



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE
MÉXICO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**NANOTECNOLOGÍA EN LA PRÁCTICA ODONTOLÓGICA
(REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA)**

T E S I S A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

CIRUJANO DENTISTA

P R E S E N T A :

FERNANDO VELASCO HUITRÓN

**DIRECTOR: MTRO. CARLOS ALBERTO MORALES
ZAVALA**

MÉXICO D. F.

ABRIL 2007



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.

NANOTECNOLOGIA EN LA PRÁCTICA ODONTOLÓGICA

INDICE

INTRODUCCION

CAPITULO I. ANTECEDENTES HISTORICOS

1 Breve historia de la Odontología.....	4
2 Breve historia de la Tecnología.....	5
3 Breve historia de la Nanotecnología	7

CAPITULO II. CONCEPTOS BASICOS

2.1 Definición de Odontología.....	9
2.1.1 Definición etimológica de Odontología.....	9
2.2 Definición de Ciencia y Tecnología.....	10
2.2.1 Definición etimológica de Tecnología.....	11
2.3 Definición de Nanotecnología.....	11
2.3.1 Definición etimológica de Nanotecnología.....	12
2.3.2 Tipos de Nanotecnología.....	13
2.4 Concepto de Nanociencia.....	14

CAPITULO III. LA NANOTECNOLOGIA APLICADA EN ALGUNAS DISCIPLINAS

3.1 La Nanotecnología en la Química.....	17
3.2 La Nanotecnología en la Bioquímica.....	20
3.3 La Nanotecnología en la Medicina.....	21

CAPITULO IV. LA NANOTECNOLOGIA APLICADA A LAS CIENCIAS ODONTOLOGICAS

4.1 Inicios de la Nanotecnología en la Odontología.....26

4.2 Aplicaciones de la Nanotecnología en la Odontología Estética y Restaurativa.....29

4.2.1 Resinas con Nanocompuestos.....31

4.2.2 Adhesivos con Nanotecnología.....35

4.3 Aplicaciones de la Nanotecnología en Materiales de Impresión.....38

CAPITULO V. CASO CLINICO

CAPITULO VI. FUTURAS APLICACIONES

6.1 Pieza de Mano con Miniturbina de Motores Moleculares.....46

6.2 Fresas con Nanotecnología.....48

6.3 Antibióticos con nanotecnología.....49

CONCLUSIONES

BIBLIOGRAFIA

INTRODUCCION

En este texto veremos que la nanotecnología no es ciencia ficción. La información parecería una película de Steven Spielberg, sin embargo esto ya es realidad en nuestros tiempos, y su avance y desarrollo están tan presentes como cualquier otra tecnología. De hecho, la usamos a diario, y la mayoría de la población no la percibe como tal.

La nanotecnología abarca varias áreas, haciendo referencia a la fabricación de estructuras de carbón, silicio, materiales inorgánicos, metales y fabricación de materiales con tecnología de vanguardia a precios accesibles, que es una de las metas de esta ciencia. Recientemente la nanotecnología, interviene también en el diseño de los sistemas biológicos que existen en un entorno acuoso, incluyendo el material genético, las membranas, las enzimas y otros componentes celulares. La aplicación de la nanotecnología en la biología se produce mediante la elaboración de nanorobots móviles, sensores, ordenadores y diversos aparatos implantados en el cuerpo humano, que puedan ser usados para la eliminación del tejido dañado.

La odontología no es la excepción del avance de esta área combinada con otras, muchos de los materiales utilizados para la práctica odontológica cuentan ya con nanotecnología, por ejemplo: materiales de impresión, material de relleno de resinas compuestas, adhesivos, entre otros, por lo cual es necesario saber de que trata esta tecnología, de donde el nombre, que abarca, donde mas se emplea y como se emplea, e incluso que se podría emplear con la misma, por esta razón la tarea de esta tesis fue recopilar información referente al tema que pudiera de alguna forma ilustrarnos sobre la materia de la nanotecnología.

I. ANTECEDENTES HISTORICOS

Es fundamental, antes de empezar a hablar de cualquier tema, conocer de lo que se habla, y esto lo podemos lograr en base en su historia dentro de sus acontecimientos en el transcurso del tiempo a la actualidad.

1.1 Breve historia de la odontología

El primer odontólogo conocido fue un egipcio llamado Hesi-Re, en el año 3000a.c. Y algunos maxilares encontrados en Egipto del año 2900a.c. muestran dos agujeros abiertos en el hueso, presumiblemente para drenar un absceso dental, con esto podemos decir que los Egipcios fueron los primeros en designar un doctor que se especializara en el tratamiento de los dientes.

En el año 1300a.c Aescuplapius, el médico Griego, es acreditado por muchos con el concepto de la extracción de dientes enfermos, Hipócrates y Aristóteles escribieron sobre ungüentos y procedimientos de esterilización usando un alambre caliente para tratar las enfermedades de los dientes y de los tejidos orales alrededor del año 500a.c. También hablaron sobre la extracción dental y el uso de alambres para estabilizar fracturas maxilares y ligar dientes perdidos, y el escritor medico Celsus (año 100a.c.) menciona enfermedades orales y tratamientos con narcóticos.

El primer texto en odontología se publica en Inglés por Charles Allen en 1685, “El Operador de Dientes” (*The Operator for Teeth*). Y Pierre Fouchard publica “El Cirujano Dentista” (*The surgeon dentist*) en 1728. Después en 1816 AugusteTaveau desarrollo la primera amalgama, y el odontólogo Thomas Morton es el primero en demostrar el uso de la anestesia para la cirugía en 1840.

También en 1840 se funda la primera escuela dental del mundo: “El Colegio Baltimore de Cirugía” (*The Baltimore College of Surgery*) por Horace Hayden y Chapin Harray, también en ese entonces se inicio la primera sociedad dental del mundo “La Sociedad Americana de Cirugía Dental” (*The American Society of Dental Surgery*) (ASDA) la cual posteriormente se convirtió en la “Asociación Dental Americana” (American Dental Associaton) (ADA). En 1895 Wilhelm

Roentgen descubre la radiación X, diez años después G. V. Black estandariza la preparación de cavidades. En 1926 el reporte Gies publicado por la fundación Carnegie, llama la atención para que las escuelas dentales estén basadas en una universidad. En el año de 1955 Michael Buonocore inventa los rellenos blancos de la resina y describió el método de adhesión, dos años después se inventa la primera pieza de mano de alta velocidad de aire. En 1980 Ingvar Branemark describe la técnica para implantes dentales.¹

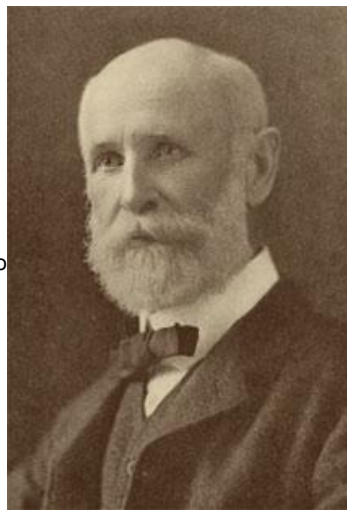


a.c.)

en Egipto

Consultorio dental (1880)

1836-1915)



Odontología
(año 3000



(Dr. Green Vardiman Black

1.2 Breve historia de la tecnología

Existe una notable diferencia entre el hombre de hace unas cuantas décadas y el hombre moderno, tal diferencia se ha dado con las innovaciones tecnológicas.

Los artefactos humanos más antiguos que se conocen son las hachas manuales de piedra encontradas en África, en el este de Asia y en Europa, que datan aproximadamente del 250.000 a.c., y sirven para definir el comienzo de la edad de piedra. El siguiente gran paso de la tecnología fue el control del fuego.

Para ayudar al transporte eficiente de mineral, para la creciente industria del cobre se construyeron carros de dos ruedas (la rueda más antigua databa aproximadamente del año 3500a.c. en Mesopotamia).

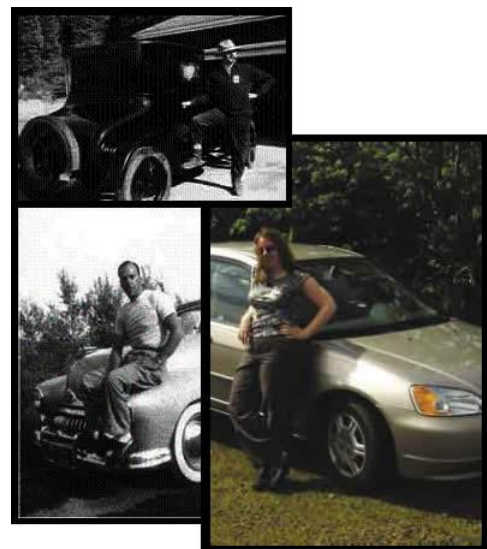
Los griegos fueron los primeros en convertirse en una potencia, a través de sus conocimientos tecnológicos. El Imperio romano que conquistó y reemplazó al de los griegos fue similar en este aspecto este periodo histórico transcurrido entre la caída de Roma y el renacimiento (aproximadamente del 400 al 1500), se conoce como edad media. Se produjeron también cambios importantes en la tecnología marina. Otros inventos medievales, fueron el reloj y la imprenta, los cuales tuvieron gran influencia en todos los aspectos de la vida humana.

Algunas realizaciones de ingeniería como la construcción del canal de Suez, el canal de Panamá y la torre Eiffel (1889), así como también el telégrafo y el ferrocarril, todos ellos produjeron orgullo y, en gran medida asombro, a finales del siglo XIX, la bombilla (foco) inventada por Thomas Alva Edison comenzó a reemplazar a las velas y las lámparas.

En el siglo XX los logros tecnológicos fueron insuperables, con un ritmo de desarrollo mucho mayor que en periodos anteriores. La invención del automóvil, la radio, la televisión, el teléfono y el internet revolucionó el modo de vida y de trabajo de muchos millones de personas. Las dos áreas de mayor avance han sido la tecnología médica, que ha proporcionado los medios para diagnosticar y vencer muchas enfermedades mortales, y la exploración del espacio, donde se ha producido el logro tecnológico más espectacular del siglo, por primera vez los hombres consiguieron abandonar y regresar a la biosfera terrestre.^{2,3,4}



Un simple ejemplo de la evolución de la tecnología



3 Historia de la nanotecnología

El premio Nóbel de Física, obtenido por Richard Feynman que fue el primero en hacer referencia a las posibilidades de la nanociencia y la nanotecnología en el célebre discurso que dio en el Caltech (*Instituto Tecnológico de California*) el 29 de diciembre de 1959 titulado *Al fondo hay espacio de sobra* (*There's Plenty Room at the Bottom*).⁵

“Los principios de Física, como yo lo veo, no hablan de la posibilidad de maniobrar cosas átomo por átomo. Esto no es un intento de violar alguna ley; es algo que en principio se puede hacer; pero en la práctica no se ha hecho porque somos demasiado grandes.”

Otro visionario de esta área fue Eric Drexler quien predijo que la nanotecnología podría usarse para solucionar muchos de los problemas de la humanidad, pero también podría generar armas poderosísimas. Creador del Foresight Institute (*Instituto de Previsión*) y autor de libros como *Máquinas de la creación* (Engines of creation), muchas de sus predicciones iniciales no se cumplieron, y sus ideas parecen exageradas en la opinión de otros expertos.

