a scanner camera connected to a computer with the appropriate software and the ability to send the image to the laboratory. The new generation of aesthetic materials with a digital vocation for indirect restorations is more “sophisticated” than those used in analog techniques. They are usually available in partially crystallized form to be carved, then subjected to heat treatment, reaching final crystallization as directed by the manufacturers. They exhibit high values of resistance to fracture and bending, which makes them suitable materials for posterior restorations. Recently, materials have appeared that combine flexibility, less rigidity and greater softness with satisfactory values of resistance to bending and fracture, generically known as polymer infiltrated ceramic network (PICN, acronym in English). These characteristics make these hybrid materials possible option. They are also attractive for both the patient and the dentist, due to the shorter treatment time.

Keywords: CAD / CAM; biocompatibility; dental ceramics; mechanical properties; ceramics infiltrated with resins.



INTRODUCCIÓN

Durante la última década, está claro que los profesionales requieren conocimientos, actitudes y habilidades más allá del alcance de las ciencias básicas y clínicas tradicionales, para estar preparados para el ejercicio profesional en un sistema de atención actual y futuro diferente.¹

Hoy, vemos una serie de innovaciones importantes para el futuro de la odontología; muchos de esos cambios son potencialmente más disruptivos para los modelos de atención tradicionales porque reflejan un entorno de atención más amplio y que afectarán dónde y cómo se brinda. Los odontólogos deben conocer estos cambios y estar preparados para ellos, y los niveles más altos ahora evolucionando. Por lo anterior existe la necesidad de medir el desarrollo en diversos entornos, entre diversas muestras de población y para una variedad de tipos de innovaciones, ya que la cultura, el liderazgo, el poder económico y la comunicación, son de importancia potencial para la adopción de estas innovaciones.

A la luz de estos desafíos y teniendo en cuenta limitaciones, el objetivo del presente documento es, centrarnos específicamente a familiarizarnos con los avances tecnológicos y nuevos materiales, al proporcionar una herramienta útil y criterios para evaluar las nuevas invenciones.

MATERIALES Y MÉTODO

Se realizó una búsqueda electrónica de la literatura en idioma inglés publicada entre 2010 y 2021 en las bases de datos de Pub-Med y Google Scholar. Se utilizó una combinación de palabras de texto libre: CAD / CAM, cerámica, resinas compuestas, material dental, biocompatibilidad y tecnología digital. Se esbozó un grupo de artículos para mayor verificación con respecto a su contribución al tema. El autor se centró en artículos relacionados con materiales CAD / CAM, cerámica infiltrada con polímeros y cerámicas, junto con su caracterización mecánica, uso, y evaluación clínica. Posteriormente, se seleccionó la lista de referencias y se acotó en el alcance de la relevancia en el campo de los materiales CAD / CAM utilizados en odontología.

INNOVACIONES EN TECNOLOGÍA DIGITAL

Los sistemas de tecnología digital en odontología han ganado impulso como resultado de las innovaciones que conducen a capacidades restauradoras ampliadas, que integran los flujos de trabajo, así como a las nuevas aplicaciones clínicas de diagnóstico en ortodoncia e implantes, La primera incrustación realizada con CAD / CAM1 en el consultorio se realizó en 1985 utilizando un bloque cerámico compuesto por cerámica feldespática de grano fino (Vita Mark I, Vita Zahnfabrik). Desde los años 80 se han desarrollado diferentes sistemas, como el conocido CEREC. Los sistemas han evolucionado a través de una serie de software y hardware.²

CAD / CAM significa diseño asistido por computadora y fabricación asistida por computadora; este concepto se aplica en diferentes ramas de la ingeniería, la ciencia o incluso el arte como un

método rápido de creación de prototipos para acelerar el proceso de diseño y suavizar su transición, a la fabricación. Con esta tecnología, es posible escanear la cavidad bucal de un paciente, diseñar y crear una restauración y finalmente unirlos en la boca en el transcurso de un día. En la actualidad existen sistemas en el consultorio o sistemas que se subcontratan para digitalizar un modelo para el diseño y aún la fabricación. Estos sistemas han evolucionado considerablemente, cada vez más precisos, y eficientes a medida que las técnicas han evolucionado en los últimos 25 años.

