

## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### Logros y perspectivas de las nanotecnologías en estomatología Achievements and perspectives of nanotechnology in stomatology

Dr. Tomás de la Paz Suárez\*, Dra. Carmen de los Milagros García Alguacil\*\*, Dra. Yolexis Pérez Espinosa\*\*\*

\*Especialista de Primer Grado en Estomatología General Integral. Máster en Urgencias Estomatológicas. Investigador Agregado. Profesor Asistente. \*\*Especialista de Primer Grado en Prótesis Estomatológicas. Máster en Urgencias Estomatológicas. Investigador Agregado. Profesor Asistente. Clínica Estomatológica, Amancio. \*\*\*Especialista de Primer Grado en Estomatología General Integral. Máster en Urgencias Estomatológicas. Profesor Asistente. Universidad de Ciencias Médicas de Las Tunas. Cuba. **Correspondencia a:** Dr. Tomás de la Paz Suárez, correo electrónico: [carmendelalma@ltu.sld.cu](mailto:carmendelalma@ltu.sld.cu).

Recibido: 28 de septiembre de 2015

Aprobado: 30 de octubre de 2015

#### RESUMEN

El desarrollo de las nanotecnologías ha iniciado una nueva era en las investigaciones científicas. Esto queda reflejado en la especialidad de Estomatología, dando lugar al surgimiento de un área específica del saber que algunos autores han acuñado con el término nano-odontología. Por su importancia, se realizó una revisión bibliográfica utilizando los servicios disponibles desde Infomed y se revisaron las bases de datos especializadas: SciELO, Mediciatrina, Medline y PubMed; con el objetivo de actualizar información de los avances obtenidos y las investigaciones que se desarrollan sobre el uso de las nanotecnologías en Estomatología. Su uso se extiende a todas las especialidades, principalmente en la operatoria dental, con la creación de materiales dentales con nanopartículas, aumentando la resistencia, calidad y estética de las restauraciones, así como los implantes con materiales biocompatibles, que favorecen la auto reparación, evitando el rechazo. Estos adelantos revolucionan la forma de diagnosticar y tratar diferentes enfermedades bucales y mejoran la calidad de vida de la población.

**Palabras clave:** NANOTECNOLOGÍAS; ESTOMATOLOGÍA; NANOPARTÍCULAS, NANOESTOMATOLOGÍA.

**Descriptor:** MEDICINA ORAL; ESTOMATOLOGÍA; NANOTECNOLOGÍA; NANOPARTÍCULAS.

#### SUMMARY

The development of nanotechnologies has begun a new period, mainly in scientific investigations. It is reflected in the specialty of stomatology giving place to the emergence of a specific area of knowledge, which has putting forward a new term: nanodentistry. Because of its importance, a bibliographical review was carried out using the services available in Infomed and the specialized databases: Scielo, Mediciatrina, Medline and PubMed were reviewed with the objective of updating the information about the advances obtained and the investigations that are developed about the use of nanotechnologies in dentistry. Its use is extended to all the specialties, mainly to the dental operations with the creation of dental materials with nanoparticles increasing the resistance, quality and aesthetics of restorations, as well as the implants with bio-compatible materials that favor the self-repair, avoiding the rejection. These advances revolutionize the way of diagnosing and treating the different buccal diseases and improving the life quality of the population.

**Key words:** NANOTECHNOLOGIES; STOMATOLOGY; NANOPARTICLES; NANODENTISTRY.

**Descriptors:** ORAL MEDICINE; NANOTECHNOLOGY; NANOPARTICLES.

Citar como: de la Paz Suárez T, Garcia Alguasil Cd, Pérez Espinoza Y. Logros y perspectivas de las nanotecnologías en estomatología. Revista Electrónica Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta. 2015; 41(1). Disponible en: <http://revzoilomarinello.sld.cu/index.php/zmv/article/view/354>.



