



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**LA NANOTECNOLOGÍA APLICADA A LA
ODONTOLOGÍA.**

T E S I N A

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

C I R U J A N A D E N T I S T A

P R E S E N T A:

LIZBETH ALEJANDRA RODRÍGUEZ DÍAZ.

TUTORA: Esp. DOLORES CARRASCO ORTÍZ.

MÉXICO, D.F.

2010



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.

AGRADECIMIENTOS Y DEDICATORIAS

*Prof. Tomas Rodríguez G. (D.e.P.):
Papi es para ti aunque no lo hayas visto,
se que ya no estas conmigo pero en mi
mente y en mi corazón estarás por
siempre.*

*Profra. Montserrat Díaz:
Mami, te agradezco la paciencia
y el amor interminable que tienes
hacia Mí.*

*Ximena y Mariana:
Mis niñas esto es por
ustedes y para ustedes.
Las AMO.*

*Sergio:
Amor, Gracias por el apoyo
interminable e incondicional
Esto no seria, sin ti.*

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. OBJETIVO	7
CAPITULO I. NANOTECNOLOGÍA.....	8
1.1. Nanotecnología Molecular.....	16
1.2. Nanobiotecnología.....	17
CAPITULO II. NANOMEDICINA.....	18
2.1. Nanodiagnóstico.....	23
2.2. Neoplasias.....	24
CAPITULO III. NANO-ODONTOLOGIA.....	27
3.1. Anestesia.....	30
3.2. Biopelícula.....	31
3.3. Dentífricos.....	32
3.4. Hipersensibilidad.....	33
3.5. Ortodoncia.....	35
3. CONCLUSIONES	36
4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39

ÍNDICE DE FIGURAS

	Páginas
Figura 1. Profesor Kerie E. Drexler.	8
Figura 2. Escalas Nanométricas.	9
Figura 3. Profesor Richard P. Feynman.	10
Figura 4. Ordenador Molecular.	11
Figura 5. Nanotubos de Carbono.	12
Figura 6. Nanocables de Silicio.	13
Figura 7. Ciencias involucradas en la Nanotecnología.	14
Figura 8. Enzima de glóbulo blanco capaz de descomponer nanotubos de carbono.	15
Figura 10. Nanodispositivos y neuronas	17
Figura 11. Nanosondas microscópicas para encontrar nuevos fármacos que resuelvan el problema de la resistencia a los antibióticos.	19
Figura 12. Respirocito.	20
Figura 13. Nanotecnología y ADN.	21
Figura 14. Nanocadenas para detectar enfermedades.	23
Figura 15. Nanopartículas que liberan medicamento para eliminar neoplasias.	25
Figura 16. Nanopartículas efectivas contra neoplasias.	26
Figura 17. Nanorobot Dental.	27
Figura 18. Nanorobot dental.	28



1. INTRODUCCIÓN.

El impacto de la Nanotecnología en la vida moderna aún parece una historia de ciencia ficción. Fármacos que trabajan a nivel atómico, microchips capaces de realizar complejos análisis genéticos, generación de fuentes de energía inagotables, construcción de edificios con microrobots, combates de plagas y contaminación a escala molecular, son sólo algunos de los campos de investigación que se desarrollan con el uso de la nanotecnología, estos conocimientos permiten manipular la materia a escala nanométrica, es decir, átomo por átomo.

Es considerado por la comunidad científica internacional como uno de los más "innovadores y ambiciosos" proyectos de la ciencia moderna, la nanotecnología tiene su antecedente más remoto en un discurso pronunciado en diciembre de 1959 por el físico Richard P. Feynman, ganador del Premio Nobel, quien estableció las bases de un nuevo campo científico.

Vinculado a la investigación científica desarrollada por las principales instituciones públicas de educación superior, la nanotecnología fomenta un modelo de colaboración interdisciplinario en campos como la llamada nanomedicina, aplicación de técnicas que permitan el diseño de fármacos a nivel molecular, la nanobiología y el desarrollo de micro conductores. En este área se quiere estudiar, diseñar y fabricar estructuras y dispositivos de tamaño nanométrico para el diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades y trastornos genéticos.



Entre las nanoestructuras nanomédicas se incluirán: dispositivos in-situ para la administración de medicamentos, nanopartículas para la destrucción de células dañinas, biochips para reconocimiento biomolecular, chips basados en ADN, proteínas y células; micro y nanoelectrodos para implantes neuronales y corticales. Este tema tiene un fuerte impacto social, y supondrá una investigación interdisciplinaria entre los diferentes grupos de ingenieros, físicos, químicos y biólogos.



2. OBJETIVO.

Dar a conocer las nuevas aplicaciones de la nanotecnología en el campo de la medicina; así como el estudio, diseño, creación, manipulación y aplicación de materiales, aparatos y sistemas funcionales a través del control de la materia a nanoescala dentro de la odontología.

La nanotecnología es un campo prometedor de la ciencia que ofrece una mejor comprensión de relación espacial entre las diferentes especies y cómo su diversidad aumenta con el tiempo. Cuando se manipula la materia a la escala tan minúscula de átomos y moléculas, demuestra fenómenos y propiedades totalmente nuevas.

Por lo tanto, científicos utilizan la nanotecnología para crear materiales, aparatos y sistemas novedosos, poco costosos con propiedades únicas.



CAPITULO I. NANOTECNOLOGÍA.

Lo primero que definiremos es, ¿Qué es la Nanotecnología? actualmente, se considera como la ciencia que tiene que ver con la escala nanométrica, que está entre 1 nm y 100 nm. Cualquier cosa más grande, será en escala micro y algo más pequeño será en la escala atómica.

El término "nanotecnología" fue acuñado por el profesor Kerie E. Drexler (Figura 1) a mediados del siglo XX. Etimológicamente la palabra Nano deriva de una palabra griega que significa pequeño o diminuto. La nanotecnología es la ciencia de manipular la materia en la medida del manómetro, aproximadamente del tamaño de 2 o 3 átomos.¹



Figura 1. Profesor Kerie E. Drexler.



La palabra "nanotecnología" es usada extensivamente para definir las ciencias y técnicas que se aplican al nivel de nanoescala, son medidas que permiten trabajar y manipular las estructuras moleculares y sus átomos. Un nano es igual a 0.000000001.²

Un centímetro es la centésima parte de un metro, un milímetro es la milésima parte de un metro, y un micrómetro es la millonésima parte de un metro, pero todos ellos siguen siendo enormes en comparación con la escala nanométrica. (Figura 2)