Piénsese en la cabeza de un alfiler. Intente imaginar "algo" un millón de veces más pequeño y que además sea un robot. A esa escala se maneja la nanotecnología, que permite llegar a lugares donde nunca antes el ser humano ha llegado.

En el año 2000 se difundió entre los medios de comunicación el descubrimiento de la cámara endoscópica. Esta cámara grabadora, del tamaño de una aspirina, fue probada en 10 pacientes. Debía ser tragada por el paciente y, después de recorrer todo el cuerpo y tomar imágenes de los intestinos, era expulsada con las heces. En el caso de esos 10 pacientes funcionó muy bien y se consiguieron imágenes de gran resolución. La investigación fue fruto del trabajo en conjunto de un grupo de investigadores de Gran Bretaña e Israel. Parece que es un invento que puede llevarse a la

práctica. Por otra parte, en agosto del 2004 se ha publicado que biofísicos del Reino Unido han desarrollado un aparato de ultrasonidos de 1 milímetro de diámetro, que sirve para ver si las arterias están obstruidas.

Actualmente, alrededor de 40 laboratorios en todo el mundo canalizan grandes cantidades de dinero para la investigación en nanotecnología. Unas 300 empresas tienen el término “*nano*” en su nombre, aunque todavía hay muy pocos productos en el mercado.

Algunos gigantes del mundo informático como IBM, Hewlett-Packard (HP), NEC e Intel están invirtiendo millones de dólares al año en el tema. Los gobiernos del llamado Primer Mundo también se han tomado el tema muy en serio, con el claro liderazgo del gobierno estadounidense, que para este año ha destinado 570 millones de dólares a su *National Nanotechnology Initiative (Iniciativa Nacional de Nanotecnología)*.^{6,7}



Richard Feynman (1918-1988)



Erick Drexler

II. CONCEPTOS BASICOS

En el desarrollo de esta recopilación se usaran conceptos que es de vital importancia que se comprendan para un entendimiento mas extenso, y aclarar cualquier duda en el desarrollo de este tema.

2.1 Definición de Odontología

Odontología es la especialidad que se encarga del diagnóstico, tratamiento y prevención de las enfermedades que afectan el aparato estomatognático: los dientes, la encía, la lengua, el paladar, la mucosa oral, las glándulas salivales y otras estructuras anatómicas implicadas, como los labios y articulación temporomandibular (o cráneomandibular).⁸

Otra definición de odontología que se puede citar es aquella que menciona, que la odontología es la especialidad que se encarga del diagnóstico, tratamiento y prevención de las enfermedades que afectan a los dientes y a los tejidos adyacentes de la cabeza, cuello y boca. La odontología se subdivide en especialidades como: odontología restauradora, cirugía oral, ortodoncia, prótesis o prostodoncia, periodoncia, endodoncia, odontopediatría y odontología preventiva.

2.1.1 Definición etimológica de Odontología

La palabra odontología tiene su inicio en las raíces etimológicas del griego correspondiendo:

Odonto	a	<i>Diente</i>
	Y	
Logos	a	<i>Estudio</i>

Por lo tanto odontología etimológicamente y lo que la palabra significa seria “*El estudio de los dientes*”.¹

2.2 Definición de Ciencia y Tecnología

El significado de los términos ciencia y tecnología han variado significativamente de una generación a otra. Sin embargo, se encuentran más similitudes que diferencias entre ambos términos.

Hablando de *tecnología* se diría que es el conjunto ordenado de conocimientos y procesos que tienen como objetivo la producción de bienes y servicios, teniendo en cuenta la técnica, la ciencia y los aspectos económicos, sociales y culturales implicados. También se engloba en el término tecnología a los productos resultantes de esos procesos cuando responden a las necesidades o a los deseos de la sociedad y tienen como propósito la mejora de la calidad de vida.

La versión 2006 del Diccionario de la Real Academia es la siguiente:

Conjunto de teorías y de técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico. Esta acepción asimila la *tecnología* a la tecno-ciencia.

El vocablo *ciencia* proviene del latín *scientia*, que en un sentido escrito significa "saber". Sin embargo, al término saber debe otorgársele un significado más amplio y, así, ciencia sería el "conjunto de lo que se sabe por haberlo aprendido mediante una continua actividad mental".⁹

Tanto la ciencia como la tecnología implican un proceso intelectual, ambas se refieren a relaciones causales dentro del mundo material y emplean una metodología experimental que tiene como resultado demostraciones empíricas que pueden verificarse mediante repetición. La ciencia, al menos en teoría, está menos relacionada con el sentido práctico de sus resultados y se refiere más al desarrollo de leyes generales.

En los últimos años se ha desarrollado una distinción entre ciencia y tecnología. Con frecuencia los avances científicos soportan una fuerte oposición, pero en los últimos tiempos muchas personas han llegado a temer más a la tecnología que a la ciencia. Para estas personas, la ciencia puede percibirse como una fuente objetiva y serena de las leyes eternas de la naturaleza, mientras que estiman que las manifestaciones de la tecnología son algo fuera de control.

2.2.1 Definición etimológica de Tecnología.

El término **tecnología** es una palabra compuesta de origen griego, τεχνολογος, formado por las palabras *tekne* (τεχνη, "arte, técnica u oficio") y *logos* (λογος, "estudio"), por lo tanto, tecnología es el estudio de los oficios. Aunque hay muchas tecnologías muy diferentes entre sí, es frecuente usar el término en singular para referirse a una o al conjunto de todas ellas.²

2.3 Definición de nanotecnología

La palabra "*nanotecnología*" (término acuñado en 1974 por el japonés Taniguchi Norio) es usada extensivamente para definir las ciencias y técnicas que se aplican a un nivel de nanoescala, esto es, unas medidas extremadamente pequeñas "nanos" que permiten trabajar y manipular las estructuras moleculares y sus átomos. En síntesis nos llevaría a la posibilidad de fabricar materiales y máquinas a partir del reordenamiento de átomos y moléculas.

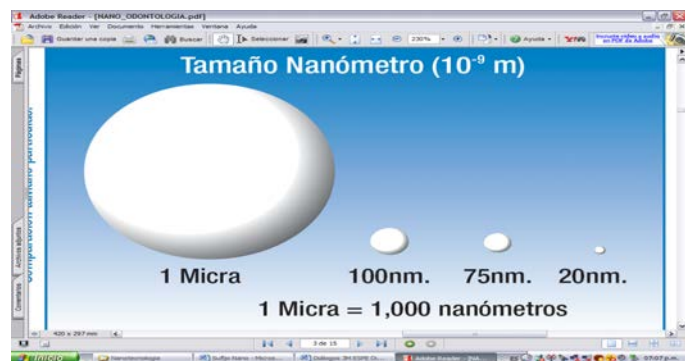
La mejor definición de Nanotecnología que podría mencionar es esta: La nanotecnología es el estudio, diseño, creación, síntesis, manipulación y aplicación de materiales, aparatos y sistemas funcionales a través del control de la materia a nano escala, y la explotación de fenómenos y propiedades de la materia a nano escala.

Cuando se manipula la materia a la escala tan minúscula de átomos y moléculas, demuestra fenómenos y propiedades totalmente nuevas. Por lo tanto, los científicos utilizan la nanotecnología para crear materiales, aparatos y sistemas novedosos y poco costosos con propiedades únicas.

Para comprender la escala a la que trabaja la Nanotecnología conviene recordar que un nanómetro (nm) es la mil millonésima parte de un metro, así como ofrecer datos sobre algunas dimensiones: ácaro (100.000 nm), eritrocito (10.000 nm), bacteria (1.000 nm), herpes virus (100 nm), polio virus (10 nm), hebra de ADN y nanotubo de carbono (1 nm) y átomo de hidrógeno (0,1 nm).

Por lo tanto, el tamaño sí importa, y mucho, ya que la Nanotecnología trabaja a nano escala, átomo por átomo o molécula por molécula, es decir, a la misma escala a la que trabaja la Naturaleza, lo que permite a los científicos atrapar y situar átomos y moléculas en posiciones determinadas y fabricar artefactos (estrategia *Bottom-Up* o “de abajo a arriba”) con una precisión de unos pocos átomos (aproximadamente, 1 nm equivale a 10 átomos de hidrógeno en línea). De este modo, los científicos pueden adentrarse en el nanomundo y descubrir fenómenos y propiedades de la materia hasta ahora desconocidos, que permiten el desarrollo de numerosas nanoaplicaciones que pueden resultar de una extraordinaria importancia.⁵

Un átomo de hidrógeno tiene un tamaño de 0,1 a 0,2 nm y la letra “l” impresa aquí tiene un ancho aproximado de un millón de nanómetros.



2.3.1 Definición etimológica de Nanotecnología

- **Nano** (símbolo **n**) es un prefijo del Sistema Internacional de Unidades que indica un factor de 10^{-9} . Confirmado en 1960, viene del griego vávος, que significa *enano*.
- También se utiliza como prefijo en formación de palabras referidas a la nanotecnología. Por ejemplo, nanomáquina o nanorrobot.
- El término “nano” viene del latín *nanus*, que significa enano. Científicamente, es una unidad de medida y equivale a una milmillonésima (10^{-9}) parte. Un nanometro es igual a 1/1000 micras.

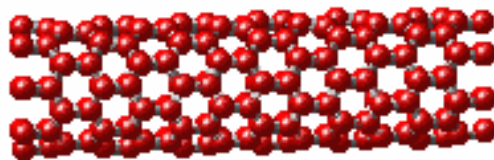
2.3.2 Tipos de Nanotecnología

Existen tres campos independientes e interdependientes que son las ramas de investigación del desarrollo de la nanotecnología molecular.

- LA NANOTECNOLOGIA SECA

Esta rama de la nanotecnología es empleada para la fabricación de estructuras de carbón (Ej.: los nanotubos de carbón), silicio, materiales inorgánicos, metales y semiconductores.

En la electrónica, magnetismo y dispositivos ópticos; autoensamblaje controlado por computadora.



- LA NANOTECNOLOGIA HUMEDA

La nanotecnología húmeda es aplicada en sistemas biológicos que existen en un entorno acuoso incluyendo material genético, membranas, enzimas y otros componentes celulares.

Nanotecnología húmeda.

- Sistemas biológicos que existen en un entorno acuoso incluyendo material genético, membranas, enzimas y otros componentes celulares.
- Organismos vivos cuyas formas, funciones y evolución son gobernados por las interacciones de estructuras de escalas nanométricas.



016999-120602 NANOTECNOLOGÍA - 5TH Media Argentina 11

Nanotecnología húmeda.

- Sistemas biológicos que existen en un entorno acuoso incluyendo material genético, membranas, enzimas y otros componentes celulares.
- Organismos vivos cuyas formas, funciones y evolución son gobernados por las interacciones de estructuras de escalas nanométricas.



016999-120602 NANOTECNOLOGÍA - 5TH Media Argentina 11

También en organismos vivos cuyas formas, funciones y evolución son gobernadas por las interacciones de estructuras de escalas nanométricas.