Universidad de Ciencias Médicas de Las Tunas  
Centro Provincial de Información de Ciencias Médicas  
Ave. de la Juventud s/n. CP 75100, Las Tunas, Cuba

## INTRODUCCIÓN

Uno de los rasgos distintivos que caracteriza al mundo contemporáneo es el impetuoso avance que la ciencia y la tecnología han adquirido. Todos los órdenes de la vida social, de una u otra manera, han sentido el impacto de este progreso. Los poderes políticos y militares, la gestión empresarial, los medios de comunicación masiva descansan sobre pilares científicos y tecnológicos. Hasta la vida del ciudadano común está influida por los avances científicos y tecnológicos. Las nanotecnologías constituyen el paso más reciente alcanzado por la revolución científico-técnica y prometen cambiar la cosmovisión que se tiene del mundo. (1)

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. (2, 3)

Cuando se manipula la materia a escala tan minúscula de átomos y moléculas, se demuestran fenómenos y propiedades totalmente nuevas. Por lo tanto, científicos utilizan la nanotecnología para crear materiales, aparatos y sistemas novedosos que resultan poco costosos con propiedades únicas. (4)

Desde el punto de vista etimológico el prefijo "nano" significa pequeño, ínfimo. 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). (5)

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. La nanotecnología molecular genera materiales funcionales por medio de técnicas fisicoquímicas. (6)

La complejidad de las ciencias estomatológicas 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. 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. (7)

Por esta razón, en la actualidad los desafíos del área estomatológica 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 o total de los tejidos dentales. (7)

En este sentido, la nanoestomatología es la aplicación estomatológica de la nanotecnología, que permitirá el uso de instrumentos de investigación útiles, nuevas vías y mecanismos avanzados de liberación de moléculas o medicamentos, para la reparación de tejidos dañados. (8)

Los investigadores y profesionales de la Estomatología encontrarán en este microcosmos nanotecnológico, a pesar de los misterios y desafíos, un sinnúmero de posibilidades para tratamientos más económicos a los principales problemas de salud bucal hoy, razón que fue el motivo a buscar en la bibliografía publicada, con el objetivo de recopilar, analizar y sintetizar toda la información sobre este tema, que resulta desconocido para la mayoría de los profesionales y estudiantes de Estomatología en la provincia.

## DESARROLLO

Para la realización de esta revisión bibliográfica se utilizaron los servicios disponibles desde Infomed y se revisaron las bases de datos especializadas: Scielo, Mediciatrina, Medline y PubMed.

### La historia

El desarrollo de esta disciplina se produce a partir de las propuestas de Richard Feynman, ganador del premio Nobel de Física (1965). Richard Feynman 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 "En el fondo hay espacio de sobra" (There's Plenty of Room at the Bottom). (9, 10)

En el año 1980 Eric Drexler, fundador del Instituto Foresight, utilizó por primera vez el término "nanotecnología". (11-12)

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. (13)

En Cuba se inician las investigaciones sobre el tema a principios de la década de los 90 del pasado siglo, a través de diferentes grupos de investigación pertenecientes al Ministerio de Educación Superior, la Universidad de La Habana y el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. (1, 14)

En el año 2005 se propone crear el Centro de Estudios Avanzados, para unir los diferentes grupos de investigación que investigan el tema de las nanotecnologías y las nanociencias en el país, y en el 2009 se desarrolla la Conferencia Internacional "La Ciencia de los Materiales en la Era Nano". (1, 14)

## La realidad

La nanoestomatología promete el mantenimiento de la salud oral integral mediante el empleo de nanomateriales, incluyendo la ingeniería de tejidos, y la nanorobótica dental. La nueva oportunidad de tratamiento potencial en estomatología puede incluir el diagnóstico de cáncer, el uso de nuevos anestésicos locales, la renaturalización de la dentición, el tratamiento permanente de la hipersensibilidad dentaria, la posibilidad de completar los ajustes de ortodóncicos durante una sola visita a la consulta, hasta el mantenimiento continuo de la salud oral utilizando dentifrobots (dentífrico nanorobot). (7, 8, 10-12)

**Nanodiagnóstico.** Es la utilización de nanodispositivos para la identificación precoz de las enfermedades o su predisposición a nivel celular y molecular. En el diagnóstico *in vitro* la nanotecnología podría aumentar la eficiencia y la sensibilidad de los métodos de diagnóstico, utilizando fluidos como la saliva o muestras de tejidos donde nanodispositivos selectivos realicen múltiples análisis a escala subcelular, a fin de determinar la presencia temprana de una enfermedad, identificando y cuantificando moléculas tóxicas, células tumorales o patologías infecciosas, entre otras. (10, 15)