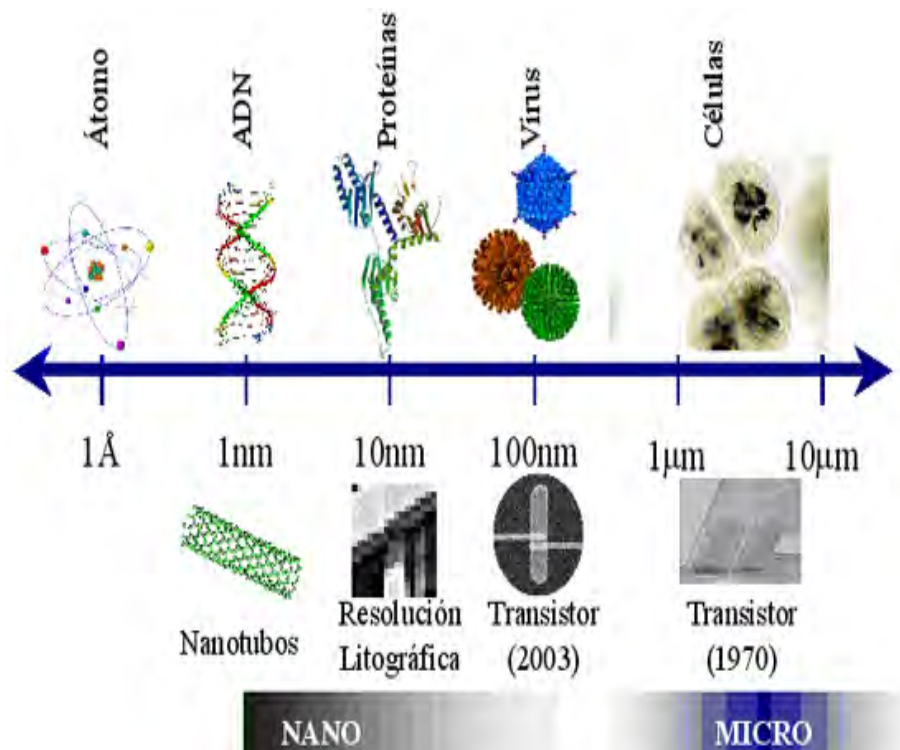


Figura 2. Escalas Nanométricas.

La idea básica de la nanotecnología, es el de ser utilizada en el sentido estricto de manejar átomos y moléculas individuales para la construcción de estructuras funcionales.



El físico Richard P. Feynman (Figura 3), planteó la necesidad de buscar nuevas técnicas para estudiar a las pequeñas partículas del movimiento atómico.

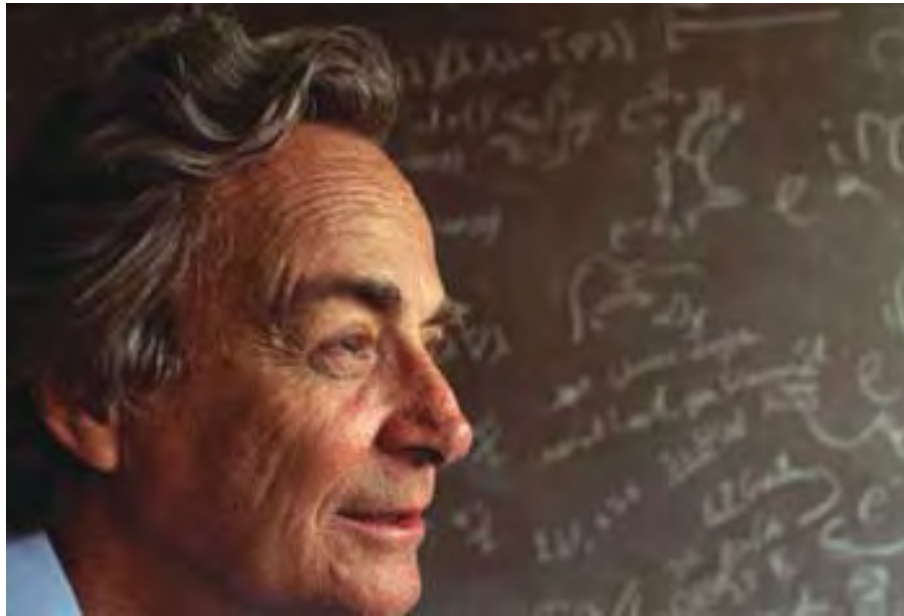


Figura 3. Profesor Richard P. Feynman.

Feynman propuso, que utilizando pequeñas máquinas que serían herramientas para construir aún más pequeñas máquinas y así sucesivamente hasta que llegará al nivel molecular.

Sugirió nanomáquinas tales como, nanorobots y nanodispositivos, que en última instancia, podrían utilizarse para desarrollar una extensa gama de átomos microscópicos que serían instrumentos y herramientas de fabricación molecular.

Además argumentó que estas herramientas podrían ser aplicadas para producir inmensas cantidades de computadoras pequeñas de diversas escalas; del mismo modo llegó a la conclusión de que se trataba de un adelanto del que no se podía evitar "La visión de la nanotecnología nació".



Este concepto se conoce como nanotecnología. Pequeñas máquinas, conocidas como nano-ensambladores, que podrían ser controladas por un ordenador para realizar trabajos especializados.

Desde los albores de la era del microordenador hace varias décadas, se se ha observado un aumento significativo en la velocidad y potencia de los ordenadores.

Esto se debe, en gran medida, al tamaño en los componentes electrónicos que pueden ser envasados cada vez en mayores densidades en un silicio de chip.



Figura 4. Ordenador Molecular.

El tamaño de las características de un chip de computadoras se ha reducido a una fracción de milímetros, con un microprocesador que mide de 0,1 a 0,2 micrómetros ($1 = 6 \cdot 10^{-6}$ metros) por tal motivo ciertas empresas han sido creadas con el objetivo explícito de producir ordenadores



moleculares (Figura 4), que son un millón de veces más eficaces que un ordenador basado en chips de silicio y dichos componentes aplicados con partes moleculares servirán para avances hacia la nanomedicina.

Los investigadores están buscando formas de utilizar dispositivos o entidades microscópicas, para realizar tareas que ahora se hace a mano o con equipo especializado.

La nanotecnología abarca las áreas de la electrónica y el magnetismo, haciendo referencia a la fabricación de estructuras de carbón, silicio materiales inorgánicos, metales y materiales semiconductores; para construir estructuras de tamaño nanométrico de especial interés: los nanocables y los nanotubos de carbono.



Figura 5. Nanotubos de Carbono.



Estos nanotubos de carbono (Figura 5) son moléculas cilíndricas que parecen malla de alambre enrollada, que están hechos de átomos de carbono puro, son cien veces más fuertes que el acero, pero más ligeros por los menos 6 veces, inmutables a las temperaturas de más de 3 000° centígrados (6 500° Fahrenheit) y son de tan sólo unos cuantos nanómetros de ancho.

Los nanocables (Figura 6) son cables con un diámetro muy pequeño, a veces tan pequeños como 1 nanómetro. Los científicos esperan aplicarlos para crear pequeños transistores de chips de computadoras y otros dispositivos electrónicos. En el último par de años, los nanotubos de carbono han ensombrecido a los nanocables.³

