

Aplicación de la nanotecnología en odontología: Nano-odontología

Héctor Ramón Martínez,^{1,2} Hernán Marcos Abdala,² Emmanuel Treviño,¹
Gabriela Garza,¹ Alfonso Pozas,¹ Gerardo Rivera²

Resumen

Actualmente la nano-odontología pareciera una situación de ficción, sin embargo los avances científicos en la nanotecnología para la mejor comprensión de la relación que existe entre las nanoestructuras de las piezas dentarias y los microorganismos colonizadores, abre una inmensa variedad de oportunidades y posibilidades que podrían revolucionar el mundo de la odontología, como es el que se podría mantener una salud oral integral, mediante el empleo de biomateriales, incorporando a la ingeniería tisular y nanorobots. Cuando los nanorobots dentales puedan ser manufacturados en 5 a 10 años, estos instrumentos permitirán el control exacto de la anestesia oral, el reemplazo dental y la odontología reconstructiva de precisión a escala nanométrica. Asimismo nuevos prospectos terapéuticos serían factibles utilizando los dentrificorobots monitorizados. En este artículo se hace una prospectiva y revisión de las aplicaciones de la nanotecnología en la odontología, y cómo la nanotecnología esta permitiendo un gran aporte al desarrollo de nuevos mecanismos y materiales en la medicina oral. **Palabras Clave:** Nano-odontología, Nanotecnología, Salud Oral. **Rev.CES Odont.2011;24(2)87-91**

Application of nanotechnology in dentistry: Nano-Dentistry

Abstract

Currently, nano-dentistry would seem to be a fictional topic, but scientific advances in nanotechnology in order to better understand the relationship between tooth nanostructures and colonizing microorganisms provides a vast array of opportunities and possibilities that could revolutionize the world of dentistry. Complete oral health through the use of biomaterials, tissue engineering and nanorobots could be possible. When dental nanorobots can be manufactured in 5 to 10 years, these instruments will allow specifically controlled oral analgesia, dental replacement and nanometer-scale precision restorative dentistry. New therapeutic prospects will be feasible utilizing motorized dentirobots. This article is a prospective review of the applications of molecular engineering techniques in dentistry and how these new tools can provide valuable support to the development of new dental biomaterials. **Keywords:** Nanodentistry, Nanotechnology, Oral Health. **Rev.CES Odont.2011;24(2)87-91**

Introducción

La odontología contemporánea presenta importantes desafíos, entre los cuales destaca la necesidad de investigación intensa para ofrecer soluciones terapéuticas a numerosos padecimientos dentales que aquejan a la población, como son: caries dental, enfermedad periodontal, mal oclusión, tumores, traumatismos y fracturas dentales, entre otras. Todos estos padecimientos son consecuencia del crecimiento progresivo de la población mundial por los fenómenos demográficos actuales. Esto conduce a la obligada prescripción de tratamientos muy costosos e imposibles de realizarse, al menos para una población mayoritaria en los países cuya economía es emergente. Por lo que se proyecta

que hacia el año 2025, una alta demanda de atención odontológica se convierta en un serio problema de salud pública.

Las respuestas a estos retos de salud, estarán vigorosamente unidas a la conjunción, aplicación, organización y desarrollo de nuevos cimientos entre la tecnología a escala nanométrica y la odontología. Estos preceptos serán la base del futuro desarrollo de nuevos tratamientos y el fundamento de una nueva modalidad científica, la "nano-odontología".

Para los investigadores y los profesionales de la salud oral, en este microcosmos nanotecnológico se abre un

1. Departamento de Odontología y Estomatología. Universidad de Monterrey. San Pedro Garza García. Nuevo León, México.

2. Laboratorio de Ingeniería Tisular y Medicina Regenerativa. Universidad de Monterrey. San Pedro Garza García. Nuevo León. México.

abanico de posibilidades, misterioso y al mismo tiempo desafiante, que permite explorar a profundidad un sector del desarrollo tecnológico que hasta ahora permanecía en la oscuridad y que podría revolucionar y cambiar el mundo científico-académico de la odontología.