La aplicabilidad de la nanotecnología en el ámbito estomatológico se ha hecho evidente tanto en procedimientos de práctica general, como en diversas especialidades. El estomatólogo de hoy ya trabaja con nanomateriales y basta con mencionar que diversas compañías han empezado a vender sus productos, como resinas nano-híbridas, nano-rellenos y nano-adhesivos, que al ser manipulados a escalas «nano» incrementan las propiedades mecánicas, físicas y químicas, cuando se comparan con los materiales convencionales utilizados en la práctica clínica. (16-17)

En Estomatología la alta tasa de mortalidad del carcinoma bucal de células escamosas se suele atribuir a las dificultades en la detección de la enfermedad en una fase temprana tratable. En los últimos años se ha explorado la capacidad de las nanopartículas de oro, sometidas a la resonancia de plasmones superficiales, capaces de provocar un contraste óptico, para discriminar entre las células cancerosas y normales y su conjugación con los anticuerpos, permitiendo trazar la expresión de biomarcadores pertinentes para la proyección de imagen molecular en el microscopio con focal de reflectancia, demostrando su potencial para la detección del cáncer en los sistemas de imagen, sobre la base de cambios biomoleculares. (18-19)

Uno de los procedimientos más comunes en la práctica dental es la inyección de anestésicos locales. En los últimos años el desarrollo de microesferas y nanoesferas biocompatibles, como dispositivos de liberación controlada de fármacos, los ha transformado en elementos ideales para

administrar estas sustancias anestésicas, dando la posibilidad de prolongar los efectos de acción de dichos fármacos con una mayor inocuidad, al carecer de sustancias vasoconstrictoras, evitando de esta forma sus efectos adversos fisiológicos, reduciendo su toxicidad en el sistema nervioso y aparato cardiovascular, así como las interacciones con otros fármacos. (8, 10)

En la endodoncia el uso de sustancias irrigantes, tratadas con nanopartículas y de materiales de relleno que mejoran la calidad y sellado hermético de la gutapercha, también ha sido usada en los consultorios estomatológicos con buenos resultados. (20-21)

Las nanopartículas de plata se están utilizando como alternativa a los agentes para empastes dentales. Lo maravilloso de estas nanopartículas son las nuevas propiedades de antidesgaste, antibacterianas y antifúngicas que presentan en su química superficial, por lo que se 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. (22)

La aparición del primer nano ionómero de vidrio: el ketac N100 restaurador fotopolimerizable, que representa una alternativa estética ideal para la práctica clínica diaria, ya que muestra una alta liberación de flúor, es recargable después de haber sido expuesto a una fuente tópica de flúor, posee la capacidad de crear una zona de inhibición de la caries, después de la exposición a un ácido. (23)

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. (10)

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 dentinario y de esmalte similar a los tejidos encontrados en el órgano dentario. (7)

En el tratamiento de la hiperestesia dentinal se encuentran en el mercado pastas dentales a base de nanopartículas de hidroxiapatita. Estas nanopartículas de hidroxiapatita tienen la capacidad de depositarse sobre la superficie del esmalte,

sellando los túbulos dentinarios abiertos, presentes en los dientes sensibles, e impidiendo así la transmisión de estímulos externos a las terminaciones nerviosas de la pulpa, de manera que evitan el dolor. Éstas forman una capa protectora resistente al lavado desde la primera aplicación. Todo esto garantiza la reparación de la superficie del esmalte y, en consecuencia, la eliminación del dolor por sensibilidad dental. (24)

El blanqueamiento del esmalte dental puede realizarse en la clínica mediante procedimientos específicos basados en la tecnología láser, la microabrasión o la aplicación de un agente químico sobre la superficie del diente. Ahora los pacientes cuentan con cremas dentales que supone un avance en los productos de blanqueamiento ambulatorio, ya que las nanopartículas de hidroxiapatita actúan rellenando las superficies irregulares del esmalte dental y proporcionando una superficie más lisa y uniforme, devolviendo a los dientes el brillo y el blanco natural. Además, evitan la hipersensibilidad dental, ya que actúan sellando los túbulos dentinales abiertos. (24)