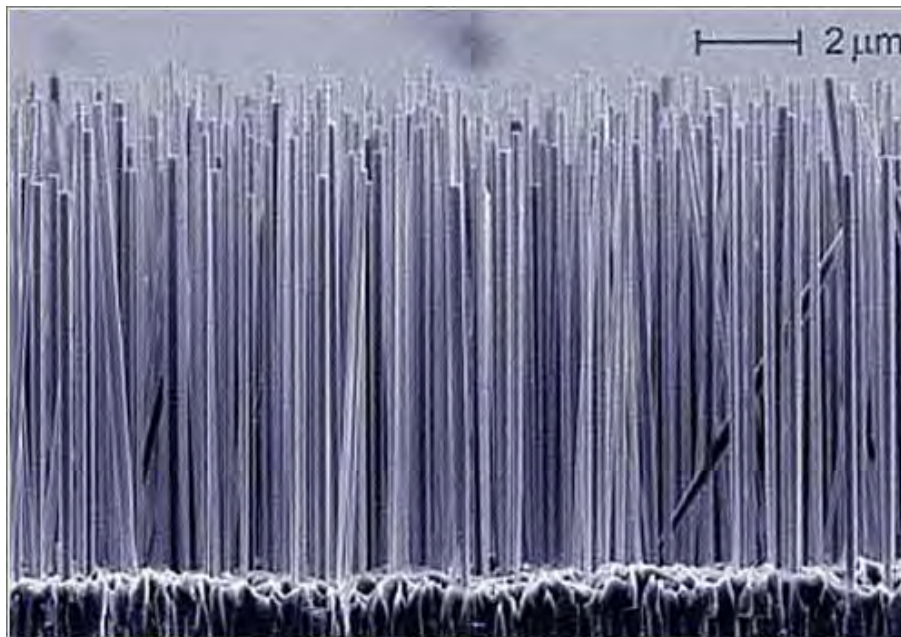


Figura 6. Nanocables de Silicio.



La característica fundamental de la nanotecnología es que constituye un ensamblaje interdisciplinar de varios campos de las ciencias naturales que están altamente especializados; tanto biólogos, químicos, físicos e ingenieros están involucrados en el estudio de las sustancias en nanoescala.



Figura 7. Ciencias involucradas en la Nanotecnología.

Es así que la ciencia ha alcanzado un punto en que las fronteras se separan de las diferentes disciplinas y han empezado a diluirse, y es precisamente que la nanotecnología (Figura 7) también refiere ser una tecnología afín, en donde las células se han aplicado en el diseño de los sistemas biológicos que existen en un entorno acuoso como el material genético, las membranas, las enzimas (Figura 8) y otros componentes celulares.⁴



La aplicación de la nanotecnología en tejidos se produce mediante la elaboración de robots móviles, sensores, ordenadores y diversos aparatos implantados en el cuerpo humano, que puedan ser usados para la eliminación del tejido neoplásico; estos podrían realizar la recepción y el procesamiento de signos externos, estimulando la comunicación con otras nanocomputadoras, monitoreando a las nanomáquinas internas que están reparando el tejido neoplásico.

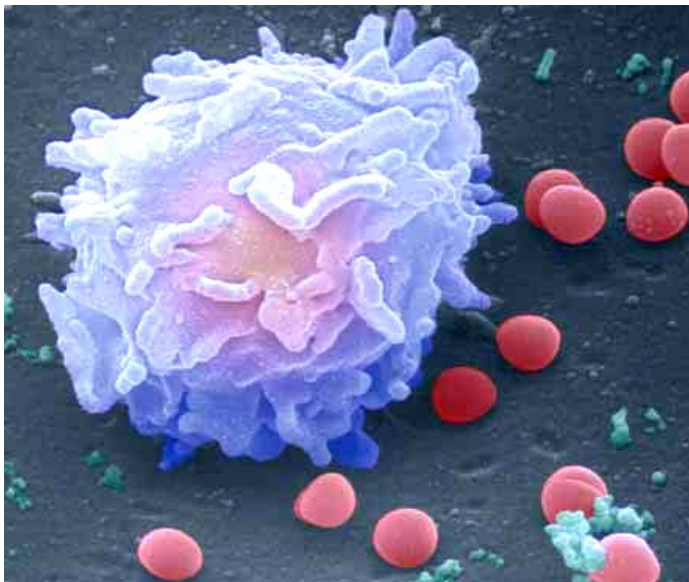


Figura 8. Enzima de glóbulo blanco capaz de descomponer nanotubos de carbono.

Estos nanoensambladores podrían ser más pequeños que el núcleo de la célula para poder conectarse en los lugares que son de difícil acceso y su objetivo sería el eliminar a las bacterias que hay en la cavidad bucal y son las causantes de la caries.

Las nanocomputadoras serán las encargadas de activar, controlar y desactivar los dispositivos nanomecánicos los cuales almacenaran y ejecutarán dicha información; así como recibir y transmitir señales externas y estímulos, comunicándose con otras nanocomputadoras.



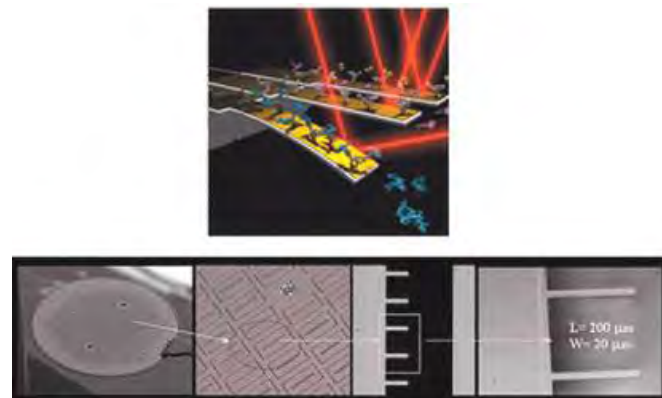
1.1. Nanotecnología Molecular.

La dinámica molecular consiste en el estudio del movimiento de moléculas biológicas a nivel atómico, a través de la simulación computacional, el cual trabaja con sistemas moleculares nanoscópicas, que miden 1 billonésima de metro y pueden interactuar de manera individual o colectiva; además permite producir materiales funcionales y estructurales entre el rango de 0.1-100 nanómetros, mediante técnicas químicas y físicas.⁵

La nanotecnología molecular da la posibilidad de fragmentar las moléculas, átomo por átomo, para luego transportarlos a velocidades cercanas a las de la luz y construir la misma molécula, es un avance tan importante que su impacto podría llegar a ser comparable con la revolución industrial pero con la diferencia de que se notará su enorme impacto en unos pocos años.

La Nanotecnología avanzada, llamada “Fabricación Molecular” (Figura 9), es un concepto de ingeniería de nano sistemas, que opera hacia una escala molecular y las propiedades de estos productos son a partir de cómo están colocados dichos átomos.

Figura 9. Nanobiosensores de reconocimiento celular y molecular.





1.2. Nanobiotecnología.

Nuevos dispositivos que se están desarrollando para la medicina y la cirugía como nanorobots. Tiene aplicaciones en prácticamente todas las ramas de la medicina que se presentan como: oncología nano-oncología, trastornos neurológicos nano-neurología (Figura 10), cardiopatías nano-cardiología, enfermedades del ojo nano-oftalmología, enfermedades del hueso y articulaciones nano-ortopedia y algunas enfermedades infecciosas.⁶

La nanobiotecnología facilitará la integración del diagnóstico con la terapéutica junto con el desarrollo de la medicina personalizada, es decir, la prescripción de la terapéutica será más específica y adecuada para el paciente.

