



Uso de nuevas tecnologías en odontología

Use of new technologies in dentistry

Javier de la Fuente Hernández,* Marco Antonio Álvarez Pérez,[§]
María Cristina Sifuentes Valenzuela^{II}

RESUMEN

La nano-odontología hoy día pareciera un sueño, sin embargo los avances de la ciencia a través de la nanotecnología, en la comprensión de los complejos micromundos interrelacionados entre órgano dentario y los microorganismos colonizadores, abre un cosmos de posibilidades que podrían revolucionar el mundo de la odontología, como lo es el mantenimiento de la salud oral en un periodo de tiempo diminuto al involucrar el uso de nanomateriales, nanobiotecnología y una propuesta reciente «nanorobots». En este artículo se hace una revisión de las aplicaciones de la nanotecnología en las ciencias odontológicas, y cómo estas nuevas tecnologías están permitiendo un gran aporte al desarrollo de materiales innovadores en odontología como nanopartículas, nanotubos, y nanocompositos, entre otros, que se pueden aplicar directamente en la clínica, y que marcan un abanico de posibilidades de invaluable trascendencia en los procedimientos conservadores de la profesión.

Palabras clave: Nanotecnología, odontología, nanomateriales, nanopartículas, regeneración tisular.

Key words: Nanotechnology, dentistry, nanomaterials, nanoparticles, tissue regeneration.

ABSTRACT

Nowadays nano-dentistry would see-like a dream; nevertheless the advances of science through the nanotechnology; in the understanding of complex interrelated microworlds between dental organ tissues and the colonizing microorganism; opening a cosmos of new possibilities that could revolutionized the world of dentistry area, as it is the maintenance of oral health in a short-period of time when the dentistry involve the use of nanomaterials, nanobiotechnology and; the new proposal idea «nanorobots». This article is a revision of the applications of the molecular engineering techniques in dental sciences and how these new technologies are allowing a great contribution to the development of new innovative dental materials like nanoparticles, nanotubes and nanocomposites; that could be applied directly in the clinic and how these technologies will be open new possibilities of invaluable importance in the preservative procedures of the dental profession area.

INTRODUCCIÓN

Las actividades profesionales en odontología, desde sus inicios se han dirigido especialmente a la rehabilitación y restauración de las estructuras dentarias, como consecuencia de la disolución que genera la caries dental. Padecimiento de mayor prevalencia y costo en el mundo, ya que de acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), el 70% de la población mundial la padece y su presencia afecta al 90% de la población mexicana (*Figura 1*). Esta concepción y campo de acción del odontólogo, tiene su fundamento en los postulados ancestrales de la profesión, en donde se consideró que la eliminación del tejido desmineralizado y su restauración, eran procedimientos indispensables para resolver las secuelas de esta pandemia.

Asimismo, en respuesta a la demanda de restauraciones en donde la estética ha ocupado un lugar predominante, los avances de la ciencia y la tecnolo-

gía han orientado sus esfuerzos para la creación de materiales que atiendan la apreciación y necesidad generalizada hacia materiales que restituyan el tejido dentario perdido con apariencia similar a la estructura natural del diente. Por ello, como consecuencia de los avances de la ciencia en el Área de la Odontología; en este artículo se pretende hacer una revisión de las aplicaciones que ha tenido la nanotecnología en las ciencias odontológicas; los aportes de estas

* Secretario de Desarrollo Institucional de la UNAM.

§ Profesor de Carrera Titular B, Facultad de Odontología, UNAM.

II Profesora del Departamento de Educación para la Salud, Facultad de Odontología, UNAM.

Fecha de recepción: 18 de mayo de 2010.

Fecha de aceptación: 17 de junio de 2010.

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/facultadodontologiaunam>



Figura 1. Caries dental y su futura prevención por medio de la nanotecnología que busca la rehabilitación y restauración de las estructuras dentarias con nanorobots dirigidos a los microorganismos causantes del padecimiento dental.

nuevas tecnologías en el desarrollo de materiales innovadores con partículas en rangos nanométricos; y su aplicación clínica cotidiana como nanopartículas, nanotubos, y nanocomposites, entre otros, así como el abanico de posibilidades y contribuciones que se vislumbran de invaluable trascendencia en los procedimientos conservadores de la profesión, revolucionando terapéuticas y procedimientos odontológicos ancestrales.