- NANOTECNOLOGIA COMPUTACIONAL

Se utiliza para el modelado y simulación de estructuras complejas de escala nanométrica.

También se puede manipular átomos utilizando los nanomanipuladores controlados por computadoras.

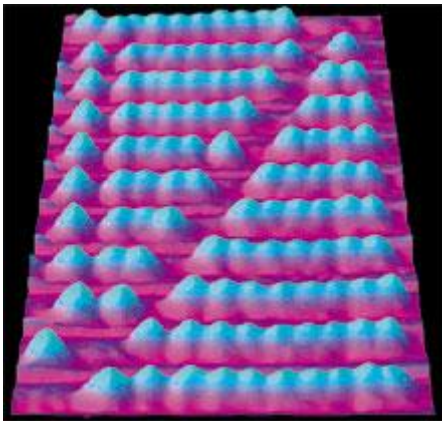


Imagen tomada con un microscopio STM de lo que podríamos calificar como un "nanoárbol"

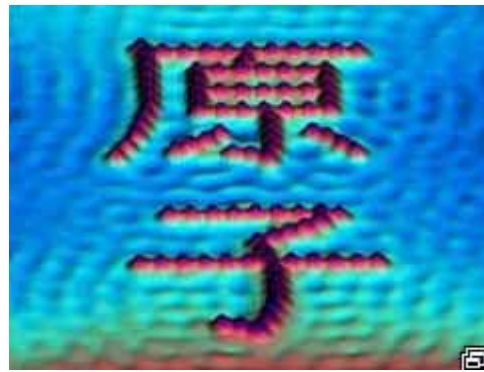


Imagen tomada con un microscopio STM de caligrafía oriental con átomos de Fe sobre un sustrato de Cobre

Las últimas propuestas tienden a usar una combinación de la "nanotecnología húmeda" y la "nanotecnología seca".

Una cadena de ADN se programa para forzar moléculas en áreas muy específicas dejando que uniones covalentes se formen en estas áreas.

Las formas resultantes se pueden manipular para permitir el control posicional y la fabricación de nanoestructuras^{12,13,14,15}.

2.4 Concepto de Nanociencia

La *nanociencia* no tiene un área específica de investigación. Su propósito es conocer qué pasa a escalas de 0.1 - 100 nanómetros. Un nanómetro (nm) es 10^{-9} metros, alrededor de 10 átomos de hidrógeno. Un leucocito tiene

alrededor de 10.000 nm de diámetro. La nanociencia trata de comprender qué pasa a estas escalas, y la nanotecnología busca manipularlo y controlarlo.

La nanociencia está unida en gran medida desde la década de los 80 con Drexler y sus aportaciones a la "nanotecnología molecular", esto es, la construcción de nanomáquinas hechas de átomos y que son capaces de construir ellas mismas otros componentes moleculares. Desde entonces Eric Drexler, se le considera uno de los mayores visionarios sobre este tema. Ya que en 1986, en su libro "Engines of creation" introdujo las promesas y peligros de la manipulación molecular.⁷

El padre de la "nanociencia", es considerado Richard Feynman, premio Nóbel de Física, quién en 1959 propuso fabricar productos en base a un reordenamiento de átomos y moléculas. En ese mismo año, el gran físico escribió un artículo que analizaba cómo los ordenadores trabajando con átomos individuales podrían consumir poquísima energía y conseguir velocidades asombrosas. Podemos decir que muchos progresos de la nanociencia estarán entre los grandes avances tecnológicos que cambiarán el mundo.^{5,8}

III. LA NANOTECNOLOGIA APLICADA EN ALGUNAS DISCIPLINAS

De todo lo expuesto anteriormente es fácil deducir que sumergirse en algo tan pequeño como el nanomundo puede ejercer una influencia decisiva en algo tan grande como el macromundo, en otras palabras: “pequeñas soluciones a grandes problemas”.

Como se ha visto esta nueva ciencia es de gran interés no solo para algunas personas, sino para todos y esto significa para gran parte de las ciencias ya existentes.

La compatibilidad de la nanotecnología en muchas áreas o disciplinas por que el campo es altamente interdisciplinario, es de gran importancia para la evolución de las mismas.

La revista Forbes acaba de publicar una lista de lo que considera los 10 mejores productos realizados con nanotecnología y comercializados durante el año 2004. Los mejores nano-productos según la opinión de los expertos de Forbes y Lux Research son los siguientes:

1. *Hotbeds* (calientapiés). Un producto fabricado con nanotecnología y utilizado para calentar pies. Comercializado por Shock Doctor, se introducen en botas militares para lograr un alto nivel de calor y comodidad. Solo tienen un grosor de 2.5mm y el coste de un par es \$19.99.
2. *Colchón lavable*. Un producto lanzado por Simmons Bedding Company, es un colchón con varias capas. La nanotecnología aplicada permite atrapar sudor y humedad en una capa del colchón que luego se puede quitar con cremallera y lavar como cualquier prenda lavable.
3. *Pelotas de golf*. Este producto de NanoDynamics, son pelotas de golf capaces de reducir de forma dramática los giros y movimientos a los que puedan estar sujetas las pelotas durante un partido.

4. *Productos de belleza personalizados.* Con ayuda de la nanotecnología, Bionova ofrece productos de cuidado cutáneo hechos a medida según la edad, profesión, estilo de vida etc. de sus clientes.
5. *Vendas para quemaduras.* Nucryst Pharmaceuticals utiliza nanopartículas de plata para fabricar vendas especiales para grandes quemaduras y heridas crónicas. La plata mata a bacterias, por lo que la incorporación de este metal en las vendas es un gran avance hecho posible a través de la nanotecnología.
6. *Desinfectantes.* Para uso militar en aviones, barcos, submarinos etc., este producto de Enviro Systems realizado con nanoesferas limpia y desinfecta sin tener efectos nocivos para los usuarios.
7. *Mincor.* Este producto de BASF utiliza nanopartículas es para mejorar la capacidad hidrofóbica de materiales utilizados en el sector de la construcción. A través de esta técnica, los edificios se mantienen más limpios y secos.
8. *Clarity Defender.* Un producto para parabrisas de coches capaz de repelar la lluvia, nieve, hielo, insectos etc. que mejora la claridad de visión hasta un 35% durante una noche lluviosa. El producto se fabrica con una capa de nanopelícula
9. *Pomada para dolores musculares.* Flex Power, esta pomada utiliza nano liposomas para calmar los dolores. Muchos atletas ya lo utilizan.
10. *Adhesivo dental.* Desarrollado con nanopartículas, este adhesivo ofrece más garantías que los adhesivos utilizados actualmente por dentistas.¹⁶

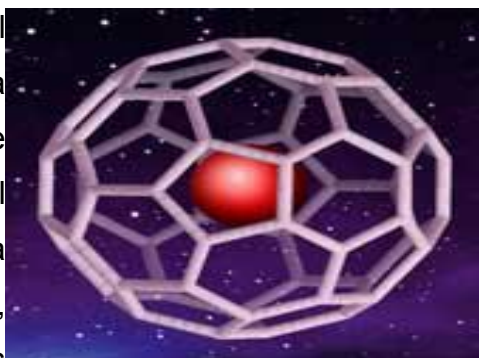
A continuación se mencionaran algunos de los reportes con los avances de la combinación de esta nueva ciencia con otras disciplinas de mayor afinidad e importancia en esta rama.

3.1 La Nanotecnología en la Química

En la Universidad Rice, en Houston, Texas, el astroquímico Harry Kroto, junto a los investigadores norteamericanos Richard Smalley y Robert Curl y dos estudiantes de postgrado, reconocieron por vez primera una nueva forma de

carbono puro en nuestro planeta. Se creía que el carbono solo existía en dos formas naturales estables: el diamante y el grafito.

La nueva forma del carbono estaba compuesta por una colección de 60 átomos, organizados de forma similar a la de un balón de fútbol (llamados fullerenos) la cual abrió una puerta al desarrollo de la nanotecnología, donde estarían las probables aplicaciones de los fullerenos.



carbono estaba compuesta por una colección de 60 átomos, organizados de forma similar a la de un balón de fútbol (llamados fullerenos) la cual abrió una puerta al desarrollo de la nanotecnología, donde estarían las probables aplicaciones de los fullerenos.

En 1991, el fullereno fue declarado la molécula del año por la revista científica *Science*

El impacto es que abre nuevas perspectivas al conocimiento de las estructuras nanométricas, especialmente en el área de los nuevos materiales. Los fullerenos nos hablan sobre la composición de materiales en los cuales antes no podíamos pensar. En cuanto a su aplicación práctica ya se han usado en los plásticos, en la farmacéutica y se aplicará también en la electrónica y para tener materiales más resistentes.

La nanotecnología es la química del siglo XXI y por eso es muy importante que todos los países la tengan en consideración. Vincula la biología con la física y la ingeniería, apoyados todos por la química. Es poderosa y por eso será un beneficio para la humanidad, si se emplea de forma inteligente, y un peligro también si se usa para cuestiones militares, por ejemplo. Por eso hay que ser muy cuidadoso en los objetivos.¹⁷

Motor molecular arranca con energía química

Un equipo de investigadores de la Universidad de Groningen en Holanda ha creado un motor molecular que funciona con energía química. La mitad de la molécula realiza giros completos con respecto a la otra mitad.

"Tenemos pruebas de principio de un motor rotatorio alimentado por energía química. Es decir, por primera vez una secuencia de reacciones químicas induce una rotación unidireccional de 360 grados en un sistema completamente artificial. A pesar de que es un sistema extremadamente primitivo, lejos de cualquier motor biológico, nuestro descubrimiento nos indica que es posible construir un motor rotario útil con potencia química".

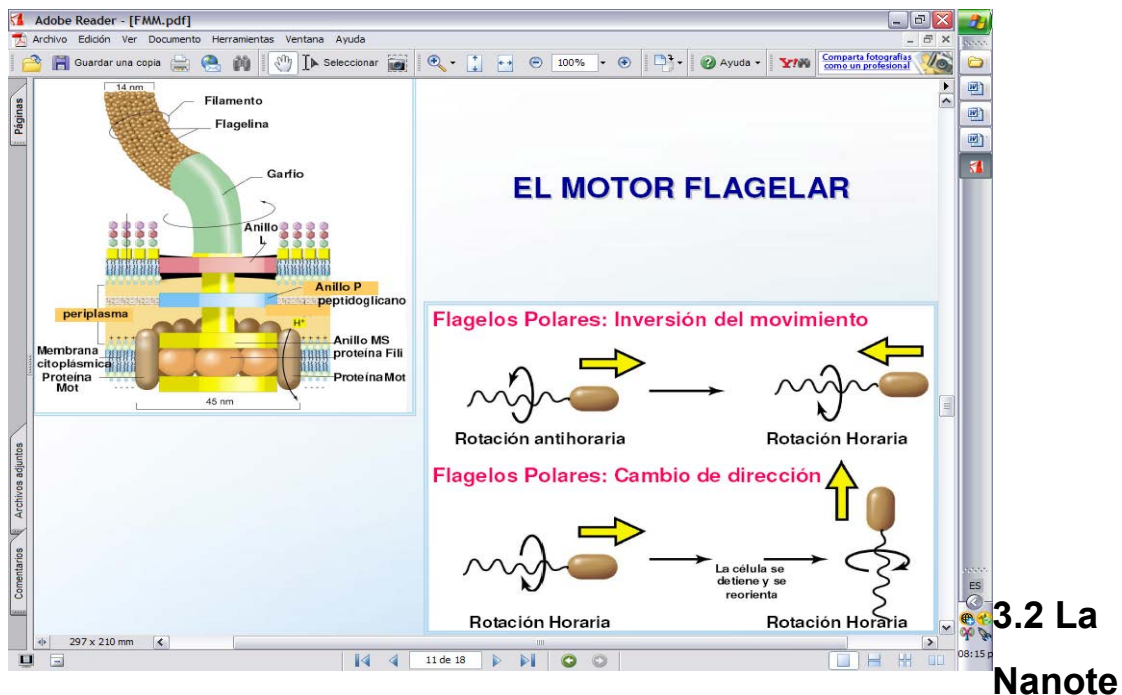
Los científicos dicen que se logra la rotación mediante una mezcla de reacciones químicas y la oscilación termal al azar.