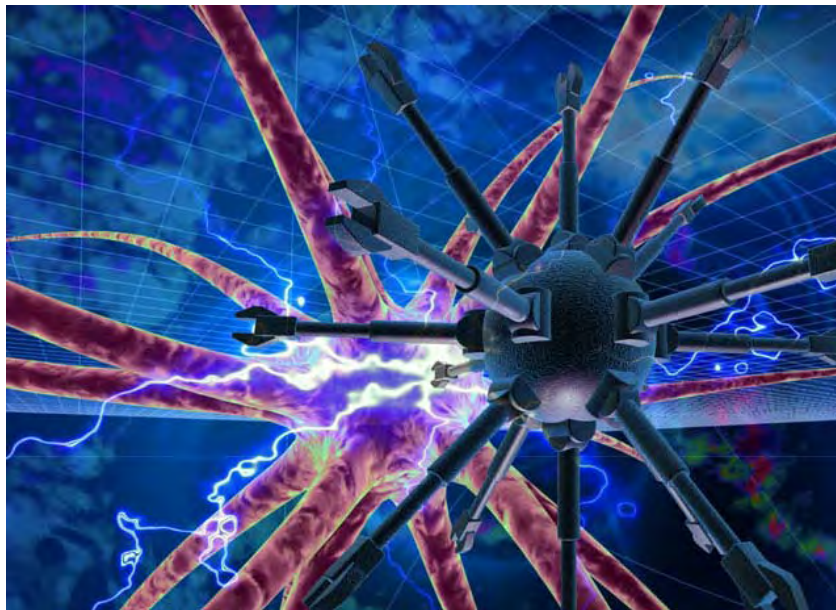


Figura 10. Nanodispositivos y neuronas.



CAPITULO II. NANOMEDICINA.

El uso de conocimiento derivado de la nanotecnología puede enfrentar problemas de interés médico en un campo de particular beneficio en la interdisciplina de áreas biológicas. El creciente interés en las futuras aplicaciones médicas de la nanotecnología está llevando a la aparición de un nuevo campo llamado Nanomedicina.

Esta tecnología tiene enormes aplicaciones médicas. Dispositivos de nanorobots programables que permiten a los médicos llevar a cabo las intervenciones precisas en los niveles celular y molecular.

Los dispositivos son:

- Nanosensores que circulen dentro del cuerpo para monitorear los niveles de glucosa, colesterol u hormonas.

- Nanoproyectiles de oro que hacen blanco en las células neoplásicas, y que una vez que identifica a las células pueden destruir con un láser no invasivo.

- Nanopartículas que buscan una localización específica dentro del cuerpo humano y luego suministran con precisión una dosis programada de medicamento.

- Puntos cuánticos luminiscentes que rastrean una proteína particular dentro una célula viva.

- Nanopartículas de plata que destruyan microorganismos resistentes a los antibióticos. (Figura 11)

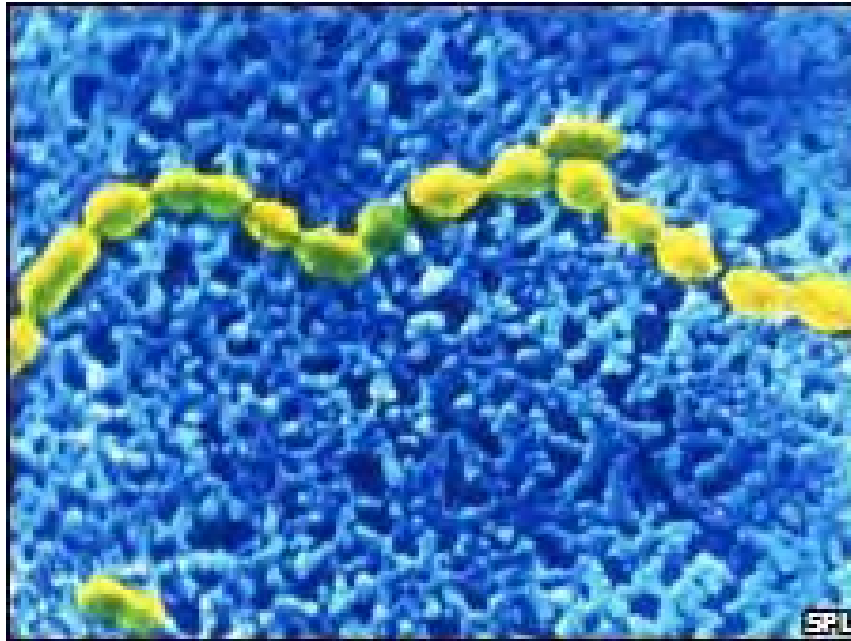


Figura 11. Nanosondas microscópicas para encontrar nuevos fármacos que resuelvan el problema de la resistencia a los antibióticos.

- Armazones tridimensionales nanoestructurados para crear tejido y órganos humanos.

Pero quizás una de las aplicaciones más específicas es la propuesta por Freitas, que consiste en el reemplazo de células de la serie roja con alteraciones de la función de la hemoglobina por células artificiales que se denominan respirocitos (Figura 12), que actuarían como una célula roja sanguínea, con la función de brindar oxígeno de manera más efectiva que un eritrocito.

Dichos nanodispositivos podrían disolver a los coágulos sanguíneos, salvaguardando una circulación sanguínea adecuada y evitando la necrosis de los órganos que pudieran estar afectados por la localización de coágulos.



Estas células podrían ser aplicadas en transfusiones, tratamientos parciales de anemias, problemas prenatales, neonatales y desordenes pulmonares.

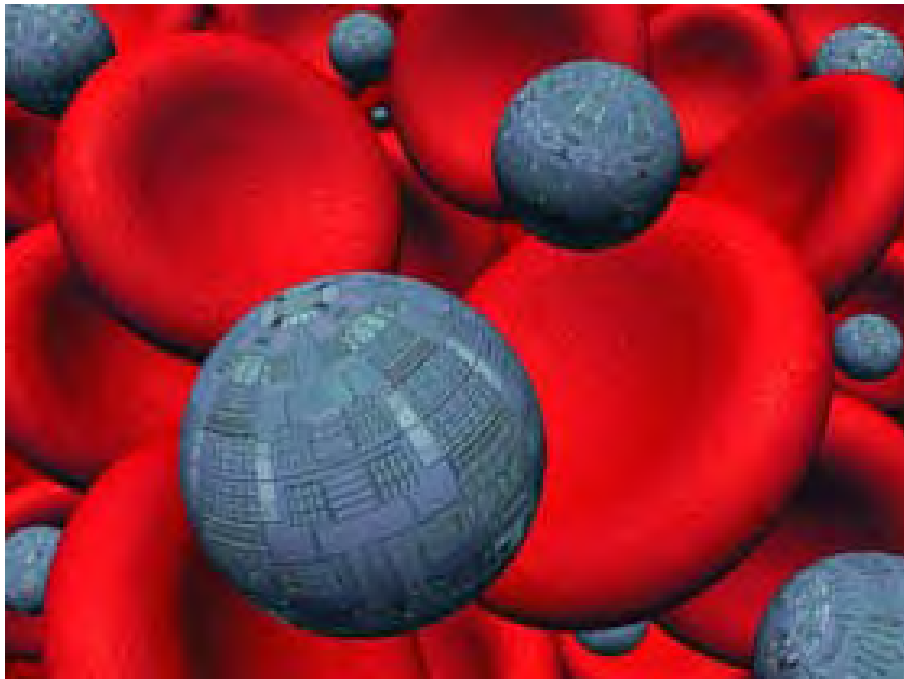


Figura 12. Respirocito.