Hoy día tratar de conceptualizar el Área de las Ciencias Odontológicas es algo muy complejo, dado que, la mayoría de las investigaciones orientan sus esfuerzos bajo la concepción restaurativa prevaleciente, en donde la estética y estabilidad del material que restituya la funcionalidad del diente mutilado es su objetivo primordial; sin embargo las investigaciones de ciencia básica aumentan la complejidad de las ciencias odontológicas, ya que es una de las pocas áreas que se enfoca a la búsqueda de estrategias para regenerar y/o reparar el aparato estomatognático que incluye un fascinante micromundo y por demás enigmático que existe en el cuerpo humano «el órgano dentario».

En este contexto, investigaciones desarrolladas han demostrado la capacidad regenerativa del diente cuando es sometido a elementos como el fluoruro que propician su desmineralización, con lo cual se establecen las bases científicas y con ello se refuta la concepción errónea que se tenía respecto a la caries

dental, como un proceso irreversible, y se constituye por lo tanto en un antecedente que impacta de manera benéfica en la conservación y mantenimiento de las estructuras dentarias.

La complejidad de las ciencias odontológicas se observa cuando se analiza el órgano dentario, el cual no sólo es un conjunto de tejidos blandos y mineralizados sino es un vasto mundo de comunicaciones, señalizaciones e interacciones celulares desde sus inicios embrionarios (*Figura 2*). Además, si a dicha interacción tisular se le adicionan las interrelaciones simbióticas que existen entre el órgano dentario y los microorganismos colonizadores (que bajo ciertas circunstancias pueden volverse patógenos), dicha complejidad se magnifica.

Por ello, en la actualidad los desafíos del área odontológica radican en comprender los micromundos interrelacionados, que permitan encontrar terapias exitosas para su aplicación directa en la clínica, con el propósito de propiciar la regeneración parcial y/o total de los tejidos dentales.

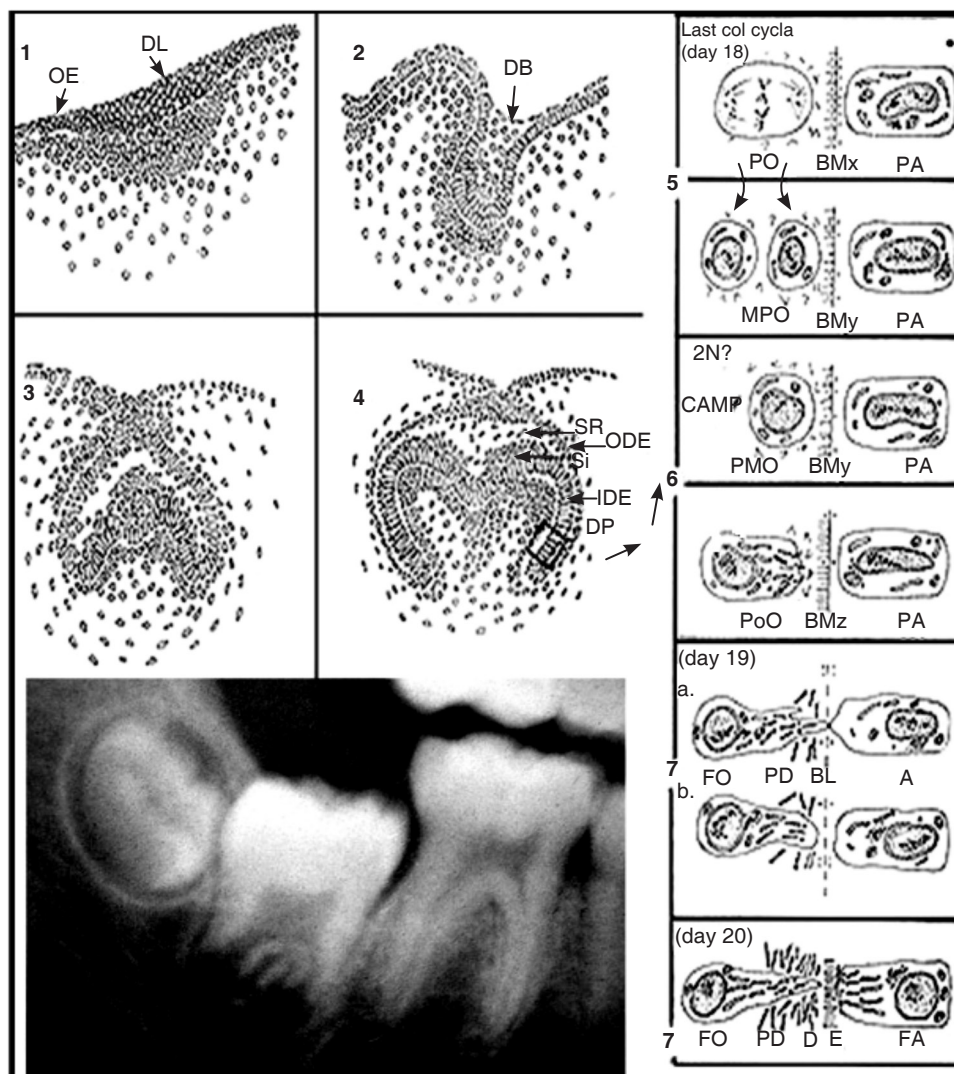
Estos retos que existen en el área visualizada como ciencia básica y/o como ciencia clínica que no están exentos de las aportaciones de los avances científicos de otras áreas como la «Nanotecnología», o en palabras más simples la «Ingeniería molecular», definida como las ciencias y las técnicas que controlan y manipulan la materia al nivel de nanómetros.

