



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

NANOTECNOLOGÍA EN ODONTOLOGÍA RESTAURADORA (REVISIÓN
BIBLIOGRÁFICA).

TESINA

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANA DENTISTA

P R E S E N T A:

MARGARITA REYES MARTÍNEZ

TUTOR: Mtro. JORGE MARIO PALMA CALERO



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

A la UNAM

...por haber sido mi segunda casa y haberme dado la oportunidad de estudiar una carrera y prepararme profesionalmente para la vida.

A mis padres

...por haberme brindado su apoyo en todo momento, por su comprensión en mis caídas y su apoyo para levantarme, así como haber caminado a mi lado y no haberme soltado de la mano en ningún momento. Los quiero mucho.

A mi hermana

...por ser mi ejemplo a seguir y por todo su apoyo incondicional brindado durante todo este tiempo. Gracias.

Al Dr. Palma

...por haber hecho posible esta tesina y por tenerme mucha paciencia. Gracias.



ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	5
CAPÍTULO I.....	6
TERMINOLOGÍA EN NANOTECNOLOGÍA.....	7
CAPÍTULO II.....	8
HISTORIA Y ANTECEDENTES DE NANOTECNOLOGÍA	9
CAPÍTULO III.....	14
HISTORIA Y ANTECEDENTES DE RESINAS DENTALES	15
3.1 Composición de las resinas.....	16
3.2 Promotores de la polimerización y modificadores.....	20
3.3 Materiales anticariogénicos.....	23
3.4 Polímeros remineralizantes.....	24
3.5 Generaciones de resinas.....	24
3.6 Clasificación de acuerdo al tipo de relleno.....	25
3.7 Clasificación de acuerdo al tipo de viscosidad.....	25
3.8 Resinas fluidas.....	25
3.9 Resinas de alta viscosidad.....	26
3.10 Resinas compuestas para obturaciones directas...	26
3.10.1 Resinas compuestas de macropartículas.....	27
3.10.2 Resinas compuestas de Micropartículas.....	27
3.10.3 Resinas híbridas.....	29



3.10.4 Resinas con nanorelleno.....	30
3.11 Resinas como sellantes de fosas y fisuras.....	30
3.12 Resinas para cementación.....	31
3.13 Cementos adhesivos de resinas.....	32
CAPÍTULO IV.....	36
NANOTECNOLOGÍA EN RESINAS DENTALES	37
CAPÍTULO V.....	40
NANORESINAS COMERCIALES.....	41
5.1 Filtek Supreme.....	41
5.2 Filtek Silorane.....	42
5.3 Tetric evoceram.....	43
5.4 Grandio.....	43
5.5 Premise TM.....	44
CAPÍTULO VI.....	45
NANOTECNOLOGÍA EN ÁREAS DE ODONTOLOGÍA	46
CAPÍTULO VII.....	50
CONCLUSIONES.....	51
REFERENCIAS.....	52



INTRODUCCIÓN

La nanotecnología ha permitido avances en la medicina, la incorporación de ésta nueva tecnología en odontología permiten hoy en día el diseño y fabricación de nuevos materiales dentales con contenido nanométrico en su estructura, favoreciendo así sus características para lograr dar un tratamiento integral de mayor calidad.

Uno de los avances más significativos es el agregar partículas de dimensiones nanométricas a las resinas, favoreciendo sus propiedades mecánicas, fuerza flexural, dureza y resistencia a la fractura. Además de gran calidad en su superficie.

El desarrollo tecnológico de rellenos de silicio de tamaño nanométrico tiene una ventaja significativa en la reducción del tamaño de los rellenos, así como su progreso reduciendo la degradación de la matriz polimérica y aumentando el uso clínico de estos materiales. Muchos de los rellenos inorgánicos usados son de forma esférica o forma irregular.

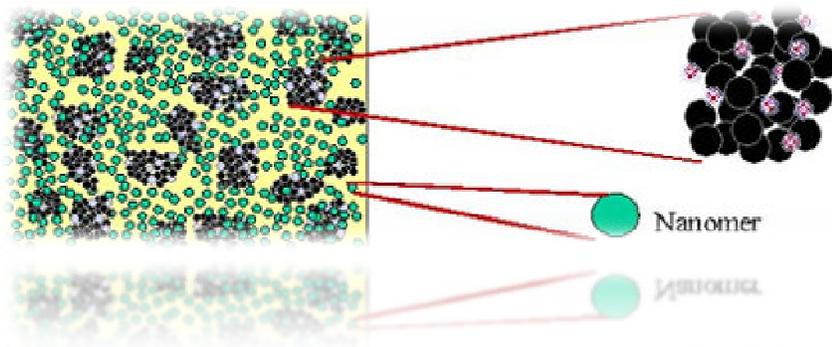
El tamaño promedio de los nanorellenos utilizados en materiales dentales esta dentro del rango de 5-100 nm.

El objetivo de éste trabajo es recopilar la información relevante respecto a resinas con relleno nanométrico.



CAPÍTULO I

TERMINOLOGÍA EN NANOTECNOLOGÍA





TERMINOLOGÍA

NANOTECNOLOGÍA:

Se le conoce como tecnología atómica, tecnología molecular o tecnología gris. Es usada extensivamente para definir las ciencias y técnicas que se aplican al nivel de nanoescala, esto es, unas medidas que permiten trabajar y manipular las estructuras moleculares y sus átomos. Un nano es igual a 0.000000001.

NANOMETRO:

Son medidas de longitud que equivalen a la mil millonésima (10^{-9}) parte del metro. Las partículas que se emplean en los nanocomposites poseen entre 20 y 60 nm y se obtienen a través de un proceso coloidal.

NANOCLUSTERS:

Aglomeraciones de partículas nanométricas con uniones holgadas. Los aglomerados actúan como una sola unidad permitiendo una alta carga de relleno y alta resistencia.

NANOPARTÍCULAS:

Partículas individuales no aglomeradas y no agregadas de 20nm.

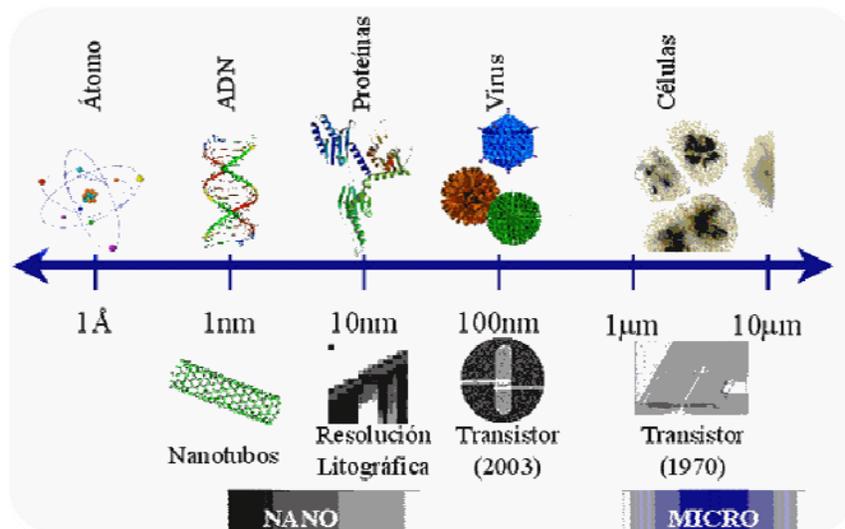
NANOCIENCIA:

Estudio de los fenómenos y manipulación de materiales a una escala atómica, molecular y macromolecular en la que las propiedades difieren significativamente de las observadas a gran escala (<100nm). ^(1, 2)



CAPÍTULO II

ANTECEDENTES Y GENERALIDADES DE NANOTECNOLOGÍA





HISTORIA DE LA NANOTECNOLOGÍA

El 29 de diciembre de 1959 el famoso físico y premio Nobel **Richard Feynman** fue el primero en hacer referencia a las posibilidades de la nanociencia y la nanotecnología, cuando impartió una conferencia a la *American Physical Society*, titulado **“En el fondo hay espacio de sobra”** (*There’s Plenty of Room at the Bottom*) el cual abordaba el tema de la manipulación de las cosas a escala muy pequeña. ⁽³⁾

Feynman señalaba que no hay nada en las leyes de la física que impida construir estructuras colocando átomo por átomo, en una forma específica. La analogía de éste proceso está dada en la naturaleza; todos los seres vivos se construyen “átomo por átomo” siguiendo las instrucciones del ADN correspondiente. “La biología no es simplemente escribir información: es hacer algo con ella” Un sistema biológico puede ser extremadamente pequeño. Muchas de estas células son muy chiquitas pero están muy activas; fabrican diversas sustancias, andan por ahí, se contonean y hacen toda clase de cosas maravillosas todo en una escala muy pequeña. Además almacenan información. ⁽³⁾

Otros hombres de esta área fueron **Rosalind Franklin, James Dewey Watson y Francis Crick** quienes propusieron que el ADN era la molécula principal que jugaba un papel clave en la regulación de todos los procesos del organismo y de aquí se tomó la importancia de las moléculas como determinantes en los procesos de la vida. Aquella podría usarse para solucionar muchos de los problemas de la humanidad, pero también podría generar armas muy potentes. ⁽³⁾



Feynman enfatizó que las estructuras pequeñas deben presentar propiedades y fenómenos muy diferentes a los cotidianos porque no hay que olvidar que todo lo que sucede en el mundo de lo pequeño pertenece al reino de la mecánica cuántica; en ese mundo nuestra intuición y experiencia de lo macroscópico no funcionan.