Los nanodispositivos en una de las alteraciones más frecuentes de nuestro tiempo como la arterioesclerosis tendrán la capacidad de remover los depósitos de grasa en las paredes de las arterias, permitiendo un flujo de sangre más adecuado dentro de vasos sanguíneos más flexibles; podrían alcanzar a los cálculos renales y destruirlos sin necesidad de ultrasonido, con mayor éxito y menos complicaciones.

Mientras que los cálculos hepáticos pueden ser destruidos por los nanorobots si son introducidos por el conducto biliar y remueven los depósitos acumulados.



Otras de las expectativas que se espera lograr con la nanomedicina serán sin duda la modificación del material genético humano y por consiguiente la cura de enfermedades genéticas asociadas; aún cuando la ingeniería genética es la encargada de la investigación de la molécula de ADN, la nanotecnología será la encargada de proporcionar las herramientas necesarias para la manipulación de la misma.

La nanotecnología de ADN utiliza las propiedades únicas de reconocimiento molecular del ADN y otros ácidos nucleicos para crear complejas ramificaciones autoensambladas con propiedades útiles.

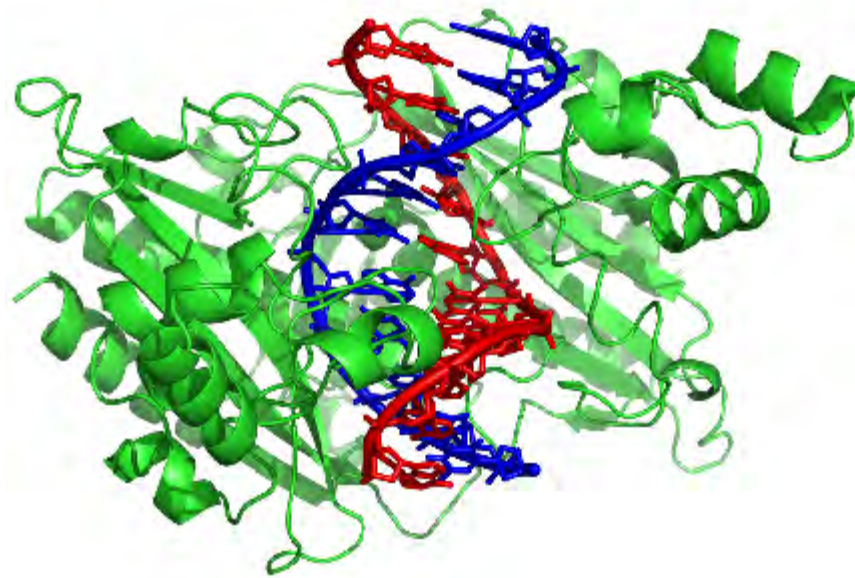


Figura 13. Nanotecnología y ADN.

Las aplicaciones médicas con tecnologías a escala nanométrica tienen el potencial de ofrecer nuevos instrumentos para diagnosticar y tratar las enfermedades a nivel molecular.



Sin embargo, el celo actual de tratamientos potenciados a nivel nanométrico puede desviar los escasos fondos destinados a la investigación, desarrollo de la medicina y recursos destinados a aspectos médicos, esto solucionara e innovara los servicios esenciales de salud.

En la industria de los medicamentos, la nanotecnología busca lograr la construcción bajo condiciones controladas en el laboratorio de moléculas complejas que permite realizar funciones primordiales de la vida a través de la fabricación de átomo por átomo. Esto significaría un avance inmenso para la medicina, pues simplificaría los procesos necesarios para la obtención de medicamento complejo que forman a los fármacos actuales.

El uso de nanopartículas transportadoras de medicamento es otro de los grandes avances, ya que con esto se ha podido traspasar barreras insuperables como la encefálica en donde medicamentos como los antibióticos, agentes antineoplásicos, fármacos especiales para el sistema central y diferentes neuropéptidos, puedan ser aplicados para mejorar la calidad de vida de muchos pacientes.

En la reunión del 2007, la Asamblea Mundial de la Salud emprendió un análisis exhaustivo de la nanomedicina que contempló un contexto de salud social más amplio. A mediados del 2006, 130 fármacos y 125 pruebas de diagnóstico, basadas en la nanotecnología, entraron en una fase de desarrollo preclínico, clínico o comercial.

El mercado para la medicina habilitada nanológicamente (incluidos el suministro de medicamentos, la terapia y el diagnóstico) se disparo en un poco más de mil millones de dólares en 2005 a casi diez mil millones de dólares para 2010.



2.1. Nanodiagnóstico.

Ciencia y Tecnología trabajaran juntas para prevenir, diagnosticar y tratar a la enfermedad de lesiones traumáticas, aliviar el dolor, mejorar la salud humana utilizando materiales a nanoescala bien estructurados junto con la biotecnología y la ingeniería genética, con sistemas complejos de máquinas moleculares y nanorobots.

El objetivo del nanodiagnóstico es de identificar a la enfermedad en sus primeros estadios a nivel molecular o celular; para posteriormente dar un buen tratamiento en base al diagnóstico. Se piensa que las herramientas de investigación y la práctica de la medicina serán menos costosas, más potentes y muy eficaces que permitirá la capacidad de respuesta rápida para tratar nuevas enfermedades.

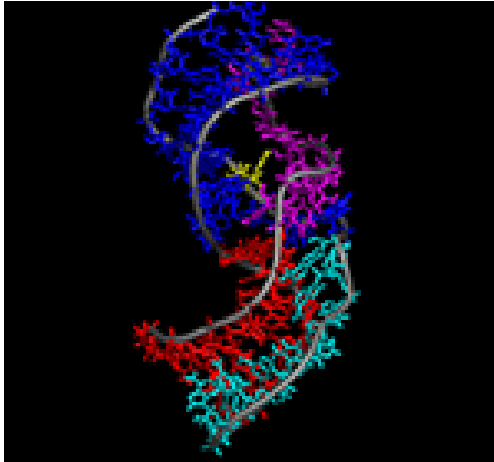


Figura 14. Nanocadenas para detectar enfermedades.

En el diagnóstico in-vitro y la nanomedicina puede aumentar la eficiencia y viabilidad de los tratamientos con la ayuda de fluidos en tejidos humanos por razón de muestras selectivas en nanodispositivos para hacer múltiples análisis a escala subcelular. Diagnóstico y tratamiento se puede personalizar para coincidir con las preferencias y la genética de cada paciente.



2.2. Neoplasias.

Las tecnologías que convergen en la escala nanométrica, incluida la biotecnología, neurotecnología y las tecnologías de la información llegarán más lejos que los dispositivos para suministrar medicamentos a los reactivos de diagnóstico a nivel celular, propios para pacientes enfermos. La nanomedicina podría desarrollar dispositivos capaces de trabajar dentro del cuerpo humano con el fin de identificar la presencia de una enfermedad para identificar y cuantificar moléculas tóxicas.

Los avances de la nanotecnología que se espera obtener en el campo de la nanomedicina incluyen terapias novedosas que abordan o reparan de manera selectiva a las células neoplásicas, identificándolas a través de un sensor como sucede en el reconocimiento biomolecular.

Se está diseñando dispositivos que minimicen la recurrencia de la enfermedad. El procedimiento estaría controlado a base de un nanorobot en el sistema linfático que llegue a la zona del tejido afectado y limite la lesión por medio de la liberación de fármacos. Este estaría controlado por un monitor externo manejado por el profesional adecuado. Una vez localizada se administra el medicamento que porta y regula el nivel de esta sustancia de acuerdo con la respuesta fisiológica obtenida. De esta manera se evita dañar células sanas y reducir la posibilidad de sobredosis.