El rotor molecular gira por cuatro estaciones estructuralmente distintas, llevado por una reacción química diferente cada vez. Los pasos primero y tercero de la rotación conlleva la rotura de unión carbon-carbon, mientras los pasos segundo y cuarto conlleva la creación de la unión. Cada paso lleva a un giro de noventa grados.

Según los investigadores, es necesario un equilibrio muy delicado de eventos químicos. Pero lo importante es que la investigación demuestra que la técnica es posible.

El siguiente paso de los científicos es rediseñar el motor y la química para reducir la complejidad del proceso actual que impide su aplicación. Quieren reducir el número de conversiones químicas necesarias y agilizar el proceso. No obstante, están convencidos que con el tiempo y mucho esfuerzo podrán dar potencia a, mover o transportar algo.

El montaje de estas máquinas moleculares se basa en la comprensión y el conocimiento de las débiles fuerzas intermoleculares que se ha conseguido en la química supramolecular. Interacciones tales como el enlace por puentes de hidrógeno, transferencia de carga y fuerzas de Van der Waals han sido usadas para organizar y dirigir el ensamblaje de estos sistemas moleculares multicompuestos. Estas interacciones son también responsables de la absorción de moléculas huéspedes en el interior de soportes adecuados, dando lugar a una química supramolecular en la cual las propiedades moleculares de una especie en un medio inerte se controlan a menudo de una forma dramática por las características del soporte.¹⁸



3.2 La Nanote

cnología en la Bioquímica

Detección química e imágenes biológicas

Investigadores de la Universidad de Rice elaboran 'nanoarroz' La forma de las nanopartículas podría mejorar la detección química y la formación de imágenes biológicas.

Un equipo de ingenieros, físicos y químicos del Laboratory for Nanophotonics (LANP) de Rice ha desarrollado partículas de oro y óxido de hierro en forma de arroz.

"A nanoescala, la forma de una partícula desempeña un papel fundamental en el modo en que ésta interacciona con la luz", afirmó Naomi Halas, Director del LANP. "Estábamos buscando una forma nueva que combinase las mejores propiedades de las dos formas más útiles desde el punto de vista óptico: esfera y cilindro. Es solo una coincidencia que esa forma resultase ser exactamente como un grano de arroz".

Las nanopartículas en forma de arroz se pueden utilizar para enfocar la luz hacia pequeñas regiones de espacio. Los científicos de Rice planean sacar provecho de esto utilizando los granos de nanoarroz en microscopios electrónicos. Acercando los granos a las proteínas y a otros elementos todavía

sin trazar de la superficie de las células, esperan obtener una imagen mucho más clara que las que se pueden obtener con la tecnología actual.¹⁸

3.3 La Nanotecnología en la Medicina

Un equipo de investigación de la Universidad de Purdue ha demostrado que los nanotubos de carbón podrían mejorar aplicaciones de prótesis ortopédicas. Los científicos han demostrado que al crear implantes con la alineación en paralelo de nanotubos de carbón y filamentos, se favorece mejor adhesión y crecimiento celular. Esta alineación imita a la de las fibras de colágeno y cristales cerámicas naturales, hidroxiapatita, en los huesos reales.

Se utilizaron dos métodos para la alineación en paralelo de los nanotubos. Uno a través de la aplicación de corrientes eléctricas a una mezcla de nanotubos y polímero, y el otro mediante la utilización de uno.¹⁸

Cáncer: nanopartículas contra la resistencia a la quimioterapia

Las nanopartículas podrían desempeñar un papel importante en la inhibición de la resistencia a los multifármacos utilizados en quimioterapia.

Una nueva investigación sugiere que el tamaño y la química de la superficie de las nanopartículas, así como las extrañas propiedades de las nanopartículas magnéticas, pueden contribuir a un mayor efecto sinérgico de la absorción de fármacos por parte de las células cancerosas.

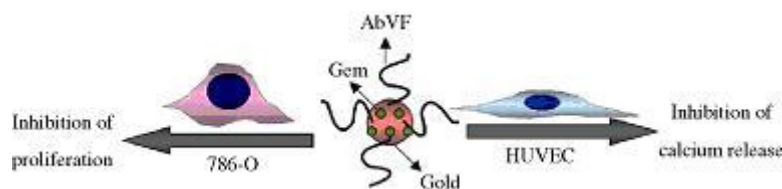


Accumulation of LHRH-SPIONs and SPION in vitro Accumulation of LHRH-SPION in lung metastases

La resistencia a multifármacos, mecanismo principal por el cual muchos cánceres desarrollan una resistencia a los fármacos de la quimioterapia, es uno de los factores principales en el fracaso de muchas formas de quimioterapia. Una nueva investigación realizada por científicos chinos sugiere que el tamaño y la química de la superficie de las nanopartículas, así como las

extrañas propiedades de las nanopartículas magnéticas podrían contribuir a un mayor efecto sinérgico de la absorción de fármacos por parte de las células cancerosas a las que va dirigido el tratamiento. Estos descubrimientos podrían dar lugar a prometedoras aplicaciones biomédicas para la terapia del cáncer.

La profesora Xuemei Wang, del State Key Laboratory of Bioelectronics (Laboratorio Chien-Shiung Wu) de Nanjing, en la Republica China, junto con varios colegas de la Universidad de Southeast, ha publicado el 26 de junio de 2006, en la versión en línea de Nanotechnology, un trabajo titulado "Efecto sinergetico en el aumento de nanopartículas magnéticas de anticancer sobre la acumulación de drogas en las células cancerigenas" "*Synergistic enhancement effect of magnetic nanoparticles on anticancer drug accumulation in cancer cells*".¹⁸



Nanotubos de carbono y VIH

Investigadores de la Universidad de Stanford podrían haber encontrado un modo de combatir el VIH con nanotubos de carbono. Esta nueva técnica de interferencia de ARN (RNAi), que utiliza pequeños trozos de ARN para cerrar los genes causantes de la enfermedad, podría ser un arma importante en la lucha contra enfermedades como el cáncer o el sida. La técnica consiste en inhibir el gen que controla la expresión de las proteínas receptoras en la superficie de los glóbulos blancos conocidos como linfocitos T; el virus se fija a este receptor y, a continuación, se introduce en los linfocitos T y los infecta. Si el ARN de interferencia pudiera cerrar los receptores, el virus no tendría por dónde introducirse en las células. Sin embargo, el ARN no atraviesa fácilmente las membranas celulares y no entra por sí solo en las células, por lo que los investigadores están intentando encontrar un modo eficaz de introducirlo en ellas.

En un trabajo publicado en la revista *Angewandte Chemie*, el profesor Hongjie Dai y sus colegas han utilizado los nanotubos para transportar el ARN al interior de los glóbulos blancos del sistema inmunológico humano, haciendo que éstos sean menos vulnerables al ataque del virus VIH.

Cuando los investigadores introdujeron los linfocitos T en una disolución del complejo formado por ARN y nanotubos de carbono las proteínas receptoras que se encuentran en la superficie de las células disminuyeron en un 80%.

Para Judy Lieberman, investigadora del Harvard Medical School Center for Blood Research, este trabajo presenta un nuevo enfoque muy interesante, pero señala que es todavía muy pronto para saber si funcionará en vivo, en el interior del cuerpo. Según Lieberman el principal inconveniente de esta aplicación terapéutica es la posible toxicidad de los nanotubos. Y añade que los investigadores deberán realizar unos amplios estudios de toxicidad antes de poder garantizar que los nanotubos son totalmente seguros para su uso en humanos.

Los investigadores de Stanford mantuvieron los linfocitos T en la disolución de nanotubos durante tres días, sin observar ninguna aceleración o anomalía en la muerte de las células. Según señala Dai, también se realizó un exhaustivo estudio de toxicidad de los nanotubos en vivo con roedores y sin que se observara ningún efecto secundario evidente.

Los investigadores pretenden desarrollar ahora un mecanismo que permita dirigir los nanotubos de carbono a las células deseadas. "Podríamos combinar ciertos péptidos o anticuerpos con los nanotubos para que estos se dirijan a determinados tipos de células, en este caso, a los linfocitos T", señala Dai.

Aún así, la técnica deberá superar otras dificultades en el interior del cuerpo humano: los fagocitos podrían eliminar los nanotubos o éstos podrían no transportar el ARN hasta los linfocitos que se encuentran en los tejidos en lugar de en el flujo sanguíneo. Algunas células infectadas por el VIH se encuentran en los ganglios linfáticos o incluso en el intestino, y no sabemos si los nanotubos llegarían hasta ahí, señala Lieberman.¹⁹

IV. LA NANOTECNOLOGIA APLICADA A LAS CIENCIAS ODONTOLOGICAS

Mientras la nanotecnología puede parecer una palabra ajena a la mayoría de los dentistas, la ciencia de sus materiales profesionales han estado implicados en esta tecnología por muchos años.

A pesar de ser una millonésima parte del tamaño de una cabeza de alfiler, el nanómetro, y la investigación que se está llevando a cabo alrededor de esta diminuta unidad de medida, está suscitando una enorme expectación y especulación entre la comunidad científica e industrial. La Nanotecnología está ya presente en numerosas industrias y las empresas mas avanzadas intentan perfeccionar sus productos y servicios manipulando materiales en el nivel molecular¹¹.

El uso de esta nueva tecnología permitirá el desarrollo de una generación entera de productos que son más limpiadores, más fuertes, más livianos, y más precisos.

Por ejemplo, con los mejoramientos en resinas dentales compuestas que contienen partículas de relleno "organizadas" dentro de estas dimensiones pueden atribuirse a la nanotecnología, la resina basada en agentes cementadores y nuevos sistemas adhesivos.

Según la revista "Trend Letter", en unos pocos años la Nanotecnología seguirá mejorando materiales de uso diario como la tela de la ropa, la pintura de automóvil y las piezas plásticas para vehículos. En un futuro a medio plazo, veremos asombrosas innovaciones en la asistencia médica y en la informática.¹⁶

Pero el futuro está ya aquí en la industria dental, la investigación de 3M ESPE ha sido desarrollar un composite dental que pudiese ser usado en todas las áreas de la boca con un excelente pulido inicial y una alta retención del mismo (típico de un microrrelleno) así como excelentes propiedades mecánicas adecuadas para restauraciones sometidas a altas tensiones mecánicas (típicas de los composites híbridos). La nanotecnología proporcionó la respuesta a este dilema y a partir de ahora la odontología no volverá a ser la misma.