Nanotecnología y nano-odontología

El prefijo “nano” proviene del griego y significa “enano”. Usualmente se emplea la palabra nanociencia para referirse al estudio de los fenómenos y el manejo de la materia a escala nanométrica (un nanómetro es la millonésima parte de un milímetro; un nano=0,000000001), mientras que la nanotecnología se encarga del estudio, creación, diseño, síntesis, identificación, manipulación y aplicación de materiales, aparatos y sistemas a través del control de la materia en dimensiones cercanas al intervalo de 1-100 nanómetros, así como de la exploración de fenómenos y propiedades de la materia a dicha escala.¹ La nanotecnología incluye a la electrónica y el magnetismo, para la fabricación de estructuras de carbón, silicio, materiales inorgánicos, metales y materiales semiconductores. Asimismo, interviene también en el diseño de los sistemas biológicos incluyendo al material genético.² La nanotecnología molecular, genera materiales funcionales por medio de técnicas fisicoquímicas.³⁻⁵

En este sentido, la nano-odontología es la aplicación odontológica de la nanotecnología, que permitirá el uso de instrumentos de investigación útiles, nuevas vías y mecanismos avanzados de liberación de moléculas y/o medicamentos, para la reparación de tejidos dañados.⁶

Cronología de hechos que marcaron el surgimiento de la nanotecnología

Richard Feynman (1959), fue el primero en hacer referencia de las posibilidades de la nanociencia y la nanotecnología en su discurso que dio en el Instituto Tecnológico de California, titulado “En el fondo hay espacio de sobra”. Ganó el premio Nobel de física en 1965, por sus trabajos en electrodinámica cuántica.⁷

Eric Drexler fundador del Instituto Foresight (1980), implantó por primera vez el término “nanotecnología”.⁸

Gerd Binnig y Heinrich Rohrer, diseñaron y fabricaron el microscopio de efecto túnel (premio Nobel de física, 1986). Este consiste básicamente en visualizar átomos como entidades independientes. La corriente es de un nano-amperio (0,000000001 amperios) cuando se emplea un voltaje de milivoltios. El microscopio funciona en un campo inmediato, a una distancia de dos o tres átomos de la superficie. Después de este descubrimiento

y basados en un principio similar, se han perfeccionado otra serie de microscopios que tienen el objetivo de trabajar con medidas nanométricas.⁹

Con todos estos avances, hoy en día los especialistas de odontología tiene una gran interés por seguir investigando más acerca de las moléculas o materiales orgánicos llamados “biomateriales”, que son elementos compatibles con el cuerpo humano que se usan para construir órganos artificiales, sistemas de rehabilitación, prótesis o para reemplazar tejidos lesionados.¹⁰ Asimismo, implementar la aplicación de métodos y técnicas nanotecnológicas para encontrar alternativas terapéuticas, o la creación de estructuras nanodiseñadas para liberación de medicamentos.

Nanotecnologización de la odontología

Durante los últimos años, la odontología a nivel mundial ha tenido progresos significativos que han permitido mejorar la calidad de vida de millones de personas. La generación de nuevos medicamentos, la utilización de tecnología de avanzada para apoyar el diagnóstico y el tratamiento, han revolucionado la forma de atender y comprender a los pacientes.

Países innovadores en el área de la nanotecnología han estimulado la creación de nuevos centros de investigación y pronostican que con las nuevas técnicas desarrolladas obtendrán logros sin precedentes como el diagnóstico genético-molecular de diferentes enfermedades, regeneración de tejidos o la solución terapéutica a tumoraciones que antaño se consideraban incurables.¹¹

La aplicación de la nanotecnología en las ciencias de la vida se da mediante la elaboración de robots, sensores y diversos instrumentos implantados en el cuerpo humano, que puedan ser aplicados para el tratamiento del tejido afectado.¹² Por lo que se está implementando un nuevo modelo matemático de movimiento que podría ayudar a desarrollar nano-aparatos aptos para desplazarse a través de líquidos (Figura 1).¹³ Estos nano-instrumentos serían utilizados para el transporte de medicamentos.

Otro aspecto de la investigación nanotecnológica es la fabricación de máquinas que realizarían procesos de recepción y procesamiento de señalizaciones externas, estimulando la intercomunicación con otros nanocomputadoras de control externo, usados para monitorizar las nanomáquinas internas (Figura. 2). Estas nanocomputadoras tendrán la función de activar, desactivar y controlar estos nanomecanismos. Otra de sus funciones sería la de guardar y ejecutar planes, así

como recibir y procesar estímulos externos. Una de las limitantes para la ejecución clínica de la nanotecnología es la dificultad para introducir estos dispositivos en el organismo. Lo más importante es calcular el tamaño de la nanomaquinaria que se va a introducir teniendo en cuenta el sitio de entrada. Lo más simple es que el flujo sanguíneo lleve el nano-aparato hasta el lugar del problema, orientándolo, para pasar obstáculos como los que se producen por los coágulos y las placas de ateromas, entre otras; por esta razón se están diseñando varios medios de propulsión o tracción.¹⁴