La escala nano equivalente a la billonésima parte del metro ($1/1,000,000,000$) o un milésimo de una micra ($1/1,000$); que de acuerdo con su etimología griega «*vavoc*» (nano), significa pequeño o diminuto (*Figura 3*).

En este mundo diminuto, para los investigadores, se abre un cosmos maravilloso y misterioso, que permite explorar en forma definitiva un sector del desarrollo tecnológico que hasta ahora permanecía a oscuras, y que podría iluminar el mundo de la odontología.

La aplicabilidad de la nanotecnología en el ámbito odontológico, se ha hecho evidente tanto en procedimientos de práctica general, como en diversas especialidades. El odontólogo de hoy ya trabaja con nanomateriales en su clínica privada y basta con mencionar que diversas compañías han empezado a vender sus productos como resinas nano-híbridas, nanorellenos y/o nano-adhesivos, que al ser manipuladas a escalas «nano» incrementan las propiedades mecánicas, físicas y químicas cuando se comparan con los materiales convencionales utilizados en la práctica clínica (*Figura 4*).

Las nanopartículas han empezado a jugar un papel importante tanto en la medicina, como en odontología, en donde existen aplicaciones como las nanopartícu-



1: Lámina dentaria; 2: esbozo dentario; 3: copa dentaria; 4: campana dentaria; OE: epitelio oral; DL: lámina dentaria; DB: esbozo dentario; SR: retículo estrellado; SI: estrato intermedio; ODE: epitelio externo del órgano del esmalte; IDE: epitelio interno del órgano del esmalte; DP: papila dentaria. 5-6: Diferenciación terminal de odontoblastos. 5: BMx: membrana basal estadio-específica; PO: preodontoblasto; MPO: preodontoblastos maduros que controlan la síntesis de GAGs por los preameloblastos (PA). BMx se transforma en BMz; 6: Modificaciones en los GAGs transforman los MPO en odontoblastos postmitóticos (PMO); BMz se transforma en BMz. PMO se transforma en odontoblastos polarizados (PoO). 7-8: Diferenciación terminal de ameloblastos 7: Predentina (PD) secretada por odontoblastos funcionales (FO). BL: membrana basal desaparece, produciéndose contacto entre FO y ameloblastos postmitóticos (A). 8: Ameloblastos funcionales (FA) secretan esmalte (E).

Figura 2. Esquema que destaca las sucesivas etapas de la odontogénesis; tomado de Ruch y col. (1983).