Como nota final, la palabra nanotecnología debería observarse como una innovación o un mejoramiento de materiales restaurativos.

Los investigadores comenzarán con un gran avance sobre como usarán esta tecnología en futuros años. Con base en hallazgos tempranos, esta profesión puede tomar un paso importante en los compuestos restaurativos directos con la comprensión adicional y refinamiento de la misma.

La nanotecnología es una de las áreas más excitantes de la química moderna y se están realizando múltiples esfuerzos de investigación para poder usar de forma adecuada esta tecnología. Esencialmente la idea es crear materiales que tengan las ventajas de ambos materiales, orgánicos e inorgánicos, esto es, que combina la flexibilidad y dureza de la red orgánica con la resistencia de los compuestos inorgánicos. Esto se obtiene con materiales que consisten en una matriz orgánica con componentes inorgánicos de escala nanométrica. Ejemplos del uso de la nanotecnología se pueden encontrar en el área de capas superficiales extremadamente resistentes, cerámicas de alto rendimiento y adhesivos para aplicaciones especiales, entre otros.¹⁸

4.1 Inicios de la Nanotecnología en la Odontología

Cuando Bill Schultz comenzó a investigar en la literatura sobre nanotecnología, se encontró regresando al siglo 15.

Schultz es uno de los muchos investigadores de 3M que exploraron nuevas posibilidades para este campo. La compañía comenzó estudiando nanotecnología hace 20 años, cuando los científicos usaron partículas cerámicas minúsculas para producir resistencia a la ralladura en revestimientos de resinas. Desde entonces, 3M ha explorado aplicaciones en restauraciones dentales, adhesivos, películas, fibras ópticas y otros productos. En el proceso 3M ha aprendido el uso de esta escala de partículas, para influir fortaleza en un material, propiedades electromagnéticas de transparencia y más.

“Los alquimistas medievales publicaron informes que describen como la adición de las partículas diminutas de oro podrían cambiar el color del cristal”. Schultz explica esto a los científicos corporativos, en el Centro Avanzado de Tecnología de Materiales: "Y ellos descubrieron que se podía cambiar el color cambiando el tamaño de la partícula de oro".

Una única resina compuesta de microrrelleno es, Heliomolar, ha estado disponible por aproximadamente 15 años. Los estudios han mostrado propiedades físicas óptimas y desempeño clínico en el contraste general de microrrelleno compuesto. Un examen cercano de este compuesto sugiere que un tipo de nanotecnología estuvo en uso hace unos años, pero aún no se reconoce.

Esto puede explicar por qué Heliomolar ha desempeñado también en restauraciones de alta tensión. Unas compañías dentales continúan capitalizando sobre la palabra nanotecnología, los investigadores pueden comenzar a comprender un mecanismo que puede mejorar mucho la resina y los basados en materiales de odontología restaurativa.



En los años 80s existían materiales de resina para distintos propósitos como lo fueron: las resinas de microrrelleno, las de macrorrelleno, algunas casas comerciales aconsejaban alguno de sus productos para aplicaciones oclusales etc.

En los años 90s se utilizó un solo producto de resina para la mayoría de las aplicaciones dentales llamándose Resinas Universales, o Híbridas.

En el año 2000 volvemos nuevamente como en los 80s con productos distintos para cada aplicación clínica con la gran ventaja en cuanto a mejores sistemas de aplicación, mejores colores, tiempos de fotopolimerización más cortos. En

este grupo encontramos: Resinas Híbridas, compómeros, fluídas, condensables o empacables y nuevamente vuelven a tener un gran auge las resinas de microrrelleno de las cuales hablaremos en este artículo así como su aplicación clínica mediante un caso aunque su tendencia sea a desaparecer prontamente.

En el 2003 encontramos un claro avance en el área de restauración con resinas con la introducción de las resinas de nanorelleno o con tecnología nanométrica específicamente 3M ESPE Filtek Supreme.²⁰

Quizás lo mejor el conocido ejemplo de 3M en nanotecnología es Vikuiti, un adhesivo con el brillo de la película del cemento dual - una película con multicapa óptica que se usa en computadoras portátiles y los otros dispositivos electrónicos.

Los investigadores inicialmente observaron a las películas multicapas como una manera de aumentar la durabilidad en ellas. Entonces en el década de 1990, los científicos de 3M descubrieron que ellos podrían crear películas con sorprendentes cualidades ópticas por capas combinadas con diferentes cualidades refractarias.

Se podrían crear virtualmente espejos perfectos, así como también filtros, que reflejarían una de parte del espectro liviano y transmiten el resto. Para lograr estos efectos, las películas deben de tener centenares de capas gruesas. El espesor individual de cada capa oscila desde 10nm a más de 100 nm. Y así logran un producto final no más grueso que una bolsa de sándwich."Este tipo de películas tienen muchas aplicaciones," explica Paul Guehler, vicepresidente, de Investigación y Desarrollo.

"Somos los primeros en nuestros días" dicen los investigadores de 3M.²⁰

4.2 Aplicaciones de la Nanotecnología en la Odontología

Estética y Restaurativa

En la actualidad la Odontología Estética y Restaurativa es parte importante en la práctica cotidiana, y las resinas restaurativas continúan jugando un papel importante para el odontólogo de práctica general. Mientras continúa siendo un

procedimiento demandante con algunas carencias, en los últimos años se han visto mejoras en propiedades, manejo, dispensación, selección de tonos y translucidez.

El tamaño y el volumen de las partículas de relleno son determinantes en las propiedades mecánicas, resistencia al desgaste y características de manejo. El tamaño de partícula de varios productos se ha vuelto más pequeño y se encuentra en el rango sub-micrón. Pero hoy en este tiempo y en estos días hemos entrado a la era de la "Nanotecnología". La suavidad de superficie y durabilidad de estos productos los hacen adecuados para aplicaciones anteriores y posteriores así como para restauraciones indirectas.

La palabra estética se ha vuelto una nota que escuchamos diariamente en la práctica cotidiana. Y no solo escuchamos este término en los consultorios dentales, basta con encender la televisión en cualquier canal y lo primero que encontramos son anuncios alusivos a estética como son aparatos para ejercitar el abdomen, jabones y pastillas para adelgazar y una gran gama de productos enfocados al mejor aspecto de la gente.

Hoy en día existe un sentir en la gente de búsqueda de un mejor aspecto personal así como de una mejor imagen en el trabajo, así como en su vida personal.

Estos cambios comenzaron en la odontología ya hace algunos años con el advenimiento de los adhesivos dentinarios y los grandes cambios y beneficios que proporcionaron a la práctica dental cotidiana. Siendo cada vez más difícil el poder proponer a un paciente el efectuarle una restauración tan simple como una amalgama dental o un onlay en oro siendo materiales que se han utilizado en la odontología con éxito por más de un siglo.

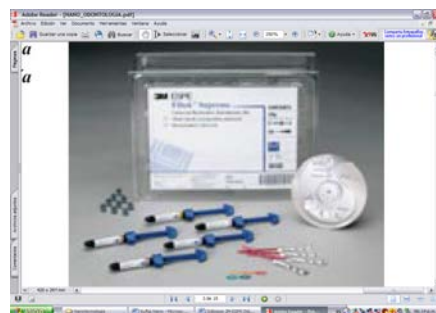
Y hoy tenemos una basta selección de materiales estéticos con los que podemos ofrecerle al paciente una restauración. Basta sentarlo en el sillón y darle un menú como en el restaurante más selecto y ofrecerle 5 o más alternativas estéticas para restaurar un diente y si no vean esta lista:

- · Resinas
- · Ionómeros de Vidrio
- · Compómeros

- · Cerómeros
- · Cerámica

En aplicaciones restauradoras la nanotecnología se usa para alcanzar una combinación de fuerza y estética más allá de lo que los actuales restauradores pueden ofrecer.^{19,20}

Las resinas restaurativas consisten primariamente de relleno y resina. Los compuestos de resina actúan como una matriz para mantener juntas las partículas de relleno y posee una ligera influencia sobre las propiedades físicas. Cuando las resinas entraron por primera vez en el mercado dental estas contenían grandes partículas de relleno y son consideradas como de macrorrelleno, el tamaño promedio de partícula de relleno era mayor a los 5 micrones (en varios casos, el tamaño promedio de partícula excedía los 10 micrones). Las resinas de Microrrelleno, que contenían relleno de sílica con un tamaño promedio de partícula de 0.04 micrones (con un rango entre 0.1 y 0.01 micrones) produjeron un avance clínico significativo en estética sobre las resinas de macrorrelleno (incluyendo el pulido y retención del pulido) mientras la resistencia se reducía. Las resinas Híbridas (resinas universales), con un tamaño promedio de partícula menor a 1 micrón, fueron capaces de lograr la misma fuerza que las de macrorrelleno y a la vez mejorar la estética. Sin embargo varios dentistas sintieron que la máxima estética (pulido y retención del pulido) era provisto por las resinas de microrrelleno. Hoy con el advenimiento de la tecnología de nanorelleno se logra balancear estas propiedades logrando tener uno de los productos de restauración con la mejor tecnología en el mundo.



4.2.1 Resinas con Nanocompuestos

Algunas de estas resinas que ya están en el mercado:

- 3M Filtek

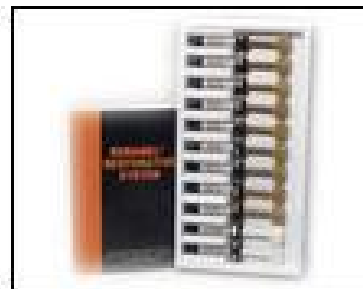
A110



-

Renamel

Cosmedent



- Esthet-x Dentsply



- Epic-TMPT Parkell



- *Heliomolar*

Ivoclar



- *Durafill*

Kulzer

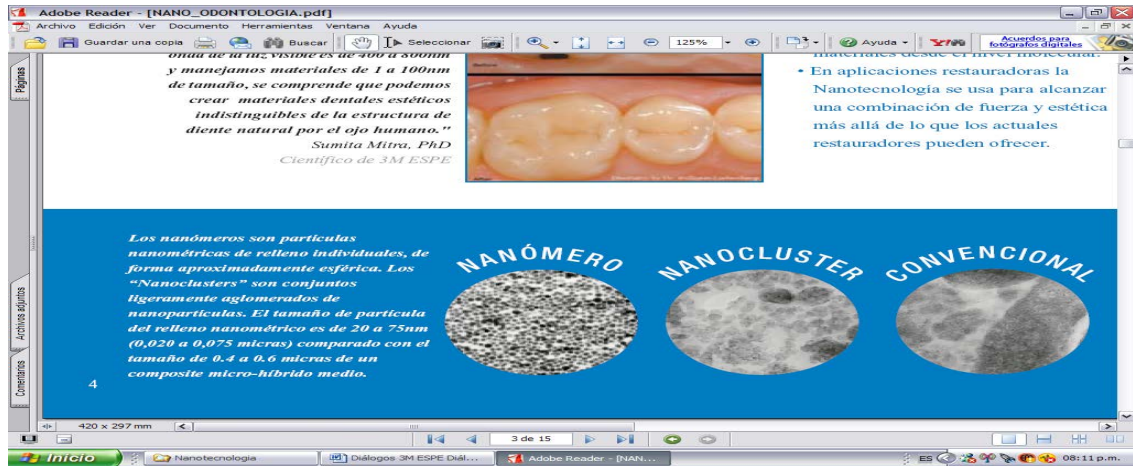


- 3M ESPE Filtek Supreme



- La Nanotecnología se ocupa de las estructuras que son sub-microscópicas y permite a los científicos construir materiales desde el nivel molecular.