Las nanopartículas son otra opción que ha comenzado a tener un rol destacado tanto en la medicina como en la odontología, por ejemplo existen aplicaciones concretas como la de las nanopartículas de plata que se utilizan como una alternativa más segura para empastes dentales ya que poseen propiedades antidesgaste, antifúngicas y antibacterianas.¹⁵

En ortodoncia, se están aplicando nanopartículas que controlan la señalización del dolor y que incrementan la ramificación de las terminaciones nerviosas al utilizar nanoesferas que contienen factores de crecimiento que favorecen la regeneración del tejido nervioso.¹⁶

En implantología se verá muy favorecida con la introducción de un biomaterial conocido como nanohueso, que simula la estructura y composición del hueso. Además se están creando implantes inteligentes, ya que son capaces de identificar el tipo de tejido que se está formando sobre ellos, para liberar factores de crecimiento, cuando sean necesarios para favorecer el crecimiento y desarrollo tisular.¹⁷

En nuestra experiencia estamos utilizando un bionanoremineralizador del esmalte dental, mediante el uso de un biomaterial que es una secuencia peptídica con la finalidad de favorecer la remineralización del esmalte, sin la necesidad de utilizar el flúor, nuestros primeros resultados son alentadores y continuaremos con los mismos.

Finalmente se ha introducido un nuevo término "Biodónica", para integrar e incorporar los desarrollos en bioingeniería, biología molecular, nanoinformática (nanochips), nanogenética y la nano-odontología; con la finalidad de generar nuevos métodos, mecanismos, productos y tecnologías de aplicación clínica.

Prospectivas terapéuticas de la nano-odontología

A la nano-odontología se le puede establecer como propósito el control, rastreo, construcción, reparación,

protección y mejoramiento del funcionamiento bucal. En este contexto, la nano-odontología hace uso de sistemas nanométricos adecuados para integrarse en microdispositivos o a un medio biológico, para realizar una función determinada.¹⁸

Los odontólogos podrían inducir la anestesia, colocando una suspensión coloidal que contenga millones de partículas analgésicas nanométricas sobre la encía del paciente. Inmediatamente después del contacto con la corona o con la mucosa, los nanorobots alcanzarían la dentina y penetrarían desde los túbulos dentinales que tienen un diámetro de 1,4 μm hasta la pulpa,^{19,20} conducidos por una mezcla de gradientes químicos, diferencias de temperaturas y todo bajo el control de nanocomputadoras. Lo anterior es factible debido a que existe una distancia de aproximadamente 10 mm que abarca toda la superficie del diente y si los nanorobots se desplazarán a una velocidad de 100 μm por segundo completarían su recorrido en la cámara pulpar en aproximadamente 100 segundos.

La creación de dentífricos nanorobóticos de una dimensión entre 1-10 μm , liberados por enjuagues o cremas dentales a una concentración de 103-105 nanodispositivos por cavidad oral; y que contengan drogas diseñadas genéticamente contra los agentes patógenos principalmente contra el *Streptococo mutans*, esto se convertiría en una vacuna contra la caries dental.²¹ Asimismo, los "dentífricorobots" estarían configurados para identificar y destruir otras bacterias patógenas residentes en la cavidad oral que ocasionan halitosis y periodontopatías; pero respetará alrededor de 500 especies de bacterias inofensivas o saprofitas de la microflora.²²

La regeneración tisular con medicamentos genéticamente diseñados,²³ permitiría la fabricación de piezas dentales en el consultorio odontológico.²⁴ De la misma manera se podría conseguir el reemplazo de las resinas, amalgamas y otro tipo de material de reconstrucción del diente por biomateriales (Figura 3).

La hipersensibilidad de la dentina es provocada por cambios en la presión hidrodinámica transmitida a la pulpa y como los túbulos de dientes sensibles son ocho veces más abundantes y su diámetro es el doble, comparados con los túbulos de dientes no sensibles,²⁵ los nanorobots conseguirían llevar biomateriales específicos para obstruir los túbulos, ofreciendo una cura definitiva. Los materiales de nanorelleno serían usados como monómeros de matriz para reconstrucciones dentales. Estos compuestos disminuirían la contracción a la polimerización, mejoran la resistencia y biocompatibilidad.