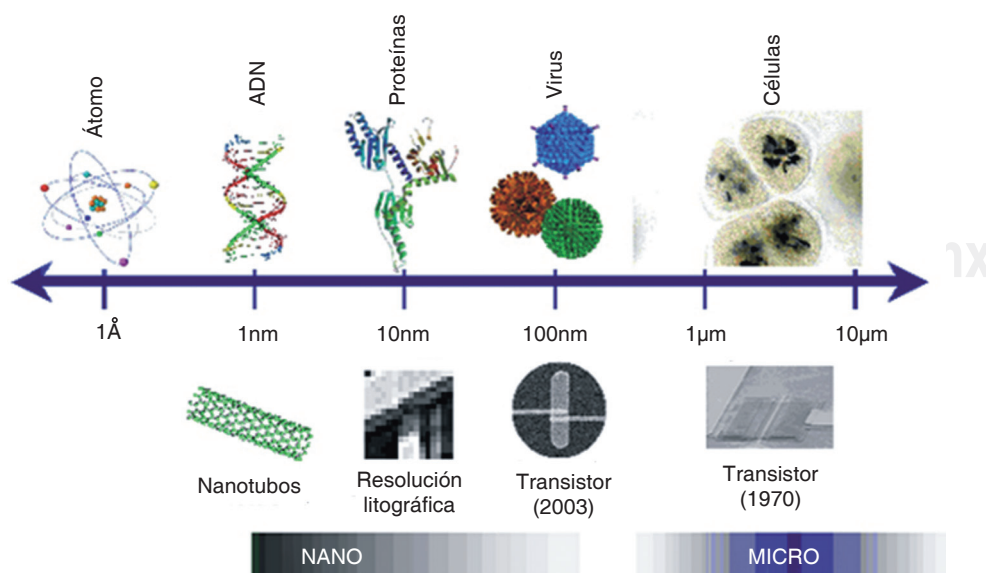


Figura 3. Esquema gráfico donde se ubica la nanoescala.

las de plata que se están utilizando como alternativa a los agentes para empastes dentales.¹⁻³ Lo maravilloso de estas nanopartículas son las nuevas propiedades de antidesgaste, antibacterianas y antifúngicas que presentan en su química superficial, por lo que se

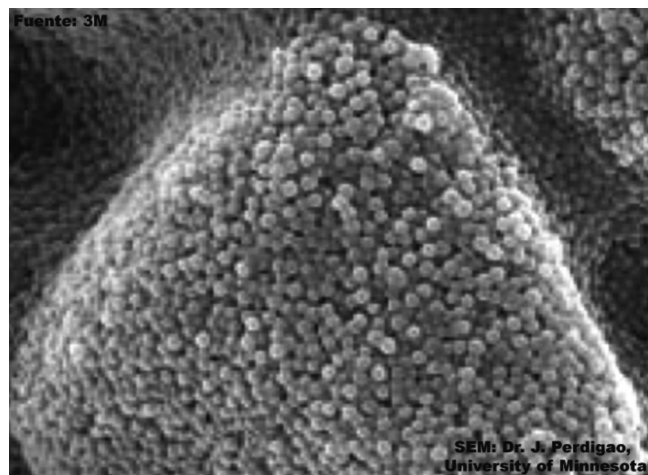


Figura 4. Microfotografía de microscopía electrónica de barrido que muestra el tamaño de las nanopartículas de las resinas híbridas Filtek® Supreme TX. Imagen 100,000X ampliada.

pueden emplear en el tratamiento de problemas relacionados con la raíz de los dientes, acción que ha maravillado a la comunidad odontológica, al ser capaz de combatir *Staphylococcus aureus*, *E. coli*, *Enterococcus faecalis* y *Candida albicans*, propiedad, que indiscutiblemente ofrece un abanico de posibilidades y de beneficios para la salud del paciente.

En lo que se refiere a la regeneración del esmalte y la dentina, la combinación de bioingeniería tisular; junto con el desarrollo de nanopartículas gatillo genéticamente diseñadas y de nanopartículas que sean biomiméticas con los tejidos mineralizados, han empezado a dar sus frutos en la fabricación de órganos dentarios *in vitro*. Ejemplo de ello, es el gen de la amelogenina que se ha manipulado para adherirse a nanopartículas de hidroxiapatita que al ser disparadas directamente a células pluripotenciales encapsuladas en nanohidrogeles; comienzan a ejercer su efecto en la formación del tejido del esmalte.⁴ Asimismo, los resultados obtenidos cuando se utiliza el nanohidrogel en co-cultivo celular con una red de nanofibras que llevan en su interior partículas cargadas con el gen de la sialoproteína dentinaria, indican que las células pluripotenciales pueden organizarse en disposición de capas celulares que se transforman en tejido dentina-