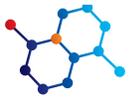
Esta tecnología digital se basa generalmente en sistemas que siguen el mismo flujo de trabajo básico para fabricar una restauración en odontología. Comienza con un escáner o cámara para registrar la geometría intraoral en un programa de computadora; posteriormente se utiliza un software de diseño para configurar la forma y los contornos deseados de la restauración; luego en última instancia, los datos de diseño se transmiten a una cámara de fresado para la fabricación del resultado final. Aunque el flujo de trabajo es sencillo, la confusión comienza cuando se comparan los distintos sistemas del mercado.³

La aplicación clínica inicial para estos sistemas de impresión digital y los sistemas CAD / CAM en el consultorio fue la fabricación de restauraciones para dientes en un cuadrante, onlays, coronas y carillas.. A medida que los sistemas evolucionaron, se hicieron disponibles muchas más aplicaciones clínicas. Su curva de aprendizaje se ha hecho un poco más complicada, ya que el software no solo tiene las funciones de impresión digital, sino que también tiene funciones de diseño de la restauración. Cabe destacar que se han comparado modelos y / o restauraciones producidas por diferentes sistemas, y existe evidencia significativa de que los sistemas digitales en general son al menos comparables, si no más precisos, que las impresiones convencionales y los modelos de yeso.^{4, 5}

Más aun en el método de impresión digital, la posibilidad de un problema debido a la insuficiencia de los detalles de la impresión es menor que en el método convencional; incluso si hay lugares no escaneados en la impresión digital, solo las áreas faltantes se pueden escanear sin hacer una reimpresión. La cámara intraoral tiene menos efecto sobre el reflejo nauseoso que la cubeta de impresión y también es más fácil almacenar estas impresiones.⁶

Las funciones y capacidades del fabricante, el hardware, el software y el sistema son elementos comunes que deben tenerse en cuenta al investigar los sistemas digitales. Sin embargo, es el resultado del proceso lo que determina el resultado clínico del tratamiento, y es el aspecto más importante de cualquier discusión sobre el sistema digital.

Sin duda esta tecnología innovadora ha ganado popularidad entre algunos consultorios dentales y sus pacientes. Sin embargo, es costosa, por lo tanto no está disponible para todos. Si el consultorio no realiza un gran volumen de restauraciones, la inversión en el sistema CAD / CAM no será rentable. Es importante destacar que la mayoría de las consultas dentales que ofrecen restauraciones realizadas con CAD / CAM se encuentran en áreas de ingresos altos, como Europa Occidental y los Estados Unidos de América y Canadá.



Los sistemas CAD / CAM seguirán evolucionando para la odontología y debemos determinar el nivel de participación con los métodos digitales, así como el momento para incorporarlos en el flujo de trabajos clínicos diarios en Latinoamérica.

MATERIALES USADOS EN LOS SISTEMAS DIGITALES

El tratamiento restaurador (onlay, coronas, prótesis fijas) involucra el uso de diferentes materiales para reemplazar la estructura del diente faltante. Tradicionalmente se han utilizado estructuras totalmente metálicas o metálicas revestidas con cerámica (metal-cerámica). En los últimos años, han aparecido sistemas diferentes sin metales, que deberían permitir reproducir mejor el color natural del diente, evitando las deficiencias de las restauraciones tradicionales. Sin embargo, el rendimiento clínico comparativo de estos tratamientos aun no es totalmente claro, por lo mismo de ser nuevas opciones.

La investigación y la producción de materiales adecuados para el procesamiento CAD / CAM es uno de los campos de más rápido crecimiento y cambio en los materiales dentales.⁷

Hoy en día, los fabricantes proponen más de 20 bloques para uso en el consultorio. Están disponibles en diferentes tamaños, tonos y translucidez, y pueden requerir un tratamiento posterior al fresado, que sería diferente según el tipo de material. Por lo tanto, los clínicos pueden encontrar problemas para elegir el material adecuado para la situación clínica, entre esta amplia gama de material y la comunicación comercial relacionada.⁸

Esta evolución y difusión exponencial de las tecnologías digitales ha permitido el desarrollo de materiales especiales para su uso en estos sistemas. Los equipos con vocación digital son más "sofisticados" que los utilizados en técnicas analógicas. Por lo general, están disponibles en forma parcialmente cristalizada para ser tallados, luego de eso deben someterse a un tratamiento térmico para alcanzar la cristalización final a una temperatura bien definida durante un tiempo exacto, según lo indicado por los fabricantes. La cristalización es un paso importante realizado en el laboratorio por el técnico dental en un horno. Los usos clínicos de estas cerámicas han tenido un éxito clínico variable. Ahora los odontólogos y técnicos tienen a su disposición múltiples opciones para la fabricación de restauraciones estéticas.