En el caso de las neoplasias, el sistema circulatorio puede estar alterado complicando la llegada del dispositivo. El objetivo específico es destruir el tejido neoplásico de tal manera que se disminuya el riesgo de metástasis en el cuerpo.

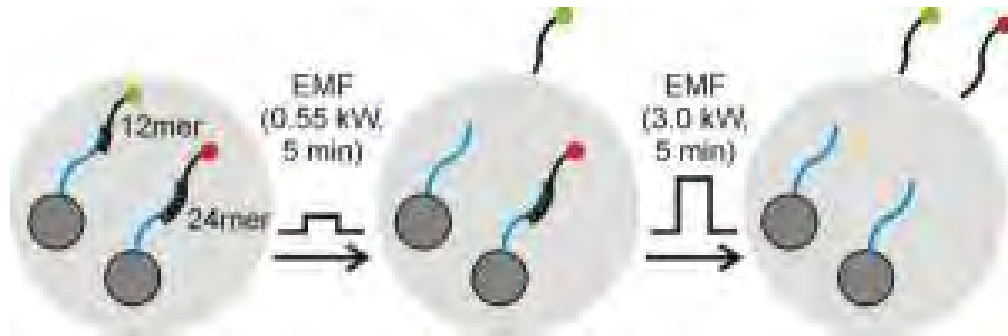


Figura 15. Nanopartículas que liberan medicamento para eliminar neoplasias.

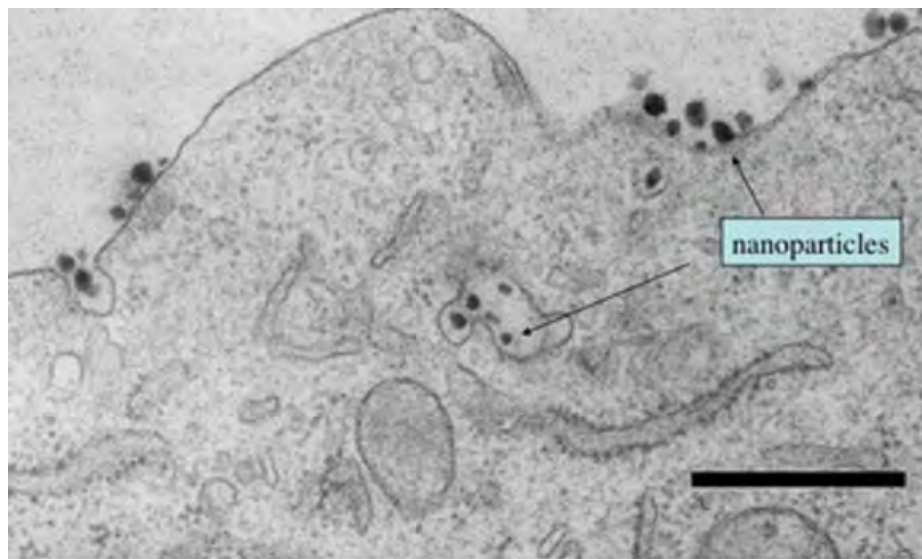
Investigadores del Instituto Tecnológico de California han desarrollado unos pequeños robots, contruidos mediante nanotecnología, que pueden viajar a través de la sangre hasta alcanzar las células neoplasicas del paciente. Una vez allí, son capaces de administrar una terapia sobre el ácido ribonucleíco de cada célula que desactiva un gen responsable del cáncer. El sistema, denominado interferencia por ARN, es una mezcla de un polímero con una proteína llamada transferrina, que tienen la capacidad de “reconocer” las células neoplasicas.

Una vez en ellas se disuelve y deja libres una serie de sustancias que actúan sobre el ARN (ácido ribonucleico) de cada célula, desactivando un gen responsable del cáncer. Las partículas encuentran la célula neoplásica e ingresa a ella, se rompe liberando las sustancias que interactúan con el ARN y que bloquean un gen que fabrica una proteína llamada ribonucleótido reductasa, asociada con el crecimiento del cáncer.⁷

En la misma partícula se ha incluido un sensor químico, cuando este sensor nota que ingresó en una célula da la orden para que la molécula se disuelva y actúe sobre el ARN. Esta técnica debe ser capaz de tratar a las neoplasias que no se puedan controlar a través de la cirugía convencional. Sin embargo tiene que ser muy eficaz y menos debilitante que la cirugía.



En las lesiones que requieran ser retiradas con la inactivación de las células neoplásicas, se utilizaría resonancia de microondas, químicos, ultrasonidos o láser, para impedir el daño tisular, cuando el dispositivo tenga contacto con estas células.



Bar, 500 nm

Figura 16. Nanopartículas efectivas contra neoplasias.



CAPITULO III. NANO-ODONTOLOGIA.

El desarrollo de la Nano-Odontología hará posible el mantenimiento de la casi perfecta salud bucal mediante el uso de nanomateriales, biotecnología, ingeniería de tejidos y la nanorobótica.

El futuro de estas técnicas en odontología incluyen: reconstrucción tridimensional de imágenes con adquisición de datos fisiológicos, diseño de instrumentos flexibles capaces de ampliar suturas craneales y faciales, extirpación de neoplasias bucales sin necesidad de incisión quirúrgica con la ayuda de microchips e implantes magnéticos de control remoto.

A partir de como se centra en los recientes cambios las nanopartículas y nanotubos se utilizaran para el manejo periodontal, los materiales desarrollados a partir de nanoesferas huecas, materiales nanoporosos, nanomembranas y estructuras básicas de la capa de nanocompuestos jugarán un papel importante y creciente en la elaboración de materiales para la odontología industrial.

Cuando el primer nanorobot dental, sea construido de tamaño micrométrico tal vez dentro 10 a 20 año a partir de hoy, se cuestionan ¿Cómo podría ser aplicado a la odontología?

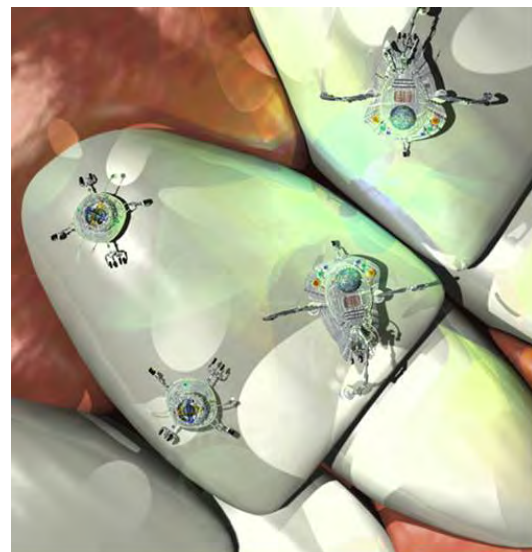


Figura 17. Nanorobot Dental.



Lo han descrito cómo médicos nanorobots, que podrían ser de uso específico con mecanismos de movilidad al gatear o nadar a través de los tejidos humanos con una precisión de navegación; adquirir energía y sentido al manipular su entorno; lograr la penetración in situ, es decir, pasar a través del plasma de membranas, como la prolongación odontoblástica sin interrumpir a la célula, manteniendo al mismo tiempo la biocompatibilidad clínica y utilizar cualquier número de técnicas para controlar, interrumpir o alterar el impulso de las células nerviosas individuales.