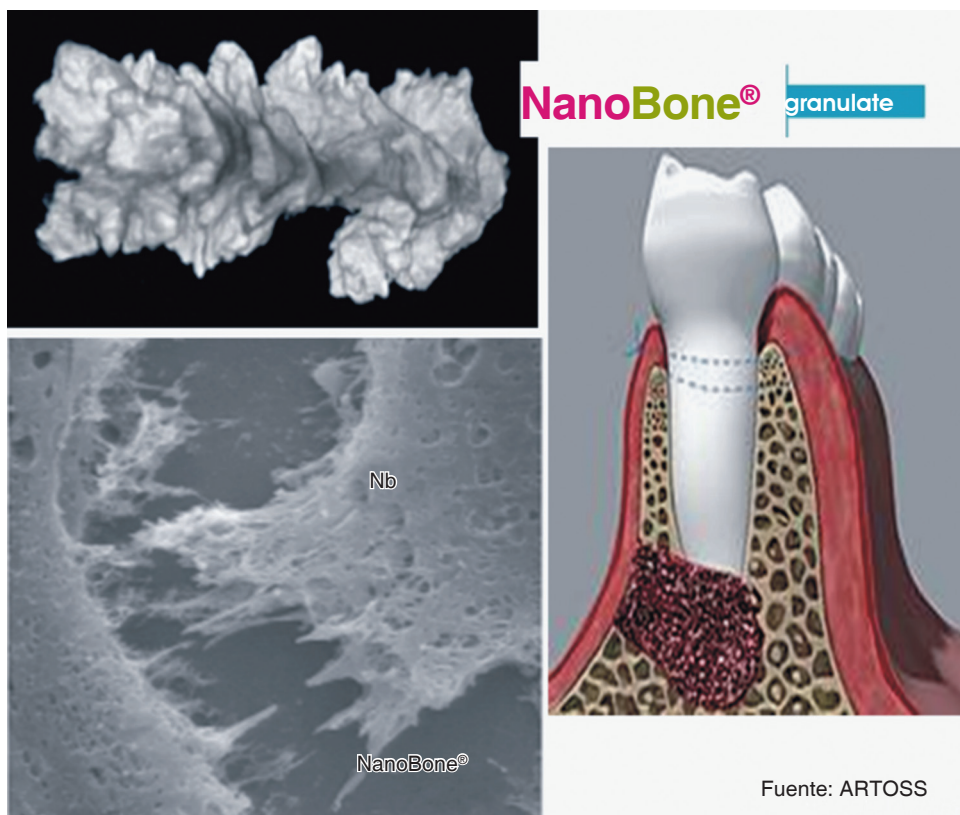


Figura 5. La estructura de Nano-Bone® ha demostrado tener un gran potencial osteoconductor en estudios de regeneración de tejidos óseos dentales.

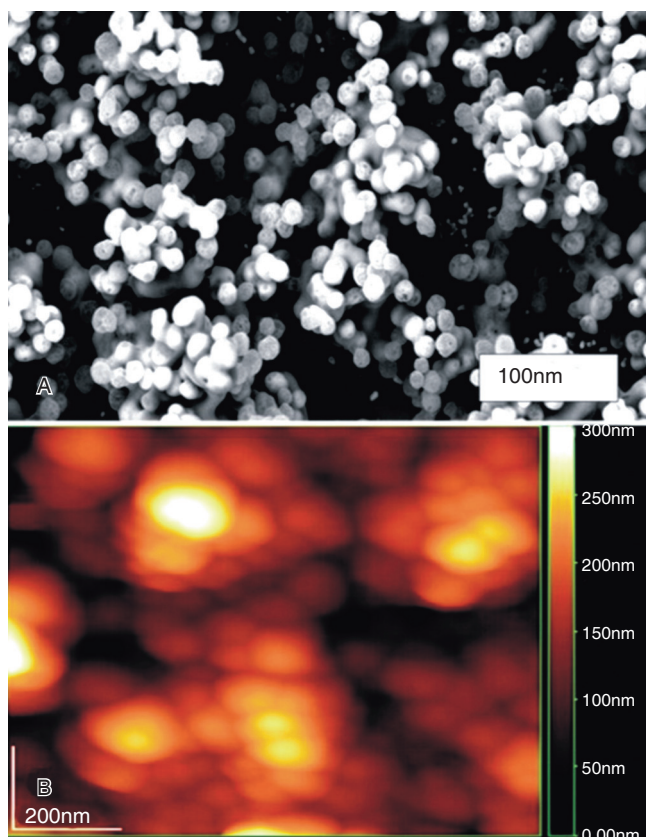


Figura 6. Nanopartículas de ZnAl_2O_4 cuya química superficial muestra tener nuevas propiedades de antidesgaste e incrementar la respuesta odontogénica.

rio y de esmalte similar a los tejidos encontrados en el órgano dentario.⁵ Este primer acercamiento abre la posibilidad de que en un futuro la práctica odontológica cambie drásticamente permitiendo la fabricación de dientes en el mismo consultorio dental, lográndose con ello una de las aportaciones científicas de mayor trascendencia en la profesión.