- En aplicaciones restauradoras la Nanotecnología se usa para alcanzar una combinación de fuerza y estética más allá de lo que los actuales restauradores pueden ofrecer.



NANÓMEROS Y NANOCLUSTERS

La combinación de nanómeros y nanoclusters confiere al **Filtek™ Supreme Restaurador Universal** un pulido y una retención del pulido en el tiempo superior al de los composites híbridos.

En los materiales restauradores, cuanto más pequeño es el tamaño de partícula, mejor es el pulido. El tamaño medio de partícula en un composite micro-híbrido es de 0.4 a 0.6 micras. A medida que estos materiales son sometidos a desgaste, la suavidad superficial se reduce por partículas de relleno que sobresalen de la superficie y posteriormente se desprenden causando la formación de cráteres. De este modo, con el tiempo, las restauraciones de composite realizadas con ellos se van poniendo ásperas y pierden el lustre. Por el contrario, con el Restaurador Universal Filtek™ Supreme, son las partículas nanométricas del "cluster" o racimo, no el racimo entero, las que se desgastan durante la abrasión. La Nanotecnología permite la creación de partículas de relleno nanométricas usadas en el Restaurador Universal Filtek™ Supreme para obtener el pulido y la retención de pulido de un microrrelleno, y el manejo excelente, la fuerza y las propiedades mecánicas requeridos para indicaciones universales.^{19,20}



El "efecto cráter" que se observa en los híbridos se produce al desprenderse las partículas de mayor tamaño. Esto produce una pérdida de brillo.



Con Filtek Supreme las partículas que se desprenden tienen un tamaño inferior a la longitud de onda de luz visible. Esto hace que se mantenga el pulido inicial

4.2.2 Adhesivos con Nanotecnología

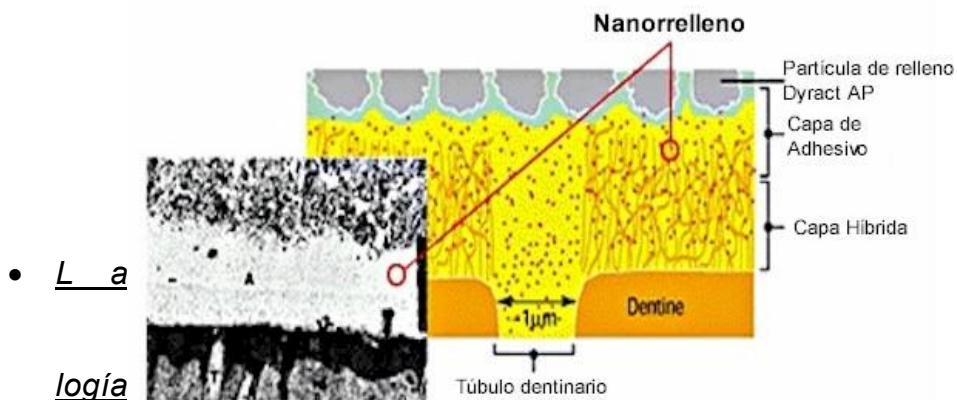
- Introducción de la Nano-Tecnología en la odontología adhesiva

El relleno de composites modernos o compómeros tiene un tamaño de 1 micra. En contraste, el nanorelleno es más de 100 veces más pequeño que el relleno tradicional. Este tamaño es tan pequeño que no puede verse. Prime & Bond NT es, por tanto, transparente.

- ¿Por qué la odontología nanométrica?

En materiales dentales, el relleno se añade a los composites o compómeros para aumentar su resistencia. Para los adhesivos actuales, las nanopartículas pueden ofrecer el mismo beneficio. Refuerzan el adhesivo con diminutas partículas, pero manteniendo las propiedades esenciales de adhesión de alto rendimiento.

- Ventajas: La Nano-Tecnología facilita una adhesión más natural



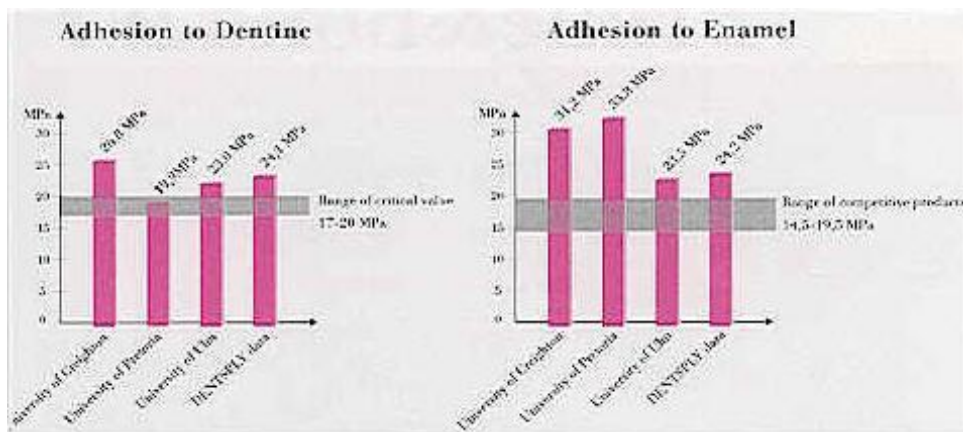
- L a
logía

Nano-Tecno
o f r e c e
e l e v a d a s

fuerzas de unión

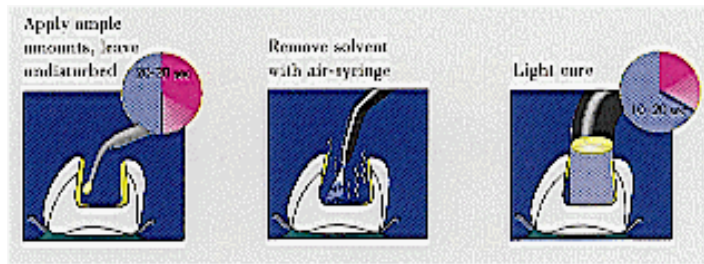
Prime & Bond NT supera fácilmente la necesidad crítica de 20 Mpa de fuerza de unión a dentina, según demuestran los estudios en:

- Universidad de Creighton, USA
- Universidad de Ulm, Alemania
- Universidad de Pretoria, Sud-Africa



Nano-Tecnología.... Una única capa

Con el nanorelleno, una única capa de Prime&Bond NT es suficiente para obtener una integridad marginal perfecta y una adhesión sobresaliente. El tiempo de aplicación es mínimo. Una única capa también permite un uso más económico de los adhesivos de alto rendimiento.



Nano-Tecnología.... técnica de aplicación universal

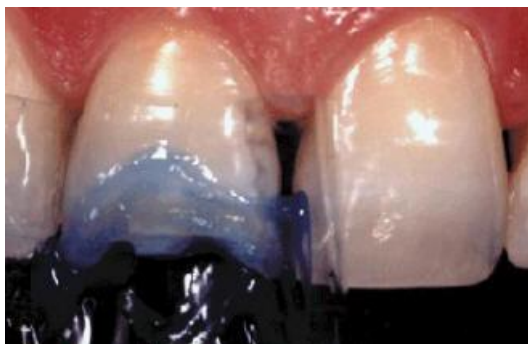
Un único procedimiento es el requerido para todas sus indicaciones: Composites, Compómero, procedimientos de cementación, reparaciones o como barniz.

Nano-Tecnología.... elevados niveles de seguridad

El éxito en la adhesión depende de la situación de la dentina, húmeda o seca. Prime&Bond NT, por su única composición, ofrece una mayor versatilidad para obtener una odontología adhesiva con éxito. La Nano-Tecnología aumenta los niveles de seguridad técnica al ser más independiente de la técnica aplicada.^{11,20}



Defecto en margen incisal en 1.1. Note la tonalidad anaranjada del borde incisal debido a la dentina expuesta durante años e imagen de bisel incisal



Grabado ácido, para proteger el diente adyacente se coloca una matriz Mylar que facilitará la aplicación del adhesivo Prime & Bond NT.



Pulido final y fotografía del paciente tomada varios días después ya que se había hidratado el esmalte.

Resumen de beneficios

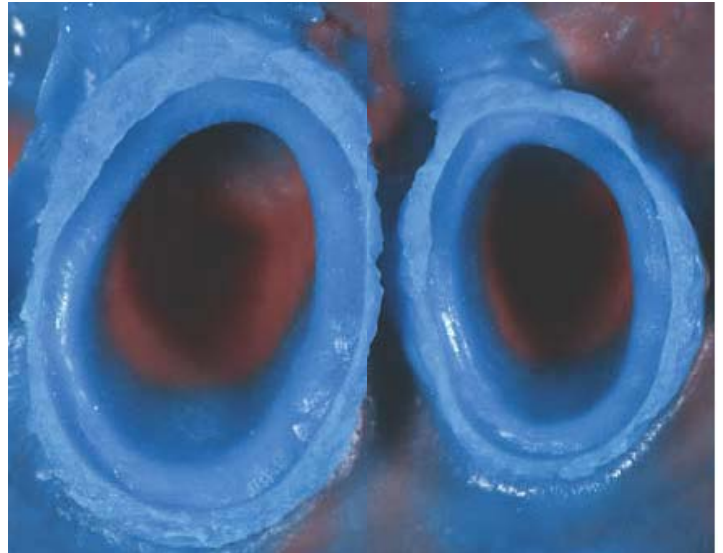
- Soporte ideal de la estructura de la dentina
- Fuerza de unión extremadamente alta
- Procedimiento de aplicación unificado
- Aplicación de una única capa
- Reducción de la sensibilidad a la técnica

4.3 Aplicaciones de la Nanotecnología en Materiales de Impresión

De la integración de polímeros orgánicos con partículas inorgánicas, nanofiller de 2 nanómetros (0,002 micras), nace el nanocompuesto silicónico. El resultado final es una mejora notable de las propiedades de los VPS fluidos Elite® H-D+ en términos de fluidez, fuerza estructural, hidrofilia, resistencia mecánica y resistencia al calor.



Exploración con microscopio electrónico (TEM) de un Fluido **Elite® H-D+**. Se destaca la estructura nanométrica.