Además el reciente cambio de paradigma en restauraciones indirectas, de enfoques de tratamiento tradicionales a mínimamente invasivos, se evidencia en el éxito clínico a largo plazo de las restauraciones de cerámica de vidrio CAD / CAM adheridas. Hoy en día, las indicadas para inlays, onlays y coronas posteriores, se fabrican predominantemente de vitrocerámica en aplicación monolítica.⁹

Una revisión sistemática reciente concluyó que la tasa de supervivencia total estimada de las restauraciones cerámicas de un solo diente fabricadas con tecnología CAD / CAM después de 5 años fue del 89,7% (IC del 95%: 88,1% a 91,1%). similar a las fabricadas convencionalmente.¹⁰

Por lo anterior, los desarrollos actuales y las posibilidades de la tecnología CAD / CAM, emocionantes y transformadores de la odontología restauradora, necesitan garantizar que se justifiquen las pruebas y la evaluación adecuada de los diversos materiales antes de hacer afirmaciones definitivas y tomar decisiones para reemplazar los materiales preparados convencionalmente, de allí que es importante disponer de pruebas clínicas basadas en investigaciones adecuadas, que confirmen el éxito y la durabilidad de estos materiales antes de recomendarlos en la atención al paciente.^{11,12}

ZIRCONIA, DISILICATO DE LITIO O ZIRCONIA-LITIO-SILICATO

Para obtener las propiedades requeridas de las restauraciones, como alta estética, biocompatibilidad, durabilidad y funcionalidad, se utiliza una amplia gama de materiales en constante evolución y dotados de una estructura innovadora en micro-nano-escalas; estas características estructurales pertenecen a materiales como Zirconia, disilicato de litio o Zirconia-Litio-silicato.

Las estructuras a base de **zirconia** son de dos tipos principales: bicapa, en la que un núcleo de zirconia fuerte se recubre con porcelana; o capa única, donde toda la prótesis consiste en circonio en forma monolítica. Las estructuras tradicionales de revestimiento / núcleo (bicapa) son susceptibles de fallar debido al astillado del recubrimiento de porcelana estético pero débil, por la presencia de tensiones térmicas residuales. Las monolíticas evitan estos problemas, al menos en su forma básica 3Y-TZP, pero carecen de translucidez. La búsqueda de circonias monolíticas cada vez más estéticas sin comprometer la durabilidad, se ha convertido en una fuerza impulsora para el desarrollo de materiales en la comunidad de investigación dental.

Sin embargo, las capas de cerámica sobre la circonia aumentan el grosor de la restauración, lo que significa que es necesario eliminar más estructura dental subyacente; de ahí el reciente impulso hacia las restauraciones monolíticas, con esfuerzos enfocados en contrarrestar la durabilidad y los requisitos estéticos, así como mayor simplicidad en la fabricación y menores demandas de espesor del material.¹³

Un enfoque para lograr una zirconia más estética sin comprometer las propiedades mecánicas implica infiltrar la superficie exterior con un vidrio feldespático, para producir una sección transversal con una composición graduada. La infiltración de vidrio adecuada reduce el módulo elástico en las superficies de restauración, más cerca de los valores de las vitrocerámicas, con la consiguiente disminución de los esfuerzos de tracción en las interfaces de cementación donde se inicia el agrietamiento radial inducido por flexión.¹⁴

El **disilicato de litio** posee translucidez superior, atribuible a su alto contenido de vidrio, con una estética a la altura del esmalte natural. Estas vitrocerámicas también tienen un módulo elástico más bajo, lo que proporciona una mejor adaptación al soporte dental subyacente. Las versiones originales consisten en cristallitos de disilicato de litio (LS2) incrustados en una matriz de vidrio Li₂O. Los datos clínicos a largo plazo apoyan el uso de vitroce-



rámicas LS2 como restauraciones únicas en las regiones anterior y posterior de la boca, aunque no se recomiendan restauraciones de unidades múltiples en posteriores. Otra vitrocerámica a base de litio contiene una fase cristalina de silicato de litio (LS) termodinámicamente estable, con pocos cambios en las propiedades mecánicas.

Los cristales de disilicato de litio de grano fino alargado, densamente distribuido, orientados aleatoriamente, de 1,5 μm de longitud, dispersos con irregularidades superficiales, se hacen visibles después de disolver la matriz vítrea al grabar la superficie con ácido fluorhídrico, paso importante al momento del cementado.

IPS e.max Ceram (disilicato de litio) es una cerámica de estratificación de nano-fluorapatita en forma de polvo/líquido, que se utiliza para la producción de carillas o como material de recubrimiento para cerámicas de vidrio u óxido, mientras que **IPS e.max ZirPress** son lingotes para técnica de inyección adecuados para la producción de carillas y recubrimiento de subestructuras mediante la técnica de inyección de zirconio.

La resistencia a la flexión de IPS e.max Ceram es significativamente menor que la de IPS e.max ZirPress debido a los poros presentes en el material, resultado de la incorporación de burbujas de aire durante la mezcla del polvo cerámico con el líquido de mezcla. Por el alto contenido de sílice, 60% en peso y de alúmina de ~ 12% en peso, su resistencia a la flexión es menor (solo 90-110 MPa) en comparación con otros materiales totalmente cerámicos, lo que significa que no se pueden usar para la producción de la subestructura de las restauraciones.