Con el diseño y fabricación de nanorobots ortodóncicos se podría controlar los tejidos periodontales, encía, ligamento, cemento y hueso alveolar; con la finalidad de conseguir un movimiento rápido del diente de minutos a horas y sin dolor, por medio del uso de parches dérmicos. Con el uso de estas técnicas nanotecnológicas se permitiría el control biomecánico de la fuerza, y se conseguiría desarrollar marcadores activos que reconozcan el marcaje de áreas específicas de las células modificadas genéticamente en la microvasculatura del ligamento periodontal. Con estas técnicas nanotecnológicas se podrá mejorar la apariencia y durabilidad de los dientes reemplazando las capas superiores del esmalte con uniones covalente de materiales artificiales tales como el zafiro o el diamante, dándole una fuerza entre 20 y 100 veces mayor a la del esmalte natural.

Conclusión

En América Latina, la incursión a éste campo no se ha dado y es necesaria una completa inmersión a éste conocimiento a todos los dedicados a la bioingeniería, medicina y odontología. La odontología del futuro será totalmente diferente cuando la fármacogenética, la bioingeniería de tejidos, la terapia con células madre y génica, la imagenología y la bioinformática confluyan con el propósito de diseñar nuevas técnicas diagnósticas y terapéuticas. Las directrices científico-tecnológicas hacia el año 2020, se encaminan a la transformación de la odontología, mediante el uso de nanosistemas para el tratamiento de diferentes padecimientos. Sin embargo, se debe hacer énfasis en que existen todavía factores sociales, así como dilemas éticos, de regulación para establecer tratamientos en humanos, que se tienen que afrontar para que la nanotecnología pueda incorporarse en la medicina de manera completa.

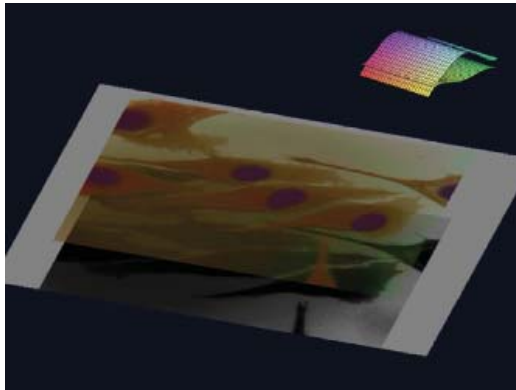


Figure 1. Imagen tridimensional de fibroblastos subgingivales, con su representación gráfica

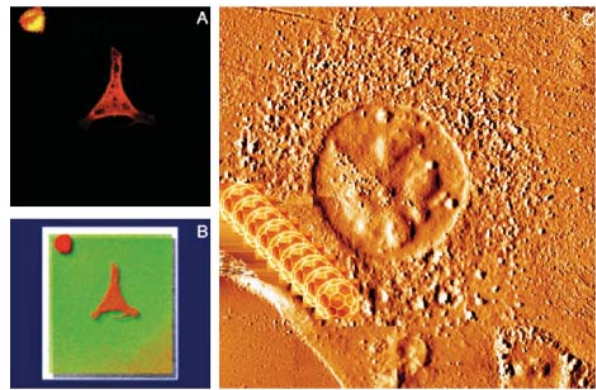


Figure 2. Representaciones esquemáticas. A y B. Células endoteliales tratadas con la secuencia de péptidos CWQPPRAR sobre una superficie de teflón. C. Odontoblastos en proceso de reparación con nanoestructuras del tipo buckyball

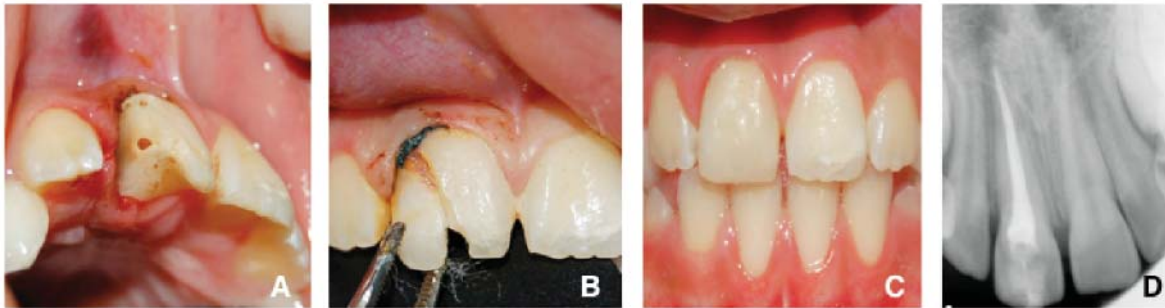


Figura 3. Con la síntesis y uso de biomateriales nativos del diente, será posible una reconstrucción dental más rápida. A. Fractura dental diagonal del incisivo central superior derecho de una niña de 8 años, resultado de una caída. B. Proceso de reparación dental del diente lesionado. C. Radiografía que muestra el proceso de apexificación completo