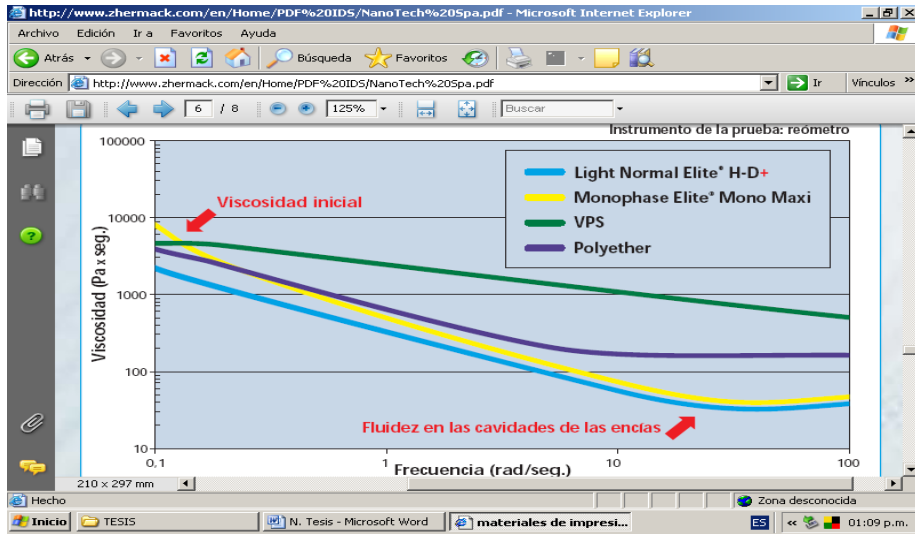
De la aplicación de la nanotecnología nacen los innovadores VPS fluidos de la línea Elite® H-D+ con las siguientes viscosidades: Light Normal, Regular, Súper Light Fast, Light Fast, Medium/Monophase y Tray Material. Gracias a sus excelentes prestaciones superlativas, Elite® H-D+ aumenta la fluidez en cordades y respaldos con las cavidades de las encías.

La introducción de partículas de tamaño y estructura nanométricos de 2 nanómetros (0,002 micras), genera fenómenos de interacciones atómicas y moleculares que influye de manera macroscópica en las propiedades del material.

Las partículas de tamaño nanométrico junto con los otros componentes del material, crean una nano-estructura en una configuración tal que permite conseguir fluidez notablemente distintas de la viscosidad inicial. Durante la presión aplicada en la toma de impresión se consigue una excelente reproducción de los detalles infinitesimos.

Efecto de la Nanotecnología

Comparación entre 4 diferentes materiales de impresión: Light Normal Elite® H-D+, Monophase Elite® Mono Maxi, un polivinilsiloxano convencional y un poliéter. Elite® H-D+ aumenta notablemente la fluidez en correspondencia con las cavidades de las encías.²¹



V. CASO CLINICO

NANOTECNOLOGIA Y SU APLICACION EN ODONTOLOGIA ESTETICA Y RESTAURADORA - CASO CLINICO

Material proporcionado por:

Miguel Ángel Saravia Rojas CD.

Profesor Principal.

Sección de Operatoria Dental y Biomateriales. Facultad de Estomatología.
Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

Mini-Residencia en Materiales Dentales y Operatoria Dental, Facultad de Odontología, Universidad de Minnesota. USA. 2002.

R e s u m e n

La tecnología está permitiendo un gran aporte al desarrollo de nuevos biomateriales odontológicos que se pueden usar en la clínica, en este sentido la nanotecnología no solo puede aplicarse a las ciencias biológicas, industria textil, aeroespacial y automotriz así como a la informática, sino también ha podido proyectarse con singular éxito a los biomateriales dentales; en este caso particular a una nueva generación de resinas compuestas.

La tecnología ha permitido mejorar los protocolos de atención que actualmente se utilizan, de ahí la importancia de observar que es lo que está sucediendo en el área de la investigación en las ciencias básicas y como estos desarrollos benefician a nuestra especialidad.

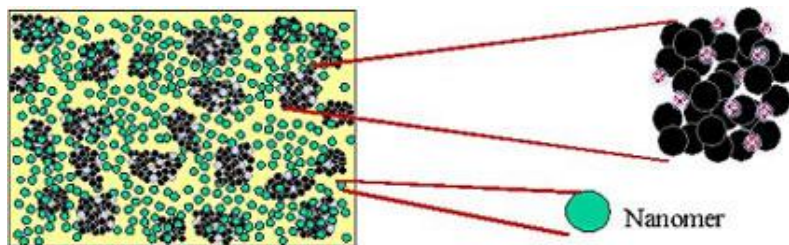
Como es de nuestro conocimiento, las resinas compuestas usadas en procedimientos restauradores directos presentan en su composición dos fases. Una fase orgánica constituida por Bis-GMA y dimetacrilatos (UDMA) y la otra por una fase inorgánica o de relleno que son partículas de sílice, vidrio o cuarzo. En vista que químicamente ambas fases no son compatibles, es necesario el uso de un agente de acoplamiento (silanos) que les permita su unión. Las resinas también presentan: fotoiniciadores (en la mayoría de los casos, 90%, es canforquinona), aceleradores, así como pigmentos que le imprimen color a las resinas.

La nanotecnología ha desarrollado una nueva resina compuesta, que se caracteriza por tener en su composición la presencia de nanopartículas que

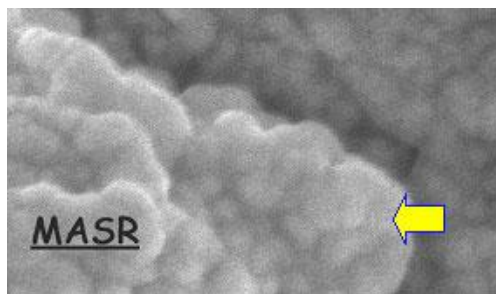
presentan una dimensión de aproximadamente 25 nm y los "nanoclusters" de aproximadamente 75 nm.

Los "nanoclusters" están formados por partículas de zirconia/sílica o nano sílica. Los "clusters" son tratados con silano para lograr entrelazarse con la resina.

La distribución del relleno (cluster y nanopartículas) muestran un alto contenido de carga de 72.5%. Las resinas compuestas translúcidas de esta generación se caracterizan por presentar un 78.5% de carga en su composición, por lo tanto, se ha logrado incrementar la resistencia y obtener una resina con mejor o similar manipulación que las resinas híbridas o microhíbridas.



Se puede observar en el siguiente esquema la presencia de las unidades de nanopartículas y los "nanoclusters" de la nueva resina compuesta Filtek Supreme (3MESPE).



Microscopía electrónica de barrido de la superficie de la resina compuesta experimental Nautilus (EXM-615), Filtek Supreme. (3MESPE) en donde se observan los "nanoclusters" unidos entre sí.

Propiedades mecánicas

Esta generación de resinas ha sido sometida a pruebas independientes por grupos de investigación en reconocidas universidades de USA. y Europa, demostrando poseer las cualidades mecánicas que un material debe presentar para poder soportar las fuerzas masticatorias. Resistencia compresiva, resistencia flexural, baja contracción de

polimerización, resistencia a la fractura, alta capacidad de pulido, adecuado módulo de elasticidad son algunas de las propiedades que han sido evaluados superando las normas de control de calidad.

Ventajas clínicas

Al presentar un menor tamaño de partícula, podremos lograr un mejor acabado de la resina, que se observa en la textura superficial de la misma disminuyendo las posibilidades de biodegradación del material en el tiempo. Además, esta tecnología ha permitido que las cualidades mecánicas de la resina puedan ser lo suficientemente competentes para indicar su uso en el sector anterior y posterior. No debemos dejar de señalar que el hecho de presentar un menor tamaño de las partículas produce una menor contracción de polimerización, garantizando que el estrés producido debido a la fotopolimerización sea menor, generando sobre las paredes del diente una menor flexión cuspeada además de disminuir la presencia de "microcraks" a nivel de los bordes adamantinos, que son los responsables de la filtración marginal, cambios de color, penetración bacteriana y posible sensibilidad post-operatoria.

Otros aspectos importantes a señalar es que cuenta con colores para caracterizar, dentina, esmalte y translúcidos.

Referente a su manipulación debemos señalar que es adecuada, sin embargo en los translúcidos se ha podido encontrar algo de mayor viscosidad. Finalmente, se ha considerado en su desarrollo el uso de una guía VITAPAN, guía clásica de colores.²³

Presentación del Caso Clínico:

Paciente de 55 años de edad de sexo masculino que no presenta contraindicación para recibir tratamiento odontológico. Viene a consulta para ser evaluado.



Imagen 1: Se puede observar una amalgama dental que tiene en boca aproximadamente más de 25 años. Podemos realizar un pulido sobre la superficie de la amalgama con el objetivo de eliminar los productos de corrosión que existen en la superficie.



Imagen 2: Vemos que en los márgenes de la restauración existe fractura y filtración marginal que se observa como un cambio de color alrededor de los márgenes de la restauración. Después de este procedimiento tenemos evidencia de una caries recidivante. Por lo tanto, existe una lesión cariosa en la superficie oclusal de la pieza 2.6.



Imagen 3: Previamente al aislamiento se ha hecho prueba de la oclusión y se ha seleccionado el color de la resina. Se elimina la amalgama con una punta diamantada usando la pieza de alta velocidad.



Imagen 4: Se usa detector de caries (ácido rojo + propilenglicol y agua). Se deja por 10" y luego se lava por 30". Se termina de remover la dentina cariada haciendo uso de fresas de baja velocidad de carburo tungsteno o con curetas de dentina.

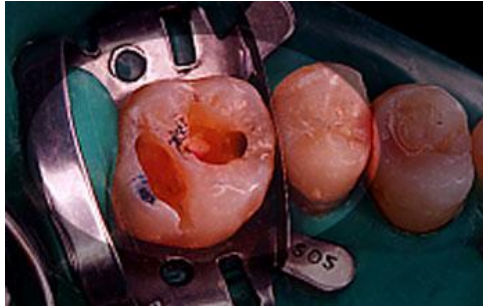


Imagen 5: Se observa la remoción completa del tejido cariado. Se ha dejado el reborde marginal en la cara mesial. Se cuantifica con una sonda periodontal la profundidad promedio de la cavidad y se decide colocar un material de base para proteger el órgano dentino-pulpar.



Imagen 6: Observamos la pieza dentaria luego de la aplicación del material de base. Se usó un ionómero de vidrio de alta densidad o viscosidad.

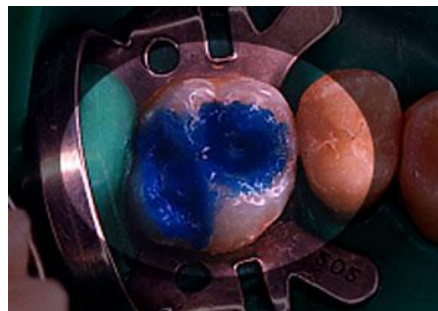


Imagen 7: El sistema adhesivo seleccionado corresponde a uno de V generación monofrasco. Se aplica el ácido ortofosfórico por 15" y luego se lava por la misma cantidad de tiempo o más y se "seca". No resecar.



Imagen 8: Se coloca el adhesivo de acuerdo a lo sugerido por el fabricante de manera activa, friccionando las paredes piso y borde libre del diente para producir la hibridización del sustrato dentario.



Imagen 9: Se coloca la resina usando la técnica incremental, fotopolimerizando por capas el tiempo sugerido por el fabricante. Se prueba la oclusión y luego se hace el pulido y acabado con fresas laminadas y cauchos abrasivos.