Una variante reciente **Zirconia-Litio-silicato**, contiene más metasilicato de litio que cristallitos LS2. En esta generación, el vidrio base incluye un 10% en peso de ZrO_2 , aparentemente como agente reforzante. Sin embargo, dado que la fase de zirconia no está presente en forma de partículas reforzadoras de la dispersión, sino más bien subsumida en la matriz vítrea, el material bifásico de metasilicato de litio / LS2, nuevamente no presenta una ganancia significativa de tenacidad.

La composición específica de estos materiales tiene un efecto positivo sobre las propiedades ópticas del material; en consecuencia, se consigue el aspecto estético (opalescencia natural, fluorescencia y efecto camaleónico pronunciado). Los cristallitos de silicato de litio en **Celtra** con un tamaño de 0.5-0.7 μm corresponden al rango de longitud de onda de la luz natural, imitando así el comportamiento de opalescencia del esmalte dental, y junto con el alto contenido de vidrio son responsables de la fluorescencia de la restauración.¹⁵

También los valores de tenacidad a la fractura, resistencia a la flexión, módulo elástico y dureza de **Vita Suprinity** son significativamente más altos en comparación con el disilicato de litio.¹⁶ Y, la adición de zirconia aumenta su resistencia. Sin embargo, la posibilidad de una fractura catastrófica frágil y el desgaste excesivo de los dientes naturales opuestos se consideran las deficiencias predominantes.

DESARROLLO EN LA CONSULTA CLÍNICA

Es fundamental ver el desarrollo de estos materiales en el contexto de la práctica clínica. Las cerámicas de **zirconia** son resistentes, pero no son fáciles de trabajar. Son difíciles de ajustar, reparar o reemplazar, especialmente cuando están adheridos a la estructura del diente. Debido a que son más fuertes, las prótesis de zirconia no tienen que ser tan gruesas, lo que requiere una menor remoción del tejido dental de soporte. Sin embargo, para inlays, onlays y carillas mínimamente invasivas, es esencial una buena unión. Las superficies de zirconia no tratadas requieren una preparación previa de la superficie, por ejemplo, utilizar un chorro de arena sobre la superficie interna para producir un agarre mecánico y funcionalización química de la superficie, antes de cualquier cementación de resina.¹³

El desgaste es otro punto a considerar: a pesar de la alta dureza de la zirconia, la abrasión antagonista del esmalte de los dientes opuestos se puede mantener al mínimo al producir superficies altamente suavizadas. En todos estos casos, la degradación in vivo puede minimizarse fabricando zirconias con estructuras homogéneas de grano fino.

El **disilicato de litio** en los últimos años ha ganado la máxima popularidad en la comunidad científica dental, ofreciendo innegables ventajas. Es indiscutible que las soluciones que ofrece el disilicato de litio están ampliando cada vez más el escenario restaurador; gracias a las excelentes propiedades ópticas, la alta resistencia mecánica, la versatilidad restauradora única y las diferentes técnicas de fabricación; es sin duda uno de los materiales dentales más prometedores en el ámbito de la Odontología Digital.¹⁷

De lo anterior podemos decir que las vitrocerámicas tienen propiedades ópticas superiores, la zirconia estabilizada, denominada “acero cerámico” son la de más alta resistencia, alta tenacidad a la fractura y dureza Vickers.

CERÁMICAS INFILTRADAS CON POLÍMEROS Y RESINAS NANOCERÁMICAS

La opción inicial de material de restauración para las restauraciones CAD / CAM en el consultorio se limitaba a los bloques de cerámica. Con el fin de mejorar las propiedades desfavorables de las cerámicas de matriz de vidrio y las resina compuestas, se han desarrollado nuevos materiales de restauración que se denominan cerámicas infiltradas con polímeros y/o resinas nanocerámicas. La amplia gama de estos nuevos materiales híbridos de polímero y cerámica CAD / CAM que se ofrecen en la industria dental para la fabricación de restauraciones dentales, implica la necesidad de estudios basados en la evidencia, que evalúe el comportamiento clínico actual de estos materiales.¹⁸ El proceso de fabricación de esos materiales requiere dos pasos: primero, se produce y acondiciona una red cerámica porosa presinterizada por un agente de acoplamiento; en segundo lugar, esta red es infiltrada con un polímero por acción capilar. Debido a la fina estructura de la cerámica de feldespato y la red de polímero de acrilato, de manera general estos materiales tienen una abrasión similar, alta resistencia a la flexión y elasticidad cercana a la dentina. Mejor resistencia al desgaste en comparación con



las resinas compuestas y buena capacidad de unión adhesiva a través de su microestructura. Las restauraciones pueden ser delgadas y no presentan fracturas, ya que la interpenetración de las fases evita la propagación de fisuras.⁸