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. (8)

Con respecto a la implantología, la investigación a escala nanométrica está favoreciendo el desarrollo de nuevas superficies implantarias, basadas en las propiedades fisicoquímicas y biológicas de las nanoestructuras. Diversos estudios *in vitro* han demostrado que la adhesión de las células osteoblásticas se incrementa en las superficies implantarias con una topografía a nivel nanométrico, lo que sugiere que esta selectiva unión puede mejorar la cicatrización inicial alrededor de los implantes dentales. (8, 25-26)

### El futuro

En ortodoncia se espera que nanorobots programados sustituyan los brackets y sean los que controlen la respuesta biomecánica del hueso y del ligamento periodontal, para de esta manera lograr el movimiento rápido del diente de minutos a horas y sin dolor, por medio del uso de parches dérmicos. (7)

Los estomatólogos 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  $\mu\text{m}$ , hasta la pulpa, 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 desplazaran a una velocidad de 100  $\mu\text{m}$  por segundo, completarían su recorrido en la cámara pulpar en aproximadamente 100 segundos. (10)

La presencia de células, que están en constante movimiento alrededor y dentro de los tejidos dentales, tales como fibroblastos gingivales, pulpares o cementoblastos del límite cemento-dentina, bacterias dentro de los túbulos dentinarios, odontoblastos cerca de la frontera dentina-pulpa y linfocitos en la pulpa, o lámina propia, sugiere que tal desplazamiento debería ser factible por nanorobots de tamaño celular con una capacidad de movimiento similar. Una vez instalados en la pulpa, pueden establecer el control sobre los impulsos nerviosos, bloqueando toda la sensibilidad en cualquier diente que requiera tratamiento, mediante la simple orden de computador manejado por el profesional. (8)

Después que los procedimientos necesarios sean completados, el estomatólogo dará una orden a los nanorobots para restaurar todas las sensaciones. Esta tecnología nano-robótica ofrecerá una mayor comodidad al paciente, junto a la reducción de la ansiedad, sin la necesidad de utilizar agujas, con una mayor selectividad de control del efecto analgésico, de acción rápida y completamente reversible, evitando efectos secundarios y complicaciones. (10)

La fabricación e instalación de un diente de reemplazo biológicamente autólogo, que incluya minerales y componentes celulares, es decir, la terapia de reemplazo de la dentición completa, debería ser factible en el tiempo mediante la nanorobótica, a través del uso de unidades altamente organizadas de cristales de hidroxiapatita con nanopartículas de calcio, simulando casi a la perfección la microarquitectura del esmalte natural. (10)

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, 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, mejorando la resistencia y biocompatibilidad. (7, 8)

La durabilidad y la apariencia de los dientes pueden ser mejoradas mediante la sustitución de los estratos superiores de esmalte con enlaces covalentes de materiales artificiales, tales como el zafiro o diamante, los que tienen 20 a 100 veces la dureza y la resistencia del esmalte, descartando la insuficiencia física de las carillas de cerámica contemporáneas, además de una excelente biocompatibilidad. El zafiro puro y el diamante son

frágiles y propensos a la fractura, sin embargo, estos pueden hacerse más resistentes a esta, como parte de un material nanoestructurado compuesto, que incluya la incorporación de nanotubos de carbono. (8, 12)

Dentifrobots (dentífricos nanorobóticos), emitidos por el enjuague bucal o pasta de dientes, podrían patrullar todas las superficies, supragingival y subgingival, al menos una vez al día, metabolizando la materia orgánica atrapada y junto a la realización continua de desbridamiento del cálculo dental. (10)

Por otro lado, dentifrobots correctamente configurados pueden identificar y destruir las bacterias patógenas que residen en la placa bacteriana y en otros lugares, al mismo tiempo que a las 500 especies de inofensiva microflora oral, a fin de favorecer en un ecosistema sano. Dentifrobots también proporcionarían una continua barrera a la halitosis, ya que la putrefacción bacteriana es el proceso metabólico central, implicado en el mal olor bucal. Con este tipo de atención dental, todos los días empleado desde una edad temprana, las caries dentales y enfermedades convencionales, que afectan al periodonto de protección e inserción, desaparecerán de los anales de la historia clínica. (10)