Para ilustrar lo que significaría un cambio de escala, en su conferencia Feynman planteó como ejemplo lo que sería escribir toda la Enciclopedia Británica (24 tomos) en la cabeza de un alfiler. Para hacerlo habría que reducir la escritura 25 000 veces, es decir, llegar al tamaño de unos 32 átomos. Además, tendríamos que ser capaces de leer esas letras de 1/25 000 del tamaño que tienen ahora. ⁽³⁾

15 años después de la plática de Feynman, el científico japonés **Norio Taniguchi** introdujo el término **“nanotecnología”**. Recordemos que la tecnología es la actividad humana que genera herramientas ó procesos a través de transformar los conocimientos científicos en aplicaciones para el desarrollo económico de una sociedad. En cuanto a **“nano”**, es sinónimo de enano y viene del latín *nanus*, que significa pequeñez excesiva. Nano aparece como prefijo en las unidades métricas para referirse a la mil millonésima parte de la unidad respectiva (**mil milésima parte de un millonésimo, 10^{-9}**). Un átomo mide la décima parte de un nanómetro y para que tengamos una idea de lo que esto significa, pensemos en las siguientes analogías: si un átomo fuera del tamaño de una pequeña canica, una molécula compleja sería como del tamaño de uno de nuestros puños. Los átomos son 10 000 veces más pequeños que una bacteria, y una bacteria es 10 000 veces más pequeña que un mosquito. Así **“nanotecnología”** hace referencia al trabajo que ese realiza en el rango de **0.1 a 10 000 nanómetros de ancho**. ⁽³⁾

La nanotecnología es una nueva tecnología manufacturera con tres objetivos principales:



1. Colocar cada átomo en el lugar adecuado.
2. Conseguir que casi cualquier estructura sea consistente con las leyes de la física y la química que podemos especificar y describir a nivel atómico.
3. Lograr que los costos de fabricación no excedan, ampliamente, el costo de las materias primas y la energía empleadas en el proceso. ⁽³⁾

Un suceso en el campo de la nanociencia que emocionó a mucha gente fue en **1989**, la demostración, por parte de **Don Eigler y su equipo de IBM, colocaron 35 átomos del elemento xenón sobre una superficie de níquel para copiar una nanoescala en logotipo de su compañía.** ⁽³⁾

De la "manipulación atómica", esto es, se comprobó que se podía utilizar la punta de un **microscopio de efecto túnel** (una aguja ultra-afilada, básicamente) para deslizar átomos individuales hacia posiciones predeterminadas en una superficie sólida; en otras palabras, para montar una nanoestructura artificial átomo por átomo. Sus fotografías de los electrones atrapados en el "corral de quantum" (un anillo circular de átomos) son preciosas. ⁽⁴⁾

Otro suceso, fue la creación de la "lanzadera" molecular por parte de **Fraser Stoddart** y sus compañeros de Birmingham (Reino Unido); la "lanzadera" tiene una molécula con forma de anillo con un eje molecular enhebrado a través de ella, y el anillo puede ser movido entre dos "estaciones" en el eje añadiendo o restando un electrón. Se trata de una "máquina molecular" prototípica. ⁽³⁾

El interés de la nanotecnología se retomó en 1992 cuando **Eric Drexler** presentó un documento de nueve páginas sobre la **nanotecnología molecular** al senado de los Estados Unidos que entonces parecía muy extravagante. Éste documento fue la clave para que al iniciar éste milenio el gobierno de éste país hiciera una



fuerte inversión en la “Iniciativa Nacional de Nanotecnología” que para 2003 podría alcanzar los 700 millones de dólares. ⁽⁵⁾

En su libro *La nanotecnología: el surgimiento de las máquinas de la creación* **Drexler** describe como construir moléculas manipulando átomos por medio de máquinas tan pequeñas como los átomos mismos, imitando a las estructuras vivas que tienen integradas sus instrucciones y “máquinas” de crecimiento. En la actualidad, Drexler es el director del **Firesight Institute** una organización educativa sin fines de lucro, desde donde continúa el análisis de problemas de política científica de esta nueva tecnología. ⁽³⁾

A principios de los ochentas fue inventado en Suiza (IBM-Zúrich) uno de los microscopios capaz de “ver” átomos. Unos pocos años más tarde el **Atomic Force Microscope** fue inventado incrementando las capacidades y tipos de materiales que podían ser investigados. ⁽⁴⁾

Ahora existen microscopios mucho más poderosos que los ópticos originales, como son los **electrónicos de barrido, de tunelaje o de fuerza atómica**, entre otros muchos equipos que permiten dar un vistazo al nanomundo. Estas nuevas herramientas han sido creadas con la técnica donde tenemos una punta de prueba sujeta a un brazo. Éste brazo puede ser acercado por un tornillo a la muestra que contiene las estructuras manométricas que deseamos observar. La muestra se coloca sobre un soporte controlado con una computadora para poder hacer movimientos muy finos, mientras la punta “barre” la superficie del material a estudiar. En la parte superior existe un sensor de movimiento o de alguna cantidad como corriente eléctrica o fuerza. El tipo de sensor determina el tipo de microscopio de que se trate: electrónico o de barrido, de tunelaje o de fuerza atómica. Un ejemplo de sensor se observa sobre el brazo que incide un láser. ⁽⁵⁾

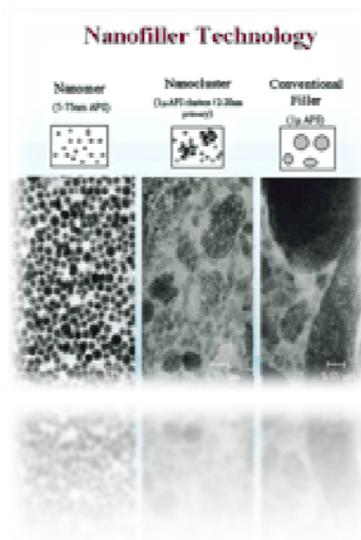


Éste láser amplifica los movimientos manométricos del brazo, que se mueve sobre la superficie a observar y un detector de luz ubica la posición del láser reflejado; con ello se infiere la forma de la superficie de la nanoestructura. Éste tipo de microscopio de fuerza atómica funciona de manera semejante a cuando pasamos nuestros dedos sobre una superficie rugosa; lo que sentimos nos permite dar una descripción de las estructuras que estamos tocando. ⁽⁵⁾



CAPÍTULO III

ANTECEDENTES Y GENERALIDADES DE RESINAS DENTALES





HISTORIA DE LAS RESINAS DENTALES

Las resinas acrílicas, fueron desarrolladas en **Alemania** desde **1930** aproximadamente, compuestos de monómero y polímero de metil metacrilato y como los silicatos, sus propiedades físicas fueron severamente limitadas para desempeñarse como restauraciones directas.⁽⁶⁾

Su alta contracción de polimerización (superior a 8%), permitió una desadaptación marginal desde su colocación inicial, lo mismo que su desigual coeficiente de expansión térmica en relación con los tejidos dentarios, produjeron excesiva micro-filtración. Su baja resistencia a la abrasión y alta absorción de agua causaron ablandamiento y una estabilidad de color muy pobre, se constituyeron en desventajas de un muy alto riesgo clínico.⁽⁷⁾

Las resinas acrílicas y los silicatos, inquietaron a la ciencia odontológica para conseguir esfuerzos en la mejora o consecución de un material estético respecto a su longevidad clínica.