En la especialidad de ortodoncia, se están aplicando nanopartículas que controlan la señalización del dolor y que aumentan la ramificación de los nervios al utilizar nanoesferas rellenas de factores que inducen a la regeneración del tejido nervioso. Sin embargo, en esta área de especialidad la nanotecnología es aún un sueño, como lo es la propuesta sugerida por el Dr. Sims, quien sostiene que el uso de los brackets podría ser remplazada por nanorobots programados para que controlen la respuesta biomecánica del hueso, y del ligamento periodontal, para de esta manera, lograr el movimiento dental.^{6,7}

De la misma manera, el área de implantología se verá beneficiada con el desarrollo de un material de-

nominado nanohueso (Figura 5), que imita muy de cerca la estructura y composición de los huesos reales, lo que convertirá a los implantes artificiales de titanio en un material del pasado. Lo anterior se debe, a que los implantes de nanohueso poseen una mayor capacidad de interacción con los tejidos vivos y permiten que el cuerpo se auto-repare mucho más rápido, dado que al reconocerlo como un nanomaterial similar, intenta desarrollarse en él.⁸⁻¹¹

Con este propósito, en el área de cirugía e implantología los científicos están creando implantes «inteligentes», que son capaces de detectar qué tipo de tejido se está desarrollando sobre ellos, comunicar la información a un dispositivo de mano y liberar fármacos según sea necesario para promover el desarrollo del tejido. Tales implantes están diseñados también para ayudar a evitar las complicaciones que suelen observarse tras un implante óseo, como infecciones, inflamación (o desarrollo de cicatriz), aflojamiento del implante y, en el caso del cáncer óseo, la recurrencia del mismo. De la misma manera, los científicos han estado investigando con implantes que tienen unos mecanismos inherentes para proteger el cuerpo de las infecciones o para inhibir el desarrollo del cáncer, como la plata, el zinc, el zirconio selenio y el cromo (Figura 6).^{12,13}

Por último, los avances científicos están abriendo nuevas áreas de especialización, tal es el caso del nuevo término acuñado «Biodónica» el cual trata de integrar los resultados de las investigaciones de ciencias básicas y clínicas, para incorporar los desarrollos contemporáneos de la biología molecular, ciencias informáticas (nanochips de ADN y ARN), nanogenética, bioingeniería, y nanotecnología con la odontología clínica, que como consecuencia conlleven al desarrollo de nuevos productos y tecnologías patentables.

El físico Richard Feynman, ganador del Premio Nobel, en 1959 hizo el siguiente pronunciamiento: «Los principios de la física, tal y como yo los entiendo, no niegan la posibilidad de manipular las cosas átomo por átomo... Los problemas de la química y la biología podrían evitarse si desarrollamos nuestra habilidad para ver lo que estamos haciendo, y para hacer cosas a nivel atómico». De dicho discurso, que bien puede haberse catalogado como una pieza de oratoria, y al mismo tiempo vislumbrarse como un cuento de ciencia ficción, se desprenden reflexiones que dieron inicio a la generación de un eco que cada vez suena con más fuerza y que hoy después de 40 años es la base de una ciencia que tiene un nombre cada vez más pronunciado: «Nanotecnología», con lo que se demuestra claramente que los avances de este mundo fascinante están revolucionando la ciencia y la tecnología, y confirman la capacidad del ser humano como visionario, así como la

necesidad de impulsar investigaciones que respalden las ciencias odontológicas.

CONCLUSIONES

De acuerdo con lo reportado en los artículos consultados; la nanotecnología ha comenzado a resultar de un valor extraordinario en el campo de las ciencias odontológicas en su aplicación como material de regeneración tisular para la estética.

Las propiedades físico-químicas alcanzadas por los materiales dentales con presencia de partículas nanométricas ha incrementado la eficiencia de los materiales de restauración odontológica.