La fracción de carga inorgánica complementada con los monómeros incluye partículas de carga con varios tamaños, contenidos y composiciones. A juzgar por la literatura, así como por la información técnica emitida por los fabricantes individualmente, los rellenos pueden fabricarse a partir de cerámica de vidrio o partículas de alúmina, sílice, cuarzo y fluoruro de itrio, circonia / sílice, vidrio de estroncio, vidrio de fluoruro de aluminio y bario o sílice. En muchos casos, los fabricantes no proporcionan ninguna información sobre el tipo de relleno. Las partículas de relleno están recubiertas con silanos para asegurar la unión química entre los compuestos orgánicos e inorgánicos.¹⁹

Debido a la falta de colores degradados, son más apropiados para las reconstrucciones posteriores, y su resultado estético se obtiene mediante el maquillaje. Su tallado es fácil en la máquina CAM, con un buen nivel de precisión. Además, su estructura permite un bajo desgaste de las fresas de la unidad de fresado. No se requiere tratamiento térmico posterior y se puede lograr un maquillaje simple antes del cementado.

Dado que se han desarrollado recientemente, aún se están estudiando sus indicaciones y aplicabilidad clínica. Además se ha observado la existencia de una gran variedad y heterogeneidad de materiales híbridos poliméricos y cerámicos y sus indicaciones, sin embargo algunos estudios mantiene que tienen ventajas en términos de resistencia a la fractura, alta resiliencia y propiedades de absorción de impactos, eficiencia de fresado, facilidad de pulido y precisión -sin astillado marginal.^{20, 21, 12}

Un trabajo sobre las propiedades mecánicas de la red cerámica infiltrada con polímero (PICN) ("polymer-infiltrated ceramic-network" en inglés) concluyó que son equivalentes a las propiedades de las resinas nanocerámicas, inferiores a la vitrocerámica de disilicato de litio y superiores a la porcelana feldespática. Sin embargo, los hallazgos sugieren que es un material altamente resistente a la degradación, ante cargas bajas (cerca de la situación fisiológica) cuando se cementan sobre un sustrato.²²

Sin embargo, con todo este entusiasmo, que se desprende de estas estimaciones, es de vital importancia garantizar que las pruebas y la evaluación adecuadas de los diversos materiales estén garantizados antes de hacer afirmaciones definitivas y decisiones para reemplazar convencionalmente con estos materiales.

ALGUNAS OPCIONES EN EL MERCADO ODONTOLÓGICO

La introducción del diseño asistido por computadora ha permitido una producción más rápida de restauraciones dentales con mayor resistencia mecánica en comparación con las restauraciones de porcelana feldespática, hechas a mano. El flujo de trabajo digital completo en el consultorio ahorra tiempo, reduce la cantidad de visitas de pacientes al consultorio y elimina la necesidad de un técnico dental. La red de cerámica infiltrada con polímeros

(PICN), se procesa casi en su totalidad por el fabricante, lo que minimiza los errores humanos.

La composición específica y la tecnología de producción de **LAVA Ultimate (3M)** resultó en un material con mayor resistencia a la flexión (200 MPa), resistencia a la fractura y al desgaste que las resinas compuestas (proporcionados por nanoclusters), y con una capacidad de pulido y propiedades ópticas significativamente mejoradas (debido a las nanopartículas). La resina polimérica como matriz no es quebradiza y es resistente a la fractura, con características de absorción de los impactos. A pesar de su alto contenido de cerámica, este material no se recomienda para la producción de coronas, sino solo para inlays, onlays y carillas. Una investigación midió el rendimiento clínico de un material nanocerámico (Lava Ultimate / 3M) para restauraciones fabricadas por un sistema CAD / CAM en el consultorio. Los onlays tuvieron una menor incidencia de fracturas en comparación con los onlays de cerámica reforzada con leucita, y ambos tenían un riesgo muy bajo de fractura durante 5 años de servicio clínico.²³

Los bloques de **Vita Enamic** se fabrican en pocos pasos: primero, el polvo cerámico se comprime inicialmente en bloques, seguido de un proceso de sinterización para obtener una red cerámica porosa. A continuación, se acondiciona una estructura de base cerámica con un agente de acoplamiento. La red inorgánica porosa acondicionada finalmente se infiltra con una mezcla de monómeros, seguido de polimerización inducida por calor para crear una red de polímero. Ambas redes están interconectadas a través de los enlaces químicos obtenidos por el agente de acoplamiento. Con el mayor contenido de relleno (73,1% en masa) tiene una alta dureza Vickers y la posibilidad de fresar un material muy fino conservando las estructuras dentarias, lo cual favorece el uso de este material en pacientes con erosiones donde no se recomienda preparación dental o mínima.²⁴