Fueron en 25 años considerados como los pioneros de la futura odontología estética.

Algunas resinas simples fueron modificadas ligeramente con agregados de rellenos de sílice, mejorando en apariencia su resistencia. Al menos, se constituyeron en el primer eslabón para que poco a poco la investigación se orientara hacia el descubrimiento de las resinas compuestas.



Las resinas compuestas fueron introducidas en **1962** como resultado del trabajo realizado por el **Dr. Ralph Bowen**. El Dr. Bowen hizo una combinación de resinas acrílicas (Derivados del Ácido Acrílico + Derivados del Ácido Metacrilato) con resinas epóxicas (Éter Diglicídico de bisfenol A), obteniendo un Copolímero Acrílico-Epóxico, la molécula Bisfenol-Glicidilmetacrilato conocida como BisGMA. En 1974 fueron combinadas con resinas de más baja viscosidad, el dimetacrilato de uretano (UDMA), Actualmente, poseen otras resinas diluyentes que bajan su viscosidad un poco más, como el trietilen-glicol-dímetacrilato o TEGDMA que mejoran sus características manipulativas, para ser utilizadas en restauraciones directas. ⁽⁶⁾

Desde su aparición éstos materiales fueron mejorando muchas de las propiedades mencionadas para los silicatos y las resinas simples. Constantemente, fueron apareciendo diferentes formulaciones que fueron mejorando lentamente sus propiedades físico-mecánicas y estéticas, para lograr en el presente un mejor desempeño clínico tanto a nivel anterior como posterior.

La primera resina compuesta comercial polvo – líquido apareció en **1964 Addent de 3M**. La primera resina compuesta pasta a pasta se lanzó en **1969 Adaptic de J & J**. ⁽⁷⁾

En **1995 y 1997 Ferracane, J.L. y Nadarajah, V.** respectivamente, hacen una descripción de los componentes de éstas resinas y mencionan las recientes y futuras áreas de estudio que se llevan a cabo en la actualidad sobre dichos componentes. Nadarajah, V. Refiere que las resinas compuestas consisten típicamente de: ⁽⁷⁾

3.1 Composición de las resinas

FASE ORGÁNICA: Monómero principal y monómero diluyente.



FASE INORGÁNICA: Rellenos minerales.

SILANO: Agente de acople que une la fase orgánica con la fase inorgánica.

INICIADORES E INHIBIDORES de la polimerización.

ACTIVADORES o absorbedores de la radiación. ⁽⁷⁾

- **Monómeros principales** (alto peso molecular) se describe al Bis-GMA, que es un dimetacrilato aromático y que es producto de la adición del Bisfenol A y el glicidilmetacrilato (GMA), el cual posee altas cadenas cruzadas. El dimetacrilato de uretano es un monómero principal alternativo. ⁽⁷⁾
- **Monómeros diluentes** (bajo peso molecular) son los que se utilizan para disminuir la viscosidad de la resina no polimerizada y facilitar la manipulación clínica. Existen dos tipos de monómeros diluentes: monofuncional y bifuncional. Un ejemplo de un diluyente monofuncional es el metilmetacrilato. ⁽⁷⁾

Los monómeros diluentes bifuncionales más comúnmente usados son el uretano-dimetacrilato **UDMA** y el trietilenglicol-dimetacrilato **TEGDMA**.

- **Rellenos inorgánicos:** Los rellenos más usados en las resinas compuestas incluyen cuarzo fundido, vidrio de Al-B-Si-Sr-Zn-ZR

Silicato de Li- Al Ca F. La concentración va de 50% a 84% dependiendo de la formulación. En adición el litio, el bario o el estroncio son usados en algunos vidrios para impartir radiopacidad y ser detectados radiográficamente. ⁽⁷⁾



Macro relleno -- 1 a 100 micras

Micro relleno -- 0.01 a 0.9 micras

Nano relleno -- 0.005 a 0.01 micras o de 5 nm a 10nm ⁽⁸⁾

Los rellenos son usados en las resinas compuestas dentales para proveer resistencia, incrementar la rigidez, reducir los cambios dimensionales cuando las resinas son calentadas y enfriadas, reducir la contracción, proveer radiopacidad, mejorar la estética y la manipulación. En general, las propiedades físicas y mecánicas de estas resinas son mejoradas en relación directa a la cantidad de relleno adicionado. Así como de las propiedades de los vidrios de estos rellenos, como el de su tamaño y forma dependerá el color y por ende su grado estético. ⁽⁷⁾

En los inicios, cuarzo cristalino o fusionado y varios vidrios de **borosilicato** o **aluminosilicato** de litio fueron usados como rellenos para las resinas compuestas dentales. ⁽⁷⁾

La mayor ventaja al usar cuarzo fue que éste relleno es fácilmente obtenible y tiene una excelente igualdad óptica con la resina polimérica. Sin embargo, el cuarzo tiene el inconveniente que no es radiopaco y puede ser muy abrasivo al esmalte. Otra desventaja en relación al cuarzo original y los rellenos de vidrio fue que las partículas eran largas y muy duras en relación a la matriz polimérica.

Éstas características aseguraban que en la superficie del composite que fuera abrasionado, el polímero se desgastaría de una forma más rápida que los rellenos. Esto hacía que la superficie de la restauración fuera rugosa y menos parecida al esmalte, estando comprometidos la estética y el pulido. Los microrrellenos que contienen sílice amorfa fueron desarrollados para dirigir los requerimientos de pulido de las restauraciones anteriores. La



sílice amorfa es incorporada sola y como relleno de resinas prepolimerizadas y aglomeradas.

Sin embargo, estos rellenos parecidos al cuarzo no son radiopacos. Recientemente la radiopacidad ha sido obtenida en microrrellenos por la adición de pequeñas concentraciones de otros rellenos, tales como el trifluoruro de Ytterbium, el cual además tiene el potencial terapéutico de liberar flúor a partir de la restauración. Sin embargo, se ha confirmado que el flúor liberado es de una magnitud inferior a la de las restauraciones de ionómero de vidrio por lo que éste efecto terapéutico es cuestionable. ^(6, 7, 8)

Estos composites también contienen una pequeña cantidad de microrrellenos de sílice amorfa para proveerlos de características adecuadas para su manipulación y reducir su pegajosidad.

- **Agentes de acople silánicos** : En los inicios cuando a la fase orgánica de las resinas compuestas se les agregó el relleno inorgánico, no había unión química entre el relleno y la matriz orgánica, como consecuencia durante la masticación sobre una obturación de ésta se desprendían las partículas de relleno dejando huecos que más tarde retenían placa bacteriana pigmentando la restauración. ⁽⁷⁾

El gamma metacriloxipropiltrimetoxisilano es el agente de acople universalmente usado en las resinas compuestas dentales.

- **Iniciadores de la polimerización**: Los radicales libres necesarios para iniciar la reacción de polimerización son producidos en los composites por la reacción de los iniciadores con los activadores. ⁽⁷⁾

El peróxido de **benzoílo** y las aminas terciarias aromáticas son los iniciadores más comunes en la polimerización químicamente activa.