Estas funciones nanorobot pueden ser controladas por un nanordenador con instrucciones pre-programados en respuesta a los estímulos sensoriales locales.



Figura 18. Nanorobot dental.



Por otra parte, el cirujano dentista en cuestión puede, mediante la transmisión dar instrucciones al nanorobot a través de señales acústicas como se utiliza en la ecografía. Las visiones descritas hasta el momento pueden sonar poco probable. Sin embargo, la teoría y la investigación aplicada son necesarias para que se convierta en realidad y se esté avanzando rápidamente.

Tendencias en la salud bucodental y en la enfermedad periodontal también puede cambiar al centrarse en diagnóstico y modalidades de tratamiento.

Más profunda será la comprensión de las causas y la patogénesis de la enfermedad periodontal en cuanto a su desarrollo de defectos craneofaciales y neoplasias malignas que deberán hacer prevención en un enfoque viable para la mayoría de los pacientes

El papel del cirujano dentista seguirá evolucionando a lo largo de las líneas de las tendencias visibles en la actualidad. El Tratamiento dará más opciones, serán numerosas y más exigentes. Todo esto en demanda, de la capacidad técnica, juicio profesional y habilidades interpersonales que son el sello del contemporáneo cirujano dentista.



3.1. Anestesia.

Uno de los procedimientos más comunes en odontología es la infiltración de anestésico local, lo que puede implicar largas esperas y diversos grados de eficacia, la incomodidad del paciente y reacciones alérgicas. Para inducir la anestesia por vía bucal o dental, los cirujanos dentistas podrán instalar suspensión coloidal que contiene millones de activos analgésicos de tamaño micrométrico sobre la encía del paciente.

Después de contactar la superficie de la mucosa, los nanorobots llegaran a la dentina mediante su desplazamiento en el surco gingival penetrando los túbulos dentinarios hasta la pulpa. Guiados por una combinación de gradientes químicos, temperaturas diferenciales y el control remoto por parte del cirujano dentista para bloquear toda la sensibilidad en el diente selecto que requiera tratamiento.

La presencia de células tales como fibroblastos gingivales y pulpares en la unión cemento-dentina y linfocitos dentro de la lámina propia, 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 estas células.

Esta técnica analgésica sería agradable para el paciente ya que reduciría la ansiedad, fobia a las agujas y lo más importante sería más rápido y completamente reversible de acción.



3.2. Biopelícula.

La nanotecnología puede ser usada para eliminar de forma selectiva las bacterias cariogénicas al mismo tiempo que se preserva la flora oral normal en un enfoque más específico y proactivo a la caries dental, esta ciencia es un prometedor campo que puede guiar nuestra comprensión de la interacción entre especies y el papel que desarrolla la biopelícula que a su vez están adheridas en superficies de poblaciones con microorganismos que consiste de células, agua y material de la matriz extracelular.

La nanotecnología nos puede permitir detectar bacterias cultivables y no cultivables con la ayuda de un nanochip. Del mismo modo la acidez de la placa dentobacteriana que es un buen índice para el seguimiento de desmineralización de los dientes, se puede controlar usando un cepillo micro sensor de pH.

Streptococcus mutans junto con otras especies son las encargadas en formar biopelícula dental. La correlación modificada genéticamente entre bacterias como *Streptococcus mutans* y la morfología en nanoescala se ha evaluado mediante la Microscopía de Fuerza Atómica (AFM) junto con la nanotecnología ha sido utilizada para estudiar la dinámica de la desmineralización, proceso de remineralización de la caries dental que detecta las bacterias que inducen a la desmineralización en un nivel ultrasensible.⁸

Por lo tanto, la caracterización nanoescala local de la ultra estructura celular y las propiedades funcionales es un enfoque importante para probar la naturaleza de los microbios orales cariogénicos.



3.3. Dentífricos.

El desarrollo de dentífricos nanorobóticos liberados por enjuagues o cremas dentales que contengan fármacos diseñados genéticamente contra los agentes patógenos como el *Streptococcus mutans* productores de caries, podría ser una herramienta eficaz para prevenir dicha enfermedad.⁹

Los nanorobots transportando un enjuague bucal o pasta de dientes podría limpiar todas las superficies supragingivales y subgingivales usados por lo menos una vez al día. Actuando por medio del metabolismo de la materia orgánica, atrapada en vapores inofensivos, sin olor y que a su vez continuará realizando el desprendimiento del cálculo dental.

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



3.4. Hipersensibilidad.

La presencia de células naturales que están en constante movimiento alrededor y dentro de los dientes incluyendo fibras gingivales, fibroblastos de la pulpa, cementoblastos, odontoblastos, linfocitos y bacterias dentro de los túbulos dentinarios.

La hipersensibilidad dental puede ser causada por cambios en la presión hidrodinámica transmitida a la pulpa. Los túbulos dentinarios son sensibles, numerosos y de mayor diámetro comparados con los túbulos de dientes no sensibles. La dentina es otro fenómeno patológico que puede ser susceptible de un tratamiento nanodontológico. Los dientes naturales tienen hipersensibilidad ocho veces mayor en la superficie con una densidad superior a los túbulos dentinarios.

La Hipersensibilidad dentinaria es una condición de dolor agudo que se produce normalmente cuando la superficie de la raíz queda expuesta, cuando la encía se ha desvanecido y el cemento se ha desgastado, los túbulos dentinarios al quedar expuestos a medios mecánicos, químicos o estímulos térmicos resultara una respuesta al dolor incómodo en las fibras nerviosas.

Al llegar a la dentina e introducir nanorobots en los túbulos dentinarios que miden de 1 a 4 micras de diámetro y desciendan hacia la pulpa, guiados por una combinación de gradientes químicos, la temperatura e incluso la posición de navegación, bajo el control de un nano-ordenador según lo indicado por el cirujano dentista.



Entre los muchos enfoques para tratar la hipersensibilidad de la dentina, un enfoque principal es ocluir los túbulos dentinarios para que se aíslen de los estímulos externos, evitando el movimiento del fluido y se pueda desencadenar una respuesta al dolor.

AFM ha sido utilizado recientemente para observar la oclusión de los túbulos dentinarios que es eficaz con una nueva tecnología de arginina-calcio carbonatada, desarrollada para el tratamiento de hipersensibilidad. Que consiste en utilizar Una pasta desensibilizante (comercializado en los Estados Unidos como Colgate sensible Pro-Socorro Pegar desensibilizantes, Colgate Palmolive, EE.UU.) con 8% de arginina, carbonato de calcio, sílice y profilaxis, ha sido clínicamente eficaz en el sello de los túbulos dentinarios¹⁰. AFM ha demostrado ser una herramienta útil para el estudio de las superficies de la dentina y tejidos de colágeno que indica su potencial en la comprensión de los procesos dentales de la enfermedad. Los modos alternativos de AFM también son útiles en el estudio de las superficies dentales, tales como la microscopía de fuerza piezo-respuesta (PFM) para diferenciar entre los componentes orgánicos y minerales en los tejidos dentales con la resolución nanométrica.