Referencias

1. Sahoo SK, Parveen S, Panda JJ (2007). The present and future of nanotechnology in human health care. *Nanomed Nanotechnol Biol Med* 2007;3:20-31.
2. Murphy P, Munshi D, Kurian PA, Lakhtakia A, Bartlett RV. Nanotechnology, Society and Environment. *Compreh Nanosci Technol* 2011;1:443-76.
3. Slavkin HC (1999). Entering the era of molecular dentistry. *J Amer Dent Assoc* 1999;130:413-17
4. Reed MA, Tour JM. Computing with molecules. *Sci Am* 2000;282:86-93.
5. Jain KK. Nanotechnology in clinical laboratory diagnostics. *Clinica Chimica Acta* 2005;358:37-54.
6. Freitas RA. Nanodentistry. *J Amer Dent Assoc* 2000;131:1559-66.
7. Feynman RP. The development of the space-time view of quantum electrodynamics. *Science* 1966;153:699-708.
8. Drexler KE. Molecular engineering: An approach to the development of general capabilities for molecular manipulation. *PNAS USA* 1981; 78:5275-5278.
9. Binning G, Rohrer H. Scanning tunneling microscopy. *IBM J Res Develop* 1986;30:4.
10. Williams D. The relationship between biomaterials and nanotechnology. *Biomaterials* 2008;29:1737-1738.
11. Kim KY. Nanotechnology platforms and physiological challenges for cancer therapeutics. *Nanomed Nanotechnol Biol Med* 2007;3:103-10.
12. Asiyabola B, Soboyejo W. For the surgeon: An introduction to nanotechnology. *J Surg Educ* 2008; 65:155-61.
13. Podurajev J, Somio J. A new approach to the contour following problem in robot control (dynamic model in Riemann space). *Mechatronics* 1993; 3:241-63.
14. Dynan WS, Takeda Y, Li S. Modifying the function of DNA repair nanomachines for therapeutic benefit. *Nanomed Nanotechnol Biol Med* 2006;2;74-81.
15. Patil M, Mehta DS, Guvva S. Future impact of nanotechnology on medicine and dentistry. *J Ind Soc Periodontol* 2008;12:34-40.
16. Carels C. Concepts on orthodontics of the future: speculation or illusions? *Orthod France* 2008;79:49-54.
17. Suárez MA, Álvarez O, Álvarez MA, Rodríguez RA, Valdez S, Juárez JA. Characterization of microstructures obtained in wedge shaped Al-Zn-Mg ingots. *J Alloys Comp* 2010;492:373-377.
18. Schleyer TL. Nanodentistry, fact or fiction? *J Am Dent Assoc* 2000; 131:1567-68.
19. Dourda AO, Moule AJ, Young WG. A morphometric analysis of the cross-sectional area of dentine occupied by dentinal tubules in human third molar teeth. *Int. Endod. J.* 1994;27:184-89.
20. Marion D, Jean A, Hamel H, Kerebel LM, Kerebel B (1991). Scanning electron microscopic study of odontoblasts and circumpulpal dentin in a human tooth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 1991;72:473-78.
21. Hajishengallis G, Michalek SM. Current status of a mucosal vaccine against dental caries. *Oral Microbiol Immunol* 1999;14;1-20.
22. Sharma S, Cross SE, Hsueh C, Wali RP, Stieg AZ, Gimzewski JK. *Int J Mol Sci* 2010;11;2523-45.
23. Baum BJ, Mooney DJ. The impact of tissue engineering on dentistry. *J. Amer Dent Assoc* 2000;131:309-18.
24. Ferber D. Lab-grown organs begin to take shape. *Science* 1999; 284:422-25.
25. Absi EG, Addy M, Adams D (1987). Dental hypersensitivity: a study of the patency of dentinal tubules in sensitive and non-sensitive cervical dentine. *J Clin Periodontol* 1987;14:280-84.

Correspondencia:

hmartinez36@udem.edu.mx

Recibido para publicación: Junio de 2011

Aprobado para publicación: Noviembre de 2011

**UNIVERSIDAD CES***Un Compromiso con la Excelencia*Resolución del Ministerio de Educación Nacional No. 1371 del 22 de marzo de 2007