En el pasado la amina terciaria aromática más comúnmente usada fue el N,N-dimetil-p-tolouidina (DMAT). La N,N-dihidroxietil-p-tolouidina (DHEpT) es la amina terciaria aromática más ampliamente usada en estos momentos. ⁽⁷⁾

La iniciación del proceso de polimerización activada a través de la luz visible, puede ser inducida por medio de la generación de radicales libres que resulten de la interacción de la luz visible con componentes orgánicos apropiados. ⁽⁶⁾

El fotoiniciador en un sistema de luz visible es una alfa-diquetona, tal como la **canforoquinona**, usada en combinación con un agente reductor tal como el 4-N,N-dimetilaminofetil alcohol (DMAPE), el cual es una amina terciaria alifática. ⁽⁷⁾

- **Inhibidores de la polimerización:** Muchos componente retardarán ó inhibirán la polimerización. En el pasado la hidroquinona fue comúnmente usada como un inhibidor pero causaba pérdida de coloración de las restauraciones. ⁽⁷⁾

Uno de los inhibidores más comúnmente usados es el éter monometílico de **hidroquinona** que en concentraciones bajas en partes por millón demoran adecuadamente la polimerización espontánea y proveen tiempo de trabajo para el clínico en los sistemas activados químicamente. ⁽⁷⁾

3.2 Promotores de la polimerización y modificadores

Hay dos formas fundamentales para lograr la polimerización de las resinas compuestas, a través de componentes químicos (composites de autocurado) y a través de la luz (composites de fotocurado). ⁽⁷⁾



En los composites de **autocurado** la polimerización es iniciada por dos pastas, lo cual induce al iniciador: el peróxido de benzoílo y al activador: una amina terciaria como la dihidroxoetil-p-toluidina (DHEpT) a comenzar la reacción de polimerización. Este procedimiento causa disminución del tiempo de trabajo, incorpora porosidades dentro del material durante la mezcla y los composites resultantes, tienden con el tiempo a oscurecer. ⁽⁷⁾

Ésta situación no ocurre por el procedimiento de fotocurado. Dando lugar a que salieran al mercado composites **autopolimerizables** que presentaban la forma dual o de doble curado. ⁽⁷⁾

Estos composites fueron usados fundamentalmente como cementos para coronas, carillas e inlays cerámicos.

El método más popular para obtener la polimerización de los composites es a través de la activación luminosa, **luz azul con longitud de onda entre 390nm y 500nm**. El iniciador en estos casos es la **canforoquinona** (CQ), la cual es sensible a la luz azul con longitud de onda pico de 468nm. En su estado natural, no activado, la CQ es de color amarillento, lo cual es indeseable en ciertos colores de resinas especialmente las Bleach usadas para restaurar dientes blanqueados, técnica muy utilizada actualmente. En su reemplazo se han incluido otras sustancias incoloras como la fenilpropanodiona (PPD) o Lucerina, teniendo éstas un pico de absorción de luz en los 380 nm. ⁽⁷⁾

La reactividad del CQ es mejorada por la adición de un agente reductor amino, como el dimetilaminoetilmetacrilato (DMAEM), el etil-4-dimetilaminobenzoato (EDMAB) o el N,N- cianoetil-metilanilina (CEMA).

Se han producido modificaciones en los tipos y cantidades de aditivos usados para mejorar sobre todo la profundidad de curado, pero al mismo tiempo, estas



modificaciones en la composición han producido resinas compuestas más sensibles a la operatoria y a la luz de las unidades dentales. ⁽⁷⁾

Otro método común para el curado de los composites **extraoralmente** es a través de la aplicación de calor, ya sea solo o combinado con el fotocurado. Este procedimiento es comúnmente usado para la ubicación de composites del tipo **inlay/onlay** que pueden ser confeccionados directa ó indirectamente. ⁽⁷⁾

Muchos composites de éste tipo (onlay/inlay) pueden ser también curados con la luz primero y el calor después o en hornos de fotocurado para producir éstas restauraciones.

El tratamiento con calor ha demostrado proveer a la resina de resistencia al desgaste y resistencia a la degradación marginal.

El estrés y la contracción de polimerización son las principales desventajas que presentan las resinas compuestas que se utilizan como material de restauración directa. Este fenómeno según algunos estudios, guarda relación directa con la contracción que sufre el composite (1.35 – 7%) durante el proceso de fotopolimerización. ^(7, 8, 9)

La tensión generada durante el proceso de polimerización afecta la zona de interfase diente - material restaurador, siendo capaz de provocar microcraks o fallos de la unión. La magnitud del estrés de polimerización y la contracción total de la restauración, depende directamente del módulo de elasticidad, capacidad de fluir y deformación del composite, del uso de bases o liners, (Resinas fluidas, vidrio ionomérico o compómeros), del sistema de adhesión dental, método y sistema de fotocurado, entre otros. Y la causa principal del fracaso de las restauraciones con resinas compuestas es la caries secundaria. ⁽⁸⁾



1kgr =9.8 Newton (10 N)

1pa =1N/mt²

1MPa =1 N/mm²

1MPa =1.000.000 Pa (PASCAL) ⁽⁸⁾

Modificación del Grado de Conversión

Grado de conversión monómero – polímero

La contracción de polimerización, se ha investigado con relación al grado de conversión monómero – polímero. Como conclusión de las diferentes investigaciones se describe el uso de moléculas de alto peso molecular, tales como multi – etil – glicol – dimetacrilato y copolímeros, porque son capaces de lograr una conversión entre el 90 – 100%, según estudios in vitro. Este fenómeno parece ser el resultado de la reducción considerable de uniones C = C, por enlaces sencillos C-C. ⁽⁷⁾

Otro adelanto notable a destacar, es el desarrollo de las Ormoceras, basadas en un sistemas de moléculas híbridas (orgánica – inorgánica).

Algunas investigaciones han reportado que debido a este tipo de formulación se debe el fenómeno de la reducción de la contracción de polimerización (0.90 – 2%), el aumento del grado de conversión y las adecuadas propiedades físicas – mecánicas de éstos sistemas, en comparación con los sistemas convencionales. ⁽⁷⁾

Monómeros Hidrofóbicos

Algunos sistemas han sido propuestos con la finalidad de disminuir la sorción de agua, entre éstos se incluyen análogos químicos del uretano dimetacrilato (**UDMA**), que al ser comparado con los sistemas habituales, reducen entre un 10 – 30% la sorción de agua, sin embargo, se ha reportado como efecto secundario, la



disminución de la resistencia comprensiva. A pesar de ello, se plantea la posibilidad de utilizarlos como sistema comonomérico de los composites. ⁽⁶⁾

3.3 Materiales Anticariogénicos

En éste campo de investigación, Imazato y colaboradores son pioneros; ya que han logrado desarrollar un monómero antibacteriano, el ***metacriloxydodecypiridium bromide*** (MDPB), capaz de inhibir el crecimiento de streptococos mutans sobre el material restaurador y en los márgenes cavo superficiales, compatible con los sistemas de resinas compuestas. ⁽⁶⁾

3.4 Polímeros Remineralizantes

Existe gran interés en el desarrollo de biomateriales dentales que sean capaces de restablecer la matriz inorgánica que ha sido perdida por un proceso de desmineralización activo ó pasivo. ⁽⁶⁾

Skrtic y colaboradores (2000), estudiaron in vitro un composite bioactivo con fosfato de calcio amorfo (ACP), el cual mediante técnicas de hibridación de las matrices de la resina compuesta, puede formar elementos vítreos al unirse con los complejos de BisGMA, TEDGMA e hidroxietil metacrilato (HEMA). En los estudios publicados, éste material muestra una capacidad potencial de remineralización, aunque no posee las propiedades mecánicas suficientes para ser utilizado como material restaurador definitivo sin previas modificaciones en su constitución química. ⁽⁷⁾

El uso de materiales a base de resinas compuestas es el siguiente:

Obturación directa e indirecta para dientes anteriores o posteriores, cementación, sellante de fosas y fisuras, reconstructor de muñones y muchos otros ya que cada día salen nuevos materiales en beneficio de nuestras necesidades y de los pacientes.



Se clasifican desde el punto de vista cronológico, según el tamaño del relleno que posea la resina y consistencia o viscosidad: ⁽⁶⁾

3.5 Cronológicamente (generaciones)

Ésta forma de clasificación es muy utilizada por las casas comerciales para darle realce a sus productos nuevos llamándolos de última generación. ⁽²⁾

La diferencia regularmente es el tamaño de partícula o la composición del relleno inorgánico.