La caracterización de la compatibilidad celular en cultivos *in vitro* y en modelos animales; de los nuevos materiales dentales con partículas nanométricas; han demostrado que incrementan la respuesta celular; que presentan características de biomimetismo con los tejidos dentales; y que respaldan el desarrollo de nuevos materiales con aplicación en el área de implantología dental logrando con ello brindar una mejor calidad de vida a la población.

En la actualidad, la investigación en nanotecnología aplicada a las ciencias odontológicas se puede catalogar como uno de los proyectos más innovadores, con un fuerte potencial para revolucionar el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades odontológicas; así como para la regeneración tisular. Ante tales beneficios, para la Facultad de Odontología, de la UNAM, como institución académica de vanguardia y en cumplimiento con su función social, representa una oportunidad para incursionar en este campo ya que posee un importante recurso humano preparado para enfrentar los nuevos retos en el campo clínico-científico-tecnológico, y con la infraestructura necesaria para impulsar líneas de investigación que contribuyan a la generación de procedimientos y terapéuticas en beneficio de la sociedad.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al apoyo de financiamiento de DGAPA-UNAM al proyecto IN200808.

REFERENCIAS

1. Patil M, Mehta DS, Guvva S. Future impact of nanotechnology on medicine and dentistry. *Journal Indian Society of Periodontology* 2008; 12 (2): 34-40.
2. Bakó J, Szepesi M, Márton I, Borbély J, Hegedüs C. Synthesis of nanoparticles for dental drug delivery systems. *Fogorv Sz* 2007; 100 (3): 109-113.
3. Freitas R. Nanotechnology, nanomedicine and nanosurgery. *International Journal Surgery* 2005; 3: 243-246.
4. Huang Z, Sargeant TD, Hulvat JF, Mata A, Bringas P, Koh Ch, Stupp SI, Snead ML. Bioactive nanofibers instruct cells to proliferate and differentiate during enamel regeneration. *Journal Bone Mineral Research* 2008; 23 (12): 1995-2006.
5. Chen HF, Clarkson BH, Sunk, Mansfield JF. Self assembly of synthetic hydroxyapatite nanorods into enamel prism like structure. *Journal Colloid Interface Science* 2005; 188: 97-103.
6. Sims M. Brackets, epitopes and flash memory card: a futuristic view of clinical orthodontics. *Australian Orthodontic Journal* 1999; 15 (5): 260-267.
7. Carels C. Concepts on orthodontics of the future: speculation or illusions? *Orthodontics France* 2008; 79 (1): 49-54.
8. Dietze S, Bayerlein T, Proff P, Hoffmann A, Gedrange T. The ultrastructure and processing properties of straumann bone ceramic and nanobone. *Folia Morphology* 2006; 65 (1): 63-65.
9. Canullo L, Patacchia O, Sisti A, Heinemann F. Implant restoration 3 month after one stage sinus lift surgery in severely resorbed maxillae: 2-year results of a multicenter prospective clinical study. *Clinical Implants Dental Relat Research* 2010; in press.
10. Heinemann F, Mundt T, Biffar R, Gedrange T, Götz W. A 3-year clinical and radiographic study of implants placed simultaneously with maxillary sinus floor augmentations using a new nanocrystalline hydroxyapatite. *Journal Physiology Pharmacology* 2010; in press.
11. Klein MO, Gotz H, Duschner H, Wagner W. Bony integration of an alloplastic bone substitute material (NanoBone®) after maxillary sinus augmentation. *Z Zahnärztl Impl* 2009; 25 (4): 20-28.
12. Álvarez-Pérez MA, Serrano-Bello J, García-Hipólito M, Franco-Suárez J, de la Fuente-Hernández J, Juárez-Islas JA, Álvarez-Fregoso O. *In vitro* studies of osteoblasts response onto zinc aluminate ceramic films. *Materials Research-Ibero-America Journal of Materials* 2009; 12 (4): 509-515.
13. Suárez MA, Álvarez O, Álvarez MA, Rodríguez RA, Valdez S, Juárez JA. Characterization of microstructures obtained in wedge shaped Al-Zn-Mg ingots. *Journal Alloys and Compound* 2010; 492: 373-377.

Dirección de correspondencia

Dra. María Cristina Sifuentes Valenzuela

Facultad de Odontología

Universidad Nacional Autónoma de México.

Correo electrónico: sifuentesvalenzuela@yahoo.com