Agentes terapéuticos proporcionan un alivio temporal para esta condición dolorosa común, pero la reconstrucción de dientes con la ayuda de nanorobots, utilizando materiales biológicos de forma selectiva podría precisar y obturar los túbulos en cuestión de minutos, ofreciendo a los pacientes una rápida y permanente cura.



3.5. Ortodoncia.

Una propuesta interesante en la aplicación de nanorobots en ortodoncia, que fue sugerido por Sims en 1999, y consiste en reemplazar los brackets por microchips preprogramados dirigidos por computadoras, que controlen la respuesta biomecánica del hueso y del ligamento periodontal.¹¹

Estos nanorobots ortodóncicos permitirán manipular directamente los tejidos periodontales, incluyendo las encías, ligamento periodontal, cemento radicular y hueso alveolar, girando con reposicionamiento vertical en un lapso de minutos a horas y lo más importante sin dolor.

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.

La nanotecnología permitirá el control biomecánico de la fuerza, será posible aumentar el movimiento dental y disminuir la reabsorción radicular y la recidiva.

Esta 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



3. CONCLUSIONES.

Es comprensible que para muchos investigadores resulte difícil resistirse a la atracción que producen las perspectivas de dominar la materia hasta sus mínimos constituyentes; los desarrollos en las nanotecnologías pueden conducir a consecuencias imprevistas y negativas muy serias. No sería la primera vez que algo así sucede en la historia de la tecnología. Lo primordial es tomar conciencia de la necesidad de un debate y una evaluación a todos los niveles: desde el local, pasando por el regional y el nacional, hasta alcanzar el mundial de participar en el amplio debate, así como de tener voz efectiva en la toma de decisiones sobre el futuro de las nanotecnologías, porque representa su propio futuro.

Las diferentes nanoaplicaciones abarcan potencialmente todos los ámbitos de la existencia y muchas de ellas se proponen para ser empleadas a escala, pero es necesario tener en cuenta el verdadero objetivo de la nanotecnología que es construir el futuro, molécula a molécula.

La nanotecnología cambiará la odontología, la atención sanitaria, y la convivencia humana más profundamente. Sin embargo, también tienen un potencial para lograr beneficios importantes, como mejorar la salud, el mejor uso de los recursos naturales y la reducción de la contaminación en el medio ambiente.

Todos los beneficios de la Nanotecnología para la Medicina tardarán en hacerse evidentes todavía algunos años. Así nanométricos sensores, ordenadores y diversos aparatos implantables, de bajo costo permitirán un control continuo sobre la salud del paciente al igual que su tratamiento automático.



Las aplicaciones médicas de la nanotecnología pueden sonar a ciencia ficción, pero no lo son. Medicamentos y dispositivos habilitados nanológicamente están aquí y vendrán pronto por conducto de la tecnología de lo diminuto.

Dichos dispositivos permitirán controlar con precisión algunos tratamientos como la analgesia dental y bucal, terapia de reemplazo de la dentición, todo fabricado durante una sola visita al consultorio y rápida precisión a escala nanométrica que será la odontología restauradora.

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 serán las que confluyan con el propósito de diseñar nuevas técnicas de diagnóstico y terapéutica.

Y mientras los costos de la medicina sean accesibles y el tratamiento de enfermedades sea más seguro, sus beneficios serán aplicados a más personas en todo el mundo.

La nanomedicina tiene que superar los desafíos para su aplicación, y así mejorar la comprensión de base fisiopatológica de la enfermedad, traer más sofisticadas oportunidades de diagnóstico, y el rendimiento de las terapias más eficaces y las propiedades preventivas.

Es importante decir que los materiales nanométricos presentarán características nuevas o mejoradas respecto a otros sistemas, y que estos cambios y propiedades serán sorprendentes debido a su escala nanométrica.



Así, no se trata sólo de hacer cosas pequeñas o de ahorrar espacio, sino de entender y aprovechar el cúmulo de oportunidades y nuevas características que los objetos producen en dicha escala.

La nano-odontología todavía se enfrenta a muchos retos significativos, los principales son: los problemas de ingeniería de ejecución tomando en cuenta toda la gama de especialidades de la odontología, desde su posicionamiento preciso hasta el montaje molecular de piezas a escala, económicas técnicas de producción masiva y la biocompatibilidad simultánea.

Sin embargo, no son igualmente motivaciones poderosas para superar estos diversos desafíos, tales como la posibilidad de proporcionar atención odontológica de alta calidad al 80 por ciento de la población mundial, población que actualmente no recibe importantes cuidados dentales. El tiempo, avances concretos, recursos financieros, científicos y las necesidades humanas son las que determinaran los cambios de la nanotecnología aplicados a la odontología.

El esmero continuó de los métodos tradicionales, el desarrollo de tecnologías avanzadas, materiales de restauración y los nuevos medicamentos farmacológicos serán los enfoques que seguirán mejorando la atención dental.



4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. Rybachuk A. Chekman I. Tetyana Y. Nanotechnology and Nanoparticles in Dentistry. National O. O. Bohomolets Medical University. 2009;1:18-21
2. Maza P. Martínez MA. Otero L. Aplicación Clínica de la Nanotecnología en Odontología. Pontificia Universidad Javeriana. 2002;28:p. 34-35.
3. Freitas R Jr. Nanodentistry. Journal of the American Dental Association JADA. 2000;131;Pp1559-1565.
4. Poole C, Owens FJ. Introduction to Nanotechnology. Wiley-Interscience; 1 edition. May 30, 2003. P. 400
5. Rubinstein L. A Practical NanoRobot for Treatment of Various Medical Problems. **Eighth Foresight Conference on Molecular Nanotechnology**. 2000, November 3-5. Bethesda, Maryland: The Foresight Institute.
6. Martínez AC, Lechuga LM. Nanobiotecnología: Avances diagnosticos y terapeuticos. Revista Madrid, (Ejemplar dedicado a: Nanociencia y Nanotecnología II) No. 35, 2006.
7. Mark D. Caltech-led Team Provides Proof in Humans of RNA Interference Using Targeted Nanoparticles. California Institute of Technology. March 3th, 2010. Direction Electronic:
[URL:http://media.caltech.edu/press_releases/13334](http://media.caltech.edu/press_releases/13334)
8. Croos SE, Kreth J, Zhu L, Qi FX, Pelling AE, Shi WY, Gimzewski JK. Atomic Force microscopy study of the structure-function relationships of the biofilm-forming bacterium Streptococcus mutans. Nanotechnology. 2006; 17:S1-S7.



9. Barnett ML. The role of therapeutic antimicrobial mouthrinses in clinical practice: Control of supragingival plaque and gingivitis. *J. Am. Dent. Assoc.* 2003; 134:699-704.

10. Petrou I, Heu R, Stranick M, Lavender S, Zaidel L, Cummins D, Sullivan RJ, Hsueh C, Gimzewski JK. A breakthrough therapy for dentin hypersensitivity: How dental products containing 8% arginine and calcium carbonate work to deliver effective relief of sensitivity teeth. *J. Clin. Dent.* 2009;20:23-31.

11. Bhardwaj SB, Mehta M, Gauba K. Nanotechnology: Role in Dental Biofilms. Department of Microbiology, Dr. H. S. J Institute of Dental Sciences and Hospital, India. 2009;20:511-513.