1ª Generación = Macropartículas

2ª Generación = Micropartículas

3ª Generación = Híbridas

4ª Generación = Refuerzo cerámico

5ª Generación = Técnica indirecta

6ª Generación = Contemporáneas

7ª Generación = Cerómeros ⁽²⁾

3.6 Tamaño de partícula o tipo de relleno

Macropartícula - 1 a 100 micras

Micropartícula - 0.01 a 0.9 micras

Híbrida - mezcla de las dos anteriores

Microhíbrida - el tamaño de partícula promediada a menos de una micra

Nanopartícula - 0.005 a 0.01 micras ó de 5 nm a 10nm ⁽¹⁾

3.7 Consistencia o viscosidad

Empacables o Condensables (alta viscosidad)

Mediana viscosidad (es la consistencia estándar en el mercado)

Baja viscosidad (fluidas) ⁽¹⁰⁾



3.8 Resinas compuestas fluidas. (Flow - RESINS)

Las nuevas formulaciones de resinas compuestas fluidas, poseen la característica de baja viscosidad y capacidad de humectar o *mojar* diferentes substratos. Esta característica les otorga aplicaciones clínicas de gran utilidad:

- Sellante de fosetas y fisuras de alta resistencia al desgaste y abrasión.
- Restauración preventiva.
- Restauración para la clase III y pequeños defectos estructurales.
- Restauración en caso de abfracción cervical.
- Como liner cavitario en combinación con restauración en resina compuesta en posteriores.
- Sellar pequeños defectos marginales.
- Cementante de carillas veneers. ⁽¹⁰⁾

Las **resinas Flow**, aparecen a fines del año **1996** y poseen una fórmula similar a las resinas compuestas contemporáneas, pero con un % menor de carga de vidrio y en consecuencia una viscosidad baja o fluída. ⁽¹⁰⁾

3.9 Resinas Empacables o Condensables. (Alta viscosidad)

Las multinacionales han sintetizado nuevas formulaciones de resinas compuestas de fotocurado denominadas *condensables*. Teniendo en cuenta que la terminología empleada no es correcta, pues las resinas no tienen la factibilidad de ser condensadas como una amalgama, ante la presión ellas no disminuyen en espesor, sino que fluyen lateralmente ante la carga recibida, se ha propuesto el término de resinas *empacables* o mejor aún de resinas de *alta densidad*. ⁽¹⁰⁾

3.10 RESINAS COMPUESTAS PARA OBTURACIONES O TÉCNICA DIRECTA

Cómo su nombre lo indica es un grupo de resinas que se usan clínicamente de manera directa en boca, sin proceso en laboratorio.



En éste grupo podemos encontrar materiales de diferentes consistencias o viscosidades, así como gran variedad de colores, translucidez y opacidades.

Todos éstos materiales van a estar unidos a la estructura dental mediante un sistema adhesivo para esmalte y dentina.

Para diferenciarlas será por medio del tamaño de la partícula.⁽¹⁰⁾

3.10.1 Resinas compuestas de Macropartículas:

Partículas de relleno de cuarzo en promedio de 10um. pero podían encontrarse desde 15 a 100um, 75 a 80% en peso de relleno inorgánico y 60% a 70% en volumen). Muy difíciles de pulir ya que se exponían espículas de relleno. Eran resinas de autocurado o autopolimerización ya que su presentación era base - catalizador, en forma de pasta como en la resina Adaptic. Eran muy limitadas en la gama de colores, se debían espatular con instrumentos plásticos ya que por alta abrasividad los instrumentos metálicos les dejaban partículas.⁽⁶⁾

La primera resina compuesta comercial **polvo – líquido** apareció en 1964, Addent de 3M; Luego en 1969 se lanzó una resina compuesta **pasta a pasta**, Adaptic de J & J. Más tarde aparecieron Adaptic, Concise, Miradapt y muchos productos comerciales más dándose el boom de los polímeros estéticos en la odontología, todo esto iba de la mano con los desarrollos de la adhesión a estructura dental, eslabón fundamental de la odontología moderna.⁽⁷⁾

3.10.2 Resinas compuestas de macropartículas:

En su evolución los materiales de obturación estéticos, se indicaban para la zona posterior (reemplazando la amalgama) sólo resinas de macro-relleno,



mientras en los dientes anteriores requerían una resina que permitiera un excelente pulido y amplia gama de colores con cierto grado de translucidez, esto sólo se podía conseguir con resinas que tuvieran su relleno inorgánico muy pequeño SiO₂ altamente disperso (0,02 - 0,07 µm). Esto les permitía un acabado con alto brillo, pero no tenían una alta resistencia a la fractura, no soportaban bien las cargas masticatorias en zona de molares, lo cual restringió su uso para dientes anteriores. ^(6, 7)

Las resinas más representativas de éste grupo son Heliomolar de Vivadent, Durafill de Kulzer, Renamel de Cosmedent. Éste tipo de resina polimeriza con luz cuya longitud de onda esté entre 400 y 500nm, aunque también las hay de curado químico y de termo-curado para uso en laboratorio ó técnica indirecta.

Indicaciones:

Obturaciones clase III, IV, V

Cambios de forma y color de los dientes.

Tratamiento de defectos dentales congénitos.

Restauraciones de dientes primarios.

Cierre de diastemas.

Desventajas:

Mayor coeficiente de expansión térmico lineal que otras resinas.

Mayor sorción de agua.

Mayor contracción de polimerización.

Baja resistencia a la fractura

Baja resistencia tensional.

Bajo módulo elástico, lo cual la indica para obturaciones en zonas de gran flexibilidad como la V clase.

Exhiben reducida profundidad de curado ya que su microrelleno desvía demasiado la luz impidiendo la penetración de esta. ⁽¹⁰⁾



Dado que el tamaño de partícula es más pequeño que en las resinas convencionales, su área de superficie a ser humectado por la matriz orgánica es de 1000 a 10.000 veces mayor y la hace muy viscosa e inmanejable, pudiéndose incorporar sólo del 35% al 50% del relleno inorgánico lo cual bajaría demasiado sus propiedades físico - mecánicas. Para resolver este problema los fabricantes usan un **relleno pre-polimerizado** que contiene matriz orgánica saturada de microrelleno 60% en peso de SiO₂, al realizar esta mezcla el fabricante obtiene un material muy viscoso que luego polimeriza con calor y pulveriza en partículas de 5 a 50um, esto es lo que se conoce como relleno pre-polimerizado. La matriz orgánica contiene Bis-GMA-TEGDMA-UDMA. ⁽¹⁰⁾

Seguidamente éste relleno pre-polimerizado se le agrega a otra mezcla no polimerizada que contiene matriz orgánica y relleno de SiO₂ en los porcentajes que permitan una adecuada manipulación clínica. Todo lo anterior mejora significativamente sus propiedades físico-mecánicas con la excepción de la resistencia a la fractura debido a que la unión entre el relleno pre-polimerizado y la matriz orgánica que se polimeriza en boca no brinda una unión fuerte, siendo débil a la fractura. ⁽¹⁰⁾

3.10.3 Resinas compuestas Híbridas:

Como su nombre lo indica es una mezcla de **micro-relleno y macro-relleno**, tratando de sumar las ventajas de cada una de las resinas anteriores, pudiendo el odontólogo con un sólo tipo de material hacer obturaciones en dientes anteriores y posteriores. ^(6, 7)

Tamaño de partícula: 0,04um, dispersión coloidal y de 0,6 a 5um Poseen un relleno pre-polimerizado en laboratorio. Contienen de 70 a 80% de relleno en peso y de 60 a 65% en volumen. La tendencia es reducir tamaño de partículas, por lo cual aparece en el mercado otro tipo de resina con mezcla híbrida de partículas



cuyo promedio no supera 1 μ m, conocidas como MICROHÍBRIDAS, en ellas se hace una minuciosa selección de las partículas a usar mediante sistemas láser bajando el tamaño promedio a niveles de 0,6 μ m.

Los productos más representativos de las resinas compuestas híbridas son:
Charisma de Kulzer TPH spectrum de Dentsply Filtek Z250 de 3M

Los productos más representativos de las resinas compuestas micro-híbridas son:
4 Season de Vivadent para técnica estratificada, con diferentes opacidades, dentinas, esmalte, no sólo maneja el croma sino el valor en lo referente a color. Tetric Ceram de Vivadent, es toda una familia de resinas con diferentes viscosidades o consistencias para múltiples usos. Point 4 de Kerr. Esthet-X de Dentsply ^(6, 7)

3.10.4 Resinas compuestas con Nanorrelleno:

En el año 2003 se introdujo en el mercado por la casa 3M un nuevo tipo de resina Filtek Supreme, con un **relleno inorgánico diferente, nanométrico**, que podía tener la resistencia de las resinas híbridas y la facilidad de pulimento de las de microrelleno. Posee nanopartículas de Zirconio y Silica entre **5 a 75 nm.** ^(6, 7)

3.11 RESINAS COMPUESTAS COMO SELLANTES DE FOSAS Y FISURAS

Los sellantes dentales son películas delgadas de resinas compuestas que se aplican o pincelan sobre las superficies de masticación de los dientes posteriores (molares y premolares) y son muy eficaces para prevenir la formación de caries. Los sellantes dentales son especialmente eficaces en los dientes posteriores ya que éstos contienen fosas y fisuras más difíciles de durante el cepillado y que sirven de depósito para restos de alimentos y para la acumulación de placa bacteriana. Debido a que los sellantes dentales actúan como una barrera física contra las caries y la formación de placa bacteriana, en la mayoría de los casos,



ofrecen una protección del 100 por ciento. La variable más importante es el grado de adherencia del sellante a los dientes.