CERASMART™ de GC, está compuesto por partículas relativamente pequeñas y uniformemente distribuidas de silicato de alúmina-bario incrustadas en una matriz de polímero. La resistencia a la flexión (aprox. 242 MPa) es significativamente mayor, mientras que el módulo de flexión (10,0 GPa) y la dureza Vickers (aprox. 64,1 HV) son significativamente menores que Lava Ultimate y VITA Enamic. El módulo de resiliencia de $3,07 \pm 0,45$ MPa es el más alto y la rugosidad del borde del margen de $60 \pm 16 \mu\text{m}$ es la más baja en comparación con otras cerámicas o materiales híbridos.¹²

Este nuevo material -red cerámica infiltrada con polímero (PICN) no se fabrica mediante la polimerización de la resina mezclada con el polvo, sino mediante la infiltración de resina de un bloque cerámico sólido sinterizado poroso. Como resultado de este proceso, se obtiene un compuesto con módulo E de 27,26 a 37,95 GPa. Sin embargo, este material tiene valores de resistencia a la flexión más bajos que la mayoría de los compuestos de resina CAD / CAM revisados en un estudio.

Con la introducción de esta nueva generación de materiales de restauración, apareció en el mercado los Bloque Grandio (VOCO GmbH, Cuxhaven, Alemania). Las composiciones de nanocargas de resina permiten que el material tenga un módulo de elasticidad (18,0 GPa) similar al de la dentina. Las ventajas de las restauraciones a base de resina son que muestran una menor



propagación de grietas y proporcionan una mejor resistencia a la flexión que algunas cerámicas CAD / CAM.

La resistencia a la flexión es el parámetro importante que determina las propiedades de un material, pero no determina cómo se deformará el material durante la carga. Por lo tanto, para comprender mejor el comportamiento del material, es necesario determinar las propiedades elásticas midiendo el módulo de flexión. En una investigación de varios de estos materiales, GRANDIO de la casa VOCO fue el material con mayor relleno, revelando el valor más alto de resistencia a la flexión en comparación con otros materiales. Sin embargo, fue mucho menor que la resistencia a la flexión biaxial dada por el fabricante (186.02 MPa frente a 333 MPa, respectivamente).²⁵

Las pruebas de microdureza (Vickers) revelaron que el Grandio, contiene un 86% de relleno en peso, era el más duro entre los materiales CAD / CAM estudiados, casi el doble de duro que los demás. Concluyen que Grandio, presentó resistencia a la flexión, módulo de flexión, módulo de Weibull y resistencia característica de Weibull significativamente más altos que los demás materiales estudiados.²⁶

Un grupo brasileño, comparó la microestructura, la resistencia a la flexión, el módulo de flexión, la resistencia a la fractura y la microdureza de cuatro tipos de materiales de diseño asistido por computadora / fabricación asistida por computadora (CAD / CAM) para restauraciones dentales monolíticas. Utilizaron un disilicato de litio (LD; IPS e.max CAD), un silicato de litio reforzado con zirconia (ZLS; VITA Suprinity), una resina compuesta de polímero híbrido de alto rendimiento (HPP) (GC Cerasmart) y un polímero híbrido de red de cerámica infiltrada (PICN) (VITA Enamic) para fabricar coronas posteriores. Todos los materiales exhibieron altos valores de resistencia a la fractura y la flexión, lo que los convierte en materiales adecuados para restauraciones posteriores. La vitrocerámica sufrió más patrones de fractura catastróficos y no reparables, mientras que el astillado mínimo y los patrones de fractura de tipo II fueron más comunes en materiales híbridos. Concluyen los autores, que la combinación de más flexibilidad, menos rigidez y mayor suavidad, con valores satisfactorios de resistencia a la flexión y a la fractura observados en PICN hace que estos materiales híbridos sean opciones adecuadas para la fabricación de preparaciones monolíticas en el consultorio.²⁶

Los resultados de un estudio indican que el pulido crea superficies lisas para las restauraciones de cerámica resiliente CAD / CAM 27 y otro concluye que el baño de arena y la aplicación de un material de imprimación adecuado es un pretratamiento útil para la unión de estos materiales CAD-CAM. La aplicación de silano puede conllevar inconvenientes, posiblemente debido a la escasez de rellenos silanizables.²⁸