VI. FUTURAS APLICACIONES

Es un hecho que la nanotecnología esta en casi todas las áreas y la gran mayoría de las personas tienen acceso a ella y no es de notarse a causa de la gran evolución que lleva la tecnología hoy en nuestros días.

La odontología y por supuesto los dentistas tienen acceso a ella desde hace tiempo y como se menciono anteriormente a estado a su uso desde hace mas o menos 20 años.

Lo que a continuación se mencionara son probables o quizás futuras aplicaciones de la nanotecnología a la odontología, y como ya se ha mencionado todo para tener mas acceso a la tecnología a una economía mas accesible y menos restringida, lo que quiere decir mas beneficio de su uso aun precio mas económico.

6.1 Pieza de Mano con Miniturbina de Motores Moleculares

La pieza de mano de alta velocidad es una herramienta indispensable en el desarrollo de la practica odontológica, en ella lo que se busca es que sea de fácil manipulación, silenciosa para no provocar stress, entre otras cualidades.

Ahora imaginemos una pieza con la turbina aun mas pequeña de la que se usa en nuestros días y dentro de ella motores moleculares, explicados anteriormente, los beneficios que con ella se obtendrían seria mayor acceso a zonas que en la actualidad por el tamaño de la pieza común no se puede acceder (ej. terceros molares) lo cual nos lleva a tomar un diagnostico no adecuado y por consiguiente un tratamiento que no seria el mejor.

Y pese a lo anterior, ¿que mas se le pediría a esta pieza? pues también puede pensarse en que funcione con reacciones químicas y por consiguiente sin el uso del aire que impulse la turbina, esto provocaría una pieza silenciosa que no seria incomoda ni estresante para el paciente, a lo cual por el mismo uso de reacciones químicas no llevaría conexiones que tal vez pudiesen ser estorbosas y ocasionar inconvenientes durante la practica.

Recordemos que en el capitulo 3 y el subtema 3.1 *La nanotecnología en la química* se habla de un motor molecular que funciona a base de reacciones químicas y aunque el motor no tiene suficiente potencia se menciona que lo

importante de ese descubrimiento es ver que si se puede hacer, lo poco que falta es mejorarlo y reducir los pasos de reacciones.

Minimizando la Fabricación

Minimáquinas
Éstas constan de billones de átomos y partes pequeñas. Tienen a cabo dentro de un chip, e miden en milímetros.



Micromáquinas
Éstas constan de millones de átomos. Las partes terminadas se muestran aquí entre células de sangre en aguja de (cuerpo) y abajo a la derecha y un grano de polen (cuerpo) se mide en micrómetros.



Nanomáquinas
Sus partes constan de cientos de átomos. Máquinas completas controladas por computadora se miden en nanómetros.



Máquinas Cuánticas
Éstas constarán de partes hechas de átomos simples y serán medidas en Angstroms.



010999 - 120602 NANOTECNOLOGÍA - UTN Mendoza Argentina 3

Nanotecnología seca.

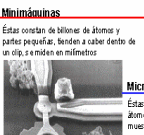
- Fabricación de estructuras en carbón (Ej: nanotubos), silicio, materiales inorgánicos, metales y semiconductores.
- Electrónica, magnetismo y dispositivos ópticos.
- Autoensamblaje controlado por computadora.
- Confundida con la microminiaturización.





010999 - 120602 NANOTECNOLOGÍA - UTN Mendoza Argentina 12

Minimizando la Fabricación

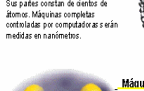
Minimáquinas
Éstas constan de billones de átomos y partes pequeñas. Tienen a cabo dentro de un chip, e miden en milímetros.




Micromáquinas
Éstas constan de millones de átomos. Las partes terminadas se muestran aquí entre células de sangre en aguja de (cuerpo) y abajo a la derecha y un grano de polen (cuerpo) se mide en micrómetros.



Nanomáquinas
Sus partes constan de cientos de átomos. Máquinas completas controladas por computadora se miden en nanómetros.



Máquinas Cuánticas
Éstas constarán de partes hechas de átomos simples y serán medidas en Angstroms.



010999 - 120602 NANOTECNOLOGÍA - UTN Mendoza Argentina 3

Minimizando la Fabricación

Minimáquinas
Éstas constan de billones de átomos y partes pequeñas. Tienen a cabo dentro de un chip, e miden en milímetros.



Micromáquinas
Éstas constan de millones de átomos. Las partes terminadas se muestran aquí entre células de sangre en aguja de (cuerpo) y abajo a la derecha y un grano de polen (cuerpo) se mide en micrómetros.



Nanomáquinas
Sus partes constan de cientos de átomos. Máquinas completas controladas por computadora se miden en nanómetros.



Máquinas Cuánticas
Éstas constarán de partes hechas de átomos simples y serán medidas en Angstroms.

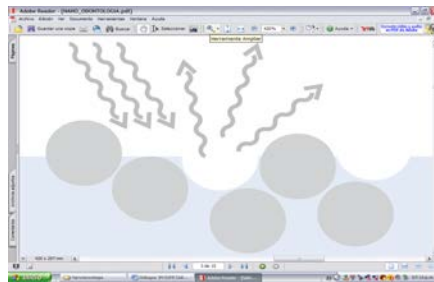


010999 - 120602 NANOTECNOLOGÍA - UTN Mendoza Argentina 3

6.2 *Fresas con Nanotecnología*

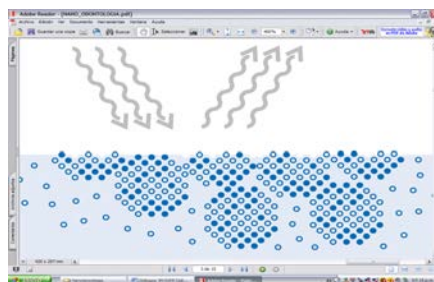
Después de lo anterior ahora analizaremos las fresas dentales, todos sabemos que a simple vista una superficie tallada o cortada con un material ya sea diamante o carburo respectivamente, se ve impecablemente lisa y tersa, pero a la vista de un microscopio, se verán defectos e irregularidades que en la superficie no se aprecian a simple vista.

Estas irregularidades en una superficie dental recién tallada o cortada no permiten un sellado ideal entre la obturación y el diente, ya que las irregularidades de la superficie dental dejan interfaces que permiten la microfiltración y/o precolación en el órgano dentario.



Pero si se crea una fresa con tal precisión que sea capaz de tallar o cortar, y dejar superficies totalmente planas y lisas que por consiguiente mejoraran la adhesión entre dos superficies y así un sellado perfecto entre ellas.

Todo esto sería posible con fresas de partículas de diamante nanométricas o fresas de carburo afiladas a un nivel de medida nano.



3 Antibióticos con nanotecnología

Una de las prioridades de la nanotecnología médica es crear nanorobots que defiendan al cuerpo humano de microorganismos y eviten la necesidad de ingesta de medicamentos.

Ahora llevemos este plan a la boca, pensemos en una endodoncia con el ápice contaminado por bacterias, la manera correcta de tratarlo en nuestros días es drenar y controlar con fármacos (antibióticos), hasta erradicar la infección.

Pensemos en estos robots como una forma más rápida y menos toxica de eliminar los microorganismos, que afectan los tejidos y provocan dolor e inflamación. Ya sea que ellos (los nanorobots) destruyan directamente a las bacterias o en su defecto, las ataquen como ellas lo hacen con nosotros, desde adentro y a nuestros órganos.

Potenciales aplicaciones militares no compartidas.

- Dispositivos inteligentes demasiado pequeños para ser descubiertos.
- Armas biológicas/químicas computarizadas.
- Armas suficientemente “inteligentes” para matar sólo a los soldados y no a personas inocentes.
- Escudos de defensa activos.



0180999 - 1206602 NANOTECNOLOGÍA - UTM Mendoza Argentina 41

CONCLUSIONES

Desde mi punto de vista podría concluir que la odontología al igual que varias disciplinas no solo depende de las áreas ya escritas en textos hasta el momento, si no que dependerá de nuevas tecnologías y algunas otras disciplinas no incluidas en su rama de materias afines a ella hasta ahora.

La Nanotecnología es una área muy desarrollada con poco tiempo de existencia como tal, eso indica que su evolución beneficiaria aun mas a la odontología, mejorando nuestro desempeño como profesionistas del área de la salud y mejorando tratamientos, y por si fuera poco la gran demanda de esta tecnología a un precio accesible para los que ahora no tengan posibilidades de grandes recursos.

Un ejemplo de estos avances que ya se vieron en esta recopilación serian algunos adhesivos, resinas y materiales de impresión, que desde la aplicación de la nanotecnología a estos, su función ha sido mejorada y esta siendo difundida a la población dental.

El mejoramiento y evolución de la odontología es un hecho que se ha visto desde su inicio como profesión separada de la medicina, esto nos lleva a decir que como profesionistas titulados, no debemos dejar de estar al corriente en nuevas alternativas de esta, nuestra rama, que ahora mas que antes lleva la velocidad de evolución al igual que una disciplina del área de la computación.

BIBLIOGRAFIA

1. Ring, Malvin E., Historia de la odontología ilustrada. Ed. Doyma, 1985
2. Derry, Williams. (2004) [Historia de la tecnología, Desde la antigüedad hasta 1750, Ed. Siglo XXI Editores VOL. 1.](#)
3. Derry, Williams. (2004) [Historia de la tecnología, Desde 1750 hasta 1900 Ed. Siglo XXI Editores VOL. 2](#)
4. Derry, Williams. (2004) [Historia de la tecnología, Desde 1900 hasta nuestros días, Ed. Siglo XXI Editores VOL. 3](#)
5. Feynman Richard. Caltech (*Instituto Tecnológico de California*) 1959
6. Drexler, K. E. (1992) Nanosystems: Building Molecular Machinery, Manufacturing, and Computation, (Construyendo maquinas moleculares) Wiley–Interscience
7. Drexler, K. E. (1993) [Engines of creation](#), (Maquinas de la creacion [Gedisa Editorial](#))
8. <http://es.wikipedia.org>
9. Diccionario de la real academia española. ISBN:. Ed. Espasa Calpe, 2006.
10. Advances in dental prudcts, Jada Vol. 134, October 2003, pp. 1382-1390.
11. Compendium, may 2003, Vol. 24 No. 5, pp. 380-382.
12. <http://www.geocities.com/capecanaveral/campus/9468>
13. <http://www.spistone.com.ar>
14. <http://nanoelectronica.pagina.de>
15. <http://nanotecnologia.pagina.de>
16. Forbes y Lux Research, martes, enero 04, 2004.
17. *Revista Ilustrada de Análisis General, enero 2007* "La nanotecnología es la química del siglo XXI" La Habana, CUBA.
18. <http://www.euroresidentes.com/Blogs/nanotecnologia.html>

19. Revista 3M ESPE Dialogos, 2002, España S. A. Juan Ignacio Luca de
tena 19-25, 28027 Madrid.

20. <http://www.dentsply.es/Noticias.html>

21. www.zhermack.com/en/Home/PDF%20IDS/NanoTech%20Spa.pdf

22. <http://www.odontologia-online.com/casos/part/MAS/MAS03/mas03.html>