El sellante dental deja de ser efectivo cuando se rompe toda o parte de la adhesión entre el diente y el sellante o cuando fue colocado sobre alguna caries presente. ⁽⁶⁾

3.12 RESINAS COMPUESTAS PARA CEMENTACIÓN

Los materiales de cementación dental se utilizan en odontología como un medio adhesivo para fijar restauraciones fabricadas en laboratorio y que deben tener una fijación permanente o definitiva a la estructura dental.

Generalmente, al conjunto total de los materiales de fijación dental se les llama equivocadamente cementos.

Al igual que los cementos empleados en la industria de la construcción, los “cementos” dentales están expuestos a diferentes condiciones ambientales.

No hace falta decir que los cementos utilizados en la industria de la construcción no serían capaces de cumplir las rigurosas condiciones que han de cumplir los cementos orales, por ejemplo en cuanto a higiene y toxicología. Los agentes de cementación dental y los composites se utilizan para fijar una gran variedad de sustratos. Tienen que ser capaces de proporcionar una adhesión permanente entre la estructura dental y las restauraciones fabricadas de diferentes materiales, tales como metal, aleaciones de metal, resina o cerámica.

Desde la primera formulación de un cemento de cloruro de magnésico, los materiales de cementación dental han evolucionado continuamente desde los cementos de fosfatos, cementos de ionómero de vidrio, cementos de ionómero de vidrio modificados con resina hasta los cementos de resina adhesiva. Los actuales



materiales de cementación ofrecen un alto grado de resistencia de adhesión y avanzadas propiedades estéticas. ⁽⁶⁾

Los cementos de resina adhesivos permiten al odontólogo acercarse más a la odontología mínimamente invasiva, que se basa en el principio de conservar al máximo posible la estructura dental sana.

Tradicionalmente, los materiales de cementación se han clasificado en las siguientes categorías:

- cementos de fosfatos
- cementos de policarboxilatos
- cementos de ionómero de vidrio
- cementos de ionómero de vidrio modificados con resina
- compómeros
- cementos de composite o a base de resinas

Los cementos de resina se han desarrollado completamente a partir de los composites de restauración.

Ellos se componen de monómeros foto-polimerizables y partículas de relleno inorgánicas.

La reacción de fraguado de estos cementos se basa en la formación de cadenas de polímeros foto-activadas o activadas químicamente.

Los composites de cementación proporcionan un aumento en la resistencia a la abrasión, durabilidad química en el medio oral y una impecable estética gracias a una gran variedad de colores. ⁽⁶⁾

3.13 CEMENTOS ADHESIVOS DE RESINA

Los cementos adhesivos de resina se utilizan en combinación con un sistema adhesivo dentinario. Por consiguiente, este método de cementación es capaz de proporcionar una unión adhesiva a la estructura dental, gracias a lo cual puede



utilizarse para colocar restauraciones incluso no existiendo grandes superficies de retención.

La técnica de cementado adhesivo mejora la resistencia a la fractura de las restauraciones, incrementando de ésta manera el índice de supervivencia de las restauraciones realizadas de materiales de cerámica sin gran estabilidad.

Los tratamientos mínimamente invasivos, como por ejemplo puentes adhesivos, no serían factibles sin cementos de resina adhesivos.

Cementos de resina adhesiva auto-polimerizable:

La mayoría de los cementos de resina son foto-polimerizables o de polimerización dual. Por consiguiente, la luz de la lámpara de polimerización tiene que (fotopolimerización) o debería (polimerización dual) penetrar a través del cemento de resina para asegurar una polimerización rápida y completa. Sin embargo, las restauraciones realizadas de metal, aleaciones de metal o cerámicas opacas, tales como dióxido de circonio, no son translúcidas, es decir, la luz no puede trasladarse a través de éstos materiales. ⁽⁶⁾

Por lo tanto, habitualmente se utilizan los cementos convencionales de fosfato y cementos de ionomero de vidrio para cementar tales restauraciones in situ.

No obstante, la desventaja de estos cementos es que necesitan amplias superficies retentivas preparadas para proporcionar una adhesión duradera y por ello, a menudo suponen una considerable reducción de la estructura dental. ⁽⁶⁾

No ocurre esto con los cementos a base de resina quienes vienen con un sistema adhesivo para esmalte y dentina cuya combinación brinda resistencia adhesiva a la estructura dental entre 30 y 40 Mpa. ⁽¹⁰⁾



Los cementos a base de resinas compuestas, tiene una consistencia fluída que les permita ocupar un espacio pequeño entre la restauración indirecta a fijar y la estructura dental, esto se conoce como espesor de capa el cual está en promedio de 20um.

Casos de aplicación clínica:

- Cementación de prótesis fija (Coronas, Puentes, Incrustaciones, Postes)
- Prótesis adhesiva
- Carillas
- Sistemas indirectos de resinas.

Cualidades:

- Su solubilidad es casi nula.
- Aceptable espesor de capa.
- Biocompatibilidad.
- Poseen altas propiedades mecánicas.
- Adecuada viscosidad.
- Buena Estética, algunos tiene diferentes colores ⁽⁶⁾

Clasificación según su polimerización:

Curado Químico:

Tiempo de trabajo prolongado

Tiempo de polimerización de 150 a 200 segundos

Polimerización garantizada.

Indicado en prótesis adhesivas ^(6.7)

Curado por luz:

Tiempo de trabajo amplío

Fácil eliminación de excesos



Indicada en procesos dónde la luz puede penetrar

No indicada para metales y retenedores de más de 2mm

Los dos sistemas reunidos en uno

Aplicable en todo tipo de zonas.

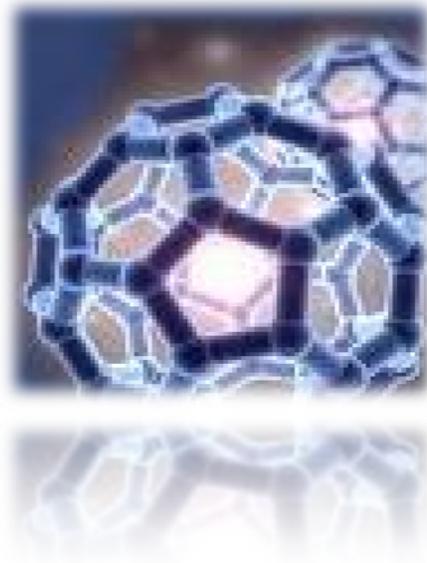
La polimerización química inicia lenta

La polimerización por luz activa radicales que aceleran la polimerización. ^(6, 7)



CAPÍTULO IV

NANOTECNOLOGÍA EN RESINAS DENTALES





NANOTECNOLOGÍA EN RESINAS DENTALES

La nanotecnología ha favorecido el desarrollo en las áreas de especialidad, a través de métodos físicos y químicos de los materiales conteniendo partículas en su estructura de tamaño promedio de 0.1-1000nm. ⁽¹⁾ Un avance importante en las resinas consiste en los rellenos de silicio de tamaño nanométrico, los cuales se agregan a la matriz inorgánica. Estudios demuestran haber observado un efecto positivo en las propiedades mecánicas en las resinas con incorporación de partículas de nanorelleno, favoreciendo la fuerza flexural, dureza y resistencia a la fractura. ⁽¹⁾

Esta tecnología ha permitido desarrollar nuevas resinas las cuales contienen nanopartículas de aproximadamente 75 nm con dimensiones en un rango de 25 nm, las cuales son partículas de circonio/sílice. El desarrollo tecnológico de rellenos tiene una ventaja significativa en la reducción del tamaño de los rellenos, así como su progreso reduciendo la degradación de la matriz polimérica y aumentando el uso clínico de estos materiales. ⁽¹⁾

Las resinas con relleno nanométrico permiten una textura con menos rugosidades, porosidades e imperfecciones en la superficie de la restauración. Estudios demuestran que el tamaño y la forma que tienen las partículas de relleno tienen una influencia en las propiedades mecánicas, módulos de Young de las resinas, así como menos contracción de polimerización, dando como resultado una disminución de microfisuras a nivel adamantino, ya que estos son los



responsables de la filtración marginal, cambios de color, penetración bacteriana y en ocasiones sensibilidad postoperatoria. ^(1, 11, 14)

Los nanorellenos demostraron favorecer algunas propiedades de las resinas dentales, por ejemplo:

Grado de conversión

55 a 75 % después de 60 segundos de polimerizar. ⁽¹³⁾

Microdureza

Usualmente conocida como “resistencia a la indentación”. Las medidas más comúnmente usadas en odontología son las medidas de Knoop y Vickers.