Sin duda la falta de homogeneidad entre los estudios publicados dificulta establecer comparaciones objetivas entre los diferentes materiales utilizados. Sin embargo, las cerámicas (cerámica reforzada con disilicato de litio, mejor que la convencional) se presentan como la alternativa más confiable a largo plazo. El estudio concluye que los nuevos materiales híbridos también presentan un buen comportamiento clínico. Si bien tienen menor supervivencia y mayor degradación en el tiempo, cada caso debe ana-

lizarse individualmente, ya que podría ser una buena alternativa económicamente.²⁹

CONCLUSIONES

1. El nexo entre la investigación tecnológica y la práctica, juega un papel fundamental en el avance de la salud humana. Aunque se ha logrado enormes avances, aún existen desafíos formidables para medir los factores que afectan el éxito.
2. Es obvio que la tecnología CAD / CAM llegó para quedarse y que el tratamiento dental ha experimentado un cambio importante tanto en materiales como en tecnología; una evolución que aún está en su infancia.
3. La odontología latinoamericana debe estar preparada para el ejercicio profesional en un sistema de atención y futuro diferente, a pesar de la gran brecha socio-económica en la región.
4. Las restauraciones monolíticas CAD / CAM son rápidas y fiables. Los diferentes materiales de bloque disponibles permiten la producción de todo tipo de reconstrucción protésica; sin embargo, ninguno de estos materiales parece tener propiedades clínicas ideales para aplicaciones universales.
5. Desafortunadamente, debido a la disponibilidad relativamente corta en el mercado, no existen ensayos clínicos a largo plazo sobre bloques de cerámica infiltrada con polímero (PICN) CAD / CAM.; además muchos de los datos son proporcionados por los fabricantes.
6. Las propiedades mecánicas de los materiales dentales se evalúan en función de los resultados de las pruebas in vitro. Estas características en condiciones de laboratorio pueden predecir el rendimiento clínico hasta cierto punto, aunque una imitación de un entorno oral es difícil de reconstruir in vitro.
7. La cerámica infiltrada con polímero son más amigables con los antagonistas que la cerámica de vidrio y la zirconia. La dureza también debe tenerse en cuenta al seleccionar un material.
8. Se están realizando intensos esfuerzos de investigación para promover la resistencia, la estética, la precisión y la capacidad de adherirse de manera confiable a los sustratos dentales, pero solo los ensayos clínicos a largo plazo proporcionarán pruebas del éxito in vivo.