La dureza de Vickers es la resistencia a la deformación plástica permanente
La microdureza de las nanoresinas es de 62 KHN ^(13, 14)

Resistencia a la compresión

La resistencia a la compresión nos indica la habilidad que tiene un material para soportar estrés vertical. La resistencia a la compresión del esmalte es de 348 MPa, de la dentina es 297 MPa y la resistencia a la fractura de un diente natural en un molar es de 305 MPa y un premolar de 248 MPa. La microdureza de las nanoresinas es de 47 MPa ^(13, 14)

Bajo coeficiente de expansión térmica

49.8 $\mu\text{m}/\text{m}^{\circ}\text{C}$ ⁽¹⁴⁾

Comúnmente los rellenos inorgánicos usados en las resinas dentales son de forma esférica o forma irregular. ⁽¹²⁾



Los micro-rellenos están hechos de sílice pirógena con un tamaño promedio de partícula de 40 nm. La mayoría de los fabricantes incorpora partículas de resina pre-polimerizadas. Estas partículas pre-polimerizadas se producen al agregar sílice pirógena a las resinas dentales. La mezcla es polimerizada y posteriormente molida para lograr formar partículas más pequeñas. Posteriormente estas partículas se añaden a las resinas y rellenos de sílice. ⁽²⁾



CAPÍTULO V

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE NANORESINAS COMERCIALES.





NANORESINAS COMERCIALES

5.1 FILTEK SUPREME XT

Material restaurativo universal 100% de nanotecnología diseñado para optimizar las propiedades estéticas de las restauraciones dentales actuales, puede usarse en restauraciones de un tono o multi-tonos. ⁽¹⁵⁾

Basado en nanómetros con un tamaño de partícula de 20 a 75 nm. Parte de estos nanómetros están unidos formando lo que se denomina nanoclusters. El resultado es una superficie de estructura suave que garantiza la calidad y retención del pulido. Los nanómetros son discretas partículas aglomeradas de 20-75 nm de tamaño. Los aglomerados actúan como una sola unidad, lo que permite una alta resistencia. La mayoría de tonos contiene una combinación del relleno no aglomerado de 20 nm nanosílica y agregados de zirconia/sílice nanoclusters (principalmente de 5-20 nm) de relleno. El grupo del tamaño de las partículas gama es 0.6 a 1.4 micras. La carga de relleno es de 79% en peso. La combinación de nanómetros y el nanocluster reduce el espaciamiento de las partículas de relleno. Esto proporciona el aumento de la carga de relleno, mejores propiedades físicas y la mejora de la retención en comparación con los compuestos que contienen sólo nanoclusters. ⁽¹⁶⁾

Sus propiedades mecánicas y radiopacas fueron excelentes, comparables a los de los híbridos tradicionales de los composites de resina. Su rugosidad de la superficie después de pulir es similar al popular microfilis. El cuerpo, esmalte y los tonos translúcidos que sólo necesita 20 segundos para el curado adecuado. ^(15, 16)



COMPOSICIÓN.

BisGMA

BisEMA

UDMA

Pequeñas cantidades de TEGDMA

INDICACIONES:

Clases I, II, III, IV y V

Restauraciones directas incluyendo inlays, onlays y carillas

Restauraciones indirectas ⁽¹⁵⁾

VENTAJAS:

Resultados estéticos más fáciles de obtener.

Estética mejorada especialmente en casos clase IV

Excelente efecto de camuflaje para restauraciones prácticamente imperceptibles

Éste producto presenta características superiores como:

Mayor fuerza y durabilidad

Fácil de pulir y excelente retención del mismo

Radiopacidad

Variedad de tonos y opacidades (dentina, cuerpo, esmalte y traslucido)

Fácil manipulación. ⁽¹⁶⁾

5.2 FILTEK SILORANE (3M)

.

Composite para posteriores que se contrae menos de 1%, lo cual reduce hasta en un 80% el estrés de polimerización, esto nos dará una integridad marginal excelente. ⁽¹⁵⁾

Proporciona un abaja contracción de polimerización para dientes posteriores. ⁽¹⁵⁾



VENTAJAS:

- Excelente integridad marginal
- Poca contracción de polimerización
- Reducción de sensibilidad postoperatoria. ⁽¹⁵⁾

5.3 TETRIC EVOCERAM (IVOCLAR VIVEDENT)

Composite nanohíbrido.

COMPOSICIÓN:

Matriz: dimetacrilatos (17-18%)

Relleno: vidrio de bario, trifluoruro de iterbio, óxidos y pre-polímeros (82-83%)

Aditivos

Catalizadores

Estabilizadores

Pigmentos (<1.0%)

Los rellenos cerámicos de diferentes tamaños proporcionan resistencia al material.

Los pre-polímeros son los responsables de la contracción y reducción de estrés de contracción. ⁽¹⁷⁾

INDICACIONES:

Restauraciones anteriores posteriores

Carillas ⁽¹⁷⁾

5.4 GRANDIO (VOCCO)

Composite nanohíbrido (combina partículas SiO_2 de 25 a 75 nm) con otras partículas de microrelleno, tamaño promedio 1 micrón a manera de partícula de andamiaje.

Este nuevo producto (VOCO) combina las propiedades mecánicas y estéticas de un composite nano-particulado más una extremadamente baja contracción de



polimerización: 1.57%. Esto se debe a la alta incorporación de partículas cerámicas que alcanzan una proporción de hasta 87% en peso. ⁽²⁾

Composición:

BisGMA, TEGDMA, UDMA

Canforoquinona más aminas terciarias

El sistema se completa con el adhesivo monofrasco Solobond M

INDICACIONES:

Restauraciones anteriores

Ferulización

Reconstrucción de muñones. ⁽²⁾

5.5 PREMISE TM (kerr)

Contenido de partículas de nanorelleno más pequeñas de 0.02 micras en comparación con las resinas híbridas de 0.4-1 micra. Debido al tamaño más pequeño de sus partículas se produce un efecto camaleónico con más difusión de luz. Al contener una carga de relleno elevada permite una contracción menor siendo de 1.6%, un mejor brillo. ⁽¹⁸⁾



CAPÍTULO VI

IMPLICACIONES DE LA NANOTECNOLOGÍA EN LAS ÁREAS DE LA ODONTOLOGÍA





NANOTECNOLOGÍA EN ÁREAS DE ODONTOLOGÍA.

El desarrollo futuro de estas técnicas en odontología incluyen: reconstrucción tridimensional de imágenes con adquisición de datos fisiológicos, diseño de instrumentos flexibles capaces de desarrollar suturas craneales y faciales, abrasión de tumores orales sin necesidad de incisión quirúrgica y producción de “microchips” e implantes magnéticos con control remoto. ⁽⁴⁾

La nano-odontología hace referencia al uso de la miniaturización de la robótica en odontología.