REFERENCIAS

- Edelstein BL. Disruptive innovations in dentistry. *J Am Dent Assoc.* 2020;151(8):549-552.
- Lambert H, Durand JC, Jacquot B, Fages M. Dental biomaterials for chairside CAD/CAM: State of the art. *J Adv Prosthodont.* 2017 Dec;9(6):486-495.
- Fasbinder DJ. Materials for chairside CAD/CAM restorations. *Compend Contin Educ Dent.* 2010 Nov-Dec;31(9):702-4, 706, 708-9.
- Seelbach P, Brueckel C, Wöstmann B. Accuracy of digital and conventional impression techniques and workflow. *Clin Oral Investig.* 2013 Sep;17(7):1759-64.
- Bilir H, Ayguzen C. Comparison of Digital and Conventional Impression Methods by Preclinical Students: Efficiency and Future Expectations. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2020 Aug 6;10(4):402-409.
- Ahlholm P, Sipilä K, Vallittu P, Jakonen M, Kotiranta U. Digital Versus Conventional Impressions in Fixed Prosthodontics: A Review. *J Prosthodont.* 2018 Jan;27(1):35-41.
- Ruse ND, Sadoun MJ. Resin-composite blocks for dental CAD/CAM applications. *J Dent Res.* 2014;93(12):1232-1234.
- Lambert H, Durand JC, Jacquot B, Fages M. Dental biomaterials for chairside CAD/CAM: State of the art. *J Adv Prosthodont.* 2017 Dec;9(6):486-495
- Spitznagel FA, Boldt J, Gierthmuehlen PC. CAD/CAM Ceramic Restorative Materials for Natural Teeth. *J Dent Res.* 2018 Sep;97(10):1082-1091.
- Alves de Carvalho IF, Santos Marques TM, Araújo FM, Azevedo LF, Donato H, Correia A. Clinical Performance of CAD/CAM Tooth-Supported Ceramic Restorations: A Systematic Review. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2018 Jul/Aug;38(4):e68-e78. doi: 10.11607/prd.3519. PMID: 29889916.
- Sulaiman TA. Materials in digital dentistry-A review. *J Esthet Restor Dent.* 2020 Mar;32(2):171-181. doi: 10.1111/jerd.12566. Epub 2020 Jan 13. PMID: 31943720.
- Awada A, Nathanson D. Mechanical properties of resin-ceramic CAD/CAM restorative materials. *J Prosthet Dent.* 2015 Oct;114(4):587-93. doi: 10.1016/j.prosdent.2015.04.016. Epub 2015 Jul 2. PMID: 26141648.
- Zhang Y, Lawn BR. Novel Zirconia Materials in Dentistry. *J Dent Res.* 2018;97(2):140-147.
- Villefort RF, Amaral M, Pereira GK, et al. Effects of two grading techniques of zirconia material on the fatigue limit of full-contour 3-unit fixed dental prostheses. *Dent Mater.* 2017;33(4):e155-e164.
- Bajraktarova-Valjakova E, Korunoska-Stevkovska V, Kapusevska B, Gigovski N, Bajraktarova-Misevska C, Grozdanov A. Contemporary Dental Ceramic Materials, A Review: Chemical Composition, Physical and Mechanical Properties, Indications for Use. *Open Access Maced J Med Sci.* 2018;6(9):1742-1755
- Elsaka SE, Elnaghy AM. Mechanical properties of zirconia reinforced lithium silicate glass-ceramic. *Dent Mater.* 2016 Jul;32(7):908-14.
- Zarone F, Ferrari M, Mangano FG, Leone R, Sorrentino R. "Digitally Oriented Materials": Focus on Lithium Disilicate Ceramics. *Int J Dent.* 2016;2016:9840594
- Grzebieluch W, Mikulewicz M, Kaczmarek U. Resin Composite Materials for Chairside CAD/CAM Restorations: A Comparison of Selected Mechanical Properties. *J Healthc Eng.* 2021;2021:8828954. Published 2021 Apr 28. doi:10.1155/2021/8828954
- Koenig A, Schmidtko J, Schmohl L, Schneider-Feyrer S, Rosentritt M, Hoelzig H, Kloess G, Vejjasilpa K, Schulz-Siegmund M, Fuchs F, Hahnel S. Characterisation of the Filler Fraction in CAD/CAM Resin-Based Composites. *Materials (Basel).* 2021 Apr 15;14(8):1986. doi: 10.3390/ma14081986. PMID: 33921076; PMCID: PMC8071413.
- He LH, Swain M. A novel polymer infiltrated ceramic dental material. *Dent Mater.* 2011 Jun;27(6):527-34..
- Bajraktarova-Valjakova E, Korunoska-Stevkovska V, Kapusevska B, Gigovski N, Bajraktarova-Misevska C, Grozdanov A. Contemporary Dental Ceramic Materials, A Review: Chemical Composition, Physical and Mechanical Properties, Indications for Use. *Open Access Maced J Med Sci.* 2018;6(9):1742-1755.
- Facenda JC, Borba M, Corazza PH. A literature review on the new polymer-infiltrated ceramic-network material (PICN). *J Esthet Restor Dent.* 2018 Jul;30(4):281-286.
- Fasbinder DJ, Neiva GF, Heys D, Heys R. Clinical evaluation of chairside Computer Assisted Design/Computer Assisted Machining nano-ceramic restorations: Five-year status. *J Esthet Restor Dent.* 2020 Mar;32(2):193-203
- Dirxen C, Blunck U, Preissner S. Clinical performance of a new biomimetic double network material. *Open Dent J.* 2013;7:118-122.
- Wang J, Ling Z, Zheng Z, et al. Clinical efficacy of ceramic versus resin-based composite endocrowns in Chinese adults: study protocol for a randomized controlled trial. *Trials.* 2020;21(1):559. Published 2020 Jun 22.
- Grzebieluch W, Mikulewicz M, Kaczmarek U. Resin Composite Materials for Chairside CAD/CAM Restorations: A Comparison of Selected Mechanical Properties. *J Healthc Eng.* 2021;2021:8828954.
- Furtado de Mendonca A, Shahmoradi M, Gouvêa CVD, De Souza GM, Ellakwa A. Microstructural and Mechanical Characterization of CAD/CAM Materials for Monolithic Dental Restorations. *J Prosthodont.* 2019 Feb;28(2):e587-e594.
- Siddanna GD, Valcanaia AJ, Fierro PH, Neiva GF, Fasbinder DJ. Surface Evaluation of Resilient 29- Bustamante-Hernández N, Montiel-Company JM, Bellot-Arcís C, et al. Clinical Behavior of Ceramic, Hybrid and Composite Onlays. A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(20):7582.
- 29- Bustamante-Hernández N, Montiel-Company JM, Bellot-Arcís C, et al. Clinical Behavior of Ceramic, Hybrid and Composite Onlays. A Systematic Review and Meta-Analysis. *Int J Environ Res Public Health.* 2020;17(20):7582.