En un artículo reciente escrito por **Robert Freitas**, se expone la utilidad potencial de la nanorobótica y los nanocomputadores en odontología: ⁽⁴⁾

ANESTESIA: Para inducir la anestesia oral, se podría instalar una suspensión coloidal que contenga millones de partículas analgésicas micrométricas sobre la encía del paciente. (Los robots utilizados en nanomedicina utilizan mecanismos específicos de motilidad para navegar a través de los tejidos y de las membranas plasmáticas). Después del contacto con la corona del diente o con la mucosa, los nanorobots alcanzan la dentina y penetran desde los túbulos dentinales hasta la pulpa, guiados por una combinación de gradientes químicos, temperaturas diferenciales y el control remoto por parte del odontólogo. La presencia de células tales como: fibroblastos gingivales y pulpares, cementoblastos en la unión cemento dentinal, bacterias al lado de los túbulos dentinales, odontoblastos cerca de



la pulpa y la dentina y linfocitos dentro de la lámina propia, sugieren que es posible que los nanorobots viajen desde la encía hasta la pulpa, si se diseñan con un tamaño y una motilidad similar a la de éstas células. ⁽⁴⁾

RECONSTRUCCIÓN DENTAL: La combinación de bioingeniería, de regeneración tisular de drogas gatillo genéticamente diseñadas y de la nanorobótica permitiría la fabricación de dientes en el consultorio odontológico. ⁽⁴⁾

PROCESOS DE RENATURALIZACIÓN: Podrían reemplazarse las amalgamas, resinas y otro tipo de restauraciones por materiales biológicos nativos. ⁽⁴⁾

HIPERSENSIBILIDAD DENTINAL: La hipersensibilidad dentinal puede ser causada por cambios en la presión hidrodinámica transmitida a la pulpa. (Los túbulos de dientes sensibles son más numerosos y de mayor diámetro comparados con los túbulos de dientes no sensibles). Los nanorobots podrían llevar materiales biológicos específicos para ocluir los túbulos, brindando una cura definitiva a estos pacientes. ⁽⁴⁾

ESTÉTICA: El esmalte perdido puede ser reemplazado por materiales artificiales de unión covalente tales como el zafiro y el diamante que ofrecen mejor apariencia y durabilidad con respecto a los materiales estéticos usados actualmente. ⁽⁴⁾

VACUNA ANTICARIES: El desarrollo de dentífricos nanorobóticos liberados por enjuagues o cremas dentales que contengan drogas diseñadas genéticamente contra los agentes patógenos (*streptococo Mutans*) productores de caries, podría ser una herramienta eficaz para prevenir esta



enfermedad. Además los “dentifrorobots” podrían identificar y destruir otras bacterias patógenas residentes en la cavidad oral que ocasionan halitosis y periodontopatías. ⁽⁴⁾

REHABILITACIÓN ORAL: Un gran número de investigaciones están siendo dirigidas hacia la producción de nanocomponentes en los materiales dentales, incluyendo su material estructural, sus propiedades electrónicas, sus sistemas biomédicos y fotónicos. Los materiales de nanorelleno o híbridos orgánicos e inorgánicos (aleaciones metálicas y rellenos de vidrio de composiciones especiales) pueden ser usados como monómeros de matriz para restauraciones dentales. Estos compuestos disminuyen la contracción a la polimerización y mejoran la resistencia y la biocompatibilidad. ⁽⁴⁾

ORTODONCIA: Los nanorobots ortodóncicos permitirían la manipulación directa de los tejidos periodontales (encía, ligamento, cemento y hueso alveolar) para permitir un movimiento rápido del diente (minutos, horas) y sin dolor, por medio de parches dérmicos. La nanotecnología permitirá el control biomecánico de la fuerza, será posible aumentar la ruta de movimiento dental y disminuir la reabsorción radicular y la recidiva. Ésta disciplina unida a la bioinformática y la farmacogenética, podrá desarrollar marcadores activos que permitan el marcaje de sitios específicos de las células modificadas genéticamente en los microvasos del ligamento periodontal. ⁽⁴⁾

Una propuesta interesante en la aplicación de nanorobots en ortodoncia, fue sugerida por Sims (1999), y consiste en reemplazar los brackets por microchips preprogramados dirigidos por computadoras, que controlen la respuesta biomecánica del hueso y del ligamento periodontal. Usando los datos del sistema de tratamiento, las computadoras ortodóncicas diseñarán



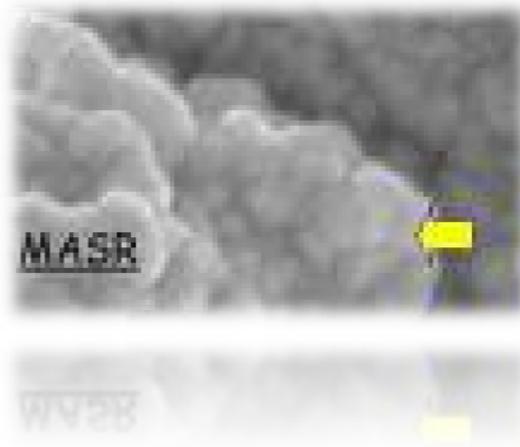
y controlarán la fabricación de una tarjeta de memoria minuciosa como un microchip que lleve a cabo el plan del tratamiento, el programa rutinario de supervisión del paciente, y el sistema de guía para el movimiento del diente. Los microchips de memoria, podrían almacenar y conservar datos del movimiento dental realizado en cada paciente. ⁽⁴⁾

La odontología del futuro será totalmente diferente cuando la farmacogenética, la bioingeniería de tejidos, la terapia con células madre, la terapia génica, la imagenología y la bioinformática confluyan con el propósito de diseñar nuevas técnicas diagnosticas y terapeuticas. ⁽⁴⁾



CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES





CONCLUSIONES

El desarrollo de resinas dentales ha revolucionado el campo de la odontología en los últimos años. Éste desarrollo se ha logrado principalmente a través del descubrimiento de monómeros orgánicos, las modificaciones en la formulación y la tecnología de relleno, los avances en equipos de curado de luz y foto-iniciadores.

A pesar de éstos avances en el desarrollo, las resinas dentales son todavía limitadas por problemas tales como la contracción de polimerización y resistencia al desgaste. La post-contracción de polimerización causa estrés de importancia en la estructura del diente.

Con los recientes avances en nanotecnología y nanomateriales, se postula que las propiedades mecánicas y la contracción de polimerización de los composites dentales pueden ser mejoradas considerablemente.





REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. - Sumita B, Dong W, Brian N. Advances in dental Products. J Am Dent Assoc, 2003; 10: 1382-1390.
2. - Nanotecnología en odontología <http://www.nanodental.com.mx>
- 3.- ¿Cómo ves? Nanomundo la importancia de lo pequeño. Año 5 No. 50. Revista de divulgación de la ciencia de la Universidad Nacional Autónoma de México, pp: 10-16
- 4.- Patricia M, María M, Liliana O. Aplicación de la nanotecnología en odontología. Pontificia Universidad Javeriana.2003 pp: 568-572
- 5.- Nanotecnología <http://www.foresight.org>
- 6.- Bruce J. Crispin, Bases prácticas de la odontología estética. Editorial Masson 1998 pp: 47-93
- 7.- Marcelo C. Chain, Luiz Narciso Baratieri, Restauraciones estéticas con resinas compuestas en dientes posteriores, editorial Latinoamerica 200, pág. 11-26
- 8.- Lutz F, Philips RW, A Clasification and evaluation of composite resin system. J *Prosthet Dent* 1983; 50: 480-488
- 9.- Miyashita E. Salazar FA. Odontología estética el estado del arte.Editorial Latinoamericana. 2006 pp: 64-103
- 10.- Sanzio Marques. Estética con resinas compuestas en dientes anteriores percepción, arte y naturalidad, editorial Amolca 2006 pp.1-13
- 11.- Papadogiannis D, Lakes R, Palaghias G, Helvatjoglu M. The effect of temperature on the viscoelastic properties of nano-hybrid composites *J Dental Materials* 2008; 24: 257-266
- 12.- Ming T, Yi G, Yi L, Yiliang L, Nyle E, Hao F. Fabrication and evaluation of Bis-GMA/TEGDMA dental resins/composites containing nano fibrillar silicate. *J Dental Materials* 2008; 24: 235-243
- 13.- Min-Huey C, Ci-Rong C, Seng-Haw H, Shih-Po S, Wa-Feng S. Low shrinkage light curable composite for dental restorative material. *Dental materials* 2006;22:138-145



14.- Sinval A, Rodrigues J, JackF, Alvaro D. Flexural strength and Weibull analysis of a microhybrid and a nanofill composite evaluated by 3- and 4- point bending test. *J Dental materials* 2008; 24: 426-431

15.- Revista Sonríe No. 29. Mayo 2009 Actualidades en restauraciones directas de resina. Dr Enrique Kogan F. 3M ESPE

16.- Nanoresinas dentales <http://www.3M-ESPE/filtek-silorane/>

17.- Nanotecnología en odontología restauradora <http://www.ivoclarvivadent.com>

18.- Implicaciones de nanotecnología en odontología <http://www.kerrdental.com>