De la misma manera, el área de implantología se verá beneficiada con el desarrollo de un material denominado nanohueso, 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. (7, 25-27)

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, inflamaciones (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. (28-29)

Por último, los avances científicos están abriendo nuevas áreas de especialización, tal es el caso del nuevo término acuñado «Biodóntica», 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. (10, 30)

### Los inconvenientes

Uno de los principales problemas que enfrenta la nanotecnología es la falta de estudios que se dirijan a discutir los posibles efectos de esta tecnología en el medio ambiente y el hombre. Algunos científicos han expresado su preocupación acerca de los efectos a largo plazo, asociados con las aplicaciones médicas de las nanotecnologías y de si los materiales nanoestructurados serían biodegradables o no. Además, el hecho que las partículas sean del tamaño de los componentes naturales o de algunas proteínas sugiere que se pudiesen evadir las defensas naturales del cuerpo humano y de otras especies, que causen daño a sus células. (11-12, 18)

### CONCLUSIONES

La nanoestomatología puede ser catalogada como uno de los proyectos más innovadores de las Ciencias Médicas en la actualidad, capaz de revolucionar el diagnóstico y tratamiento de las enfermedades bucales y la regeneración tisular; con avances en todas las especialidades estomatológicas, fundamentalmente en los materiales dentales de nueva creación, con partículas nanométricas, que mejoran las propiedades físicoquímicas de las mismas, incrementando su eficiencia en las restauraciones y en la implantología, con el desarrollo del nanohueso e implantes inteligentes, logrando mejorar la calidad de vida de la población.

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS:

1. Alcazar Quiñones AT. Percepción social sobre nanotecnologías en Cuba: Realidades y desafíos. Rev. Interdisciplinaria en Nanociencias y Nanotecnologías: Mundo Nano. [revista en internet]. 2013 [citado 6 de enero 2016]; 6(11): 52-75. Disponible en: <http://revistas.unam.mx/index.php/nano/article/view/50004>.
2. Moreno Fernández-Caparrós LA. La medicina y cirugía experimental, entre la apocatástasis y la nanotecnología. Rev Sanidad Milit [revista en internet]. 2011 [citado 6 de enero 2016]; 67(3): 269-269. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1887-85712011000400001&script=sci\\_arttext](http://scielo.isciii.es/scielo.php?pid=S1887-85712011000400001&script=sci_arttext).

3. Lechuga LM. Nanomedicina: ampliación de la nanotecnología en la salud. En: *Biotecnología aplicada a la salud humana*. 9na ed; 2011. p. 98-112. Disponible en: [http://digital.csic.es/bitstream/10261/44635/1/7\\_Nanomedicina.pdf](http://digital.csic.es/bitstream/10261/44635/1/7_Nanomedicina.pdf)
4. Calle Kantuta GN. Nanotecnología conceptos generales. *Rev Inform, Tecnología y Sociedad* [revista en internet]. 2010 [citado 6 de enero 2016]; RIT(5). Disponible en: [http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S1997-40442010000200002&script=sci\\_arttext&lng=es](http://www.revistasbolivianas.org.bo/scielo.php?pid=S1997-40442010000200002&script=sci_arttext&lng=es).
5. Murphy P, Munshi D, Kurian PA, Lakhtakia A, Bartlett RV. Nanotechnology, Society and Environment. *Compreh Nanosci Technol* [revista en internet]. 2011 [citado 6 de enero 2016]; 1: 443-76. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/referenceworks/9780123743961#ancv0050>.
6. Patil M, Mehta DS, Guvva S. Future impact of nanotechnology on medicine and dentistry. *Journal Indian Society of Periodontology* [revista en internet]. 2008 [citado 6 de enero 2016]; 12(2): 34-40. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2813556/>.
7. Martínez HR, Abdala HM, Treviño E, Garza G, Pozas A, Rivera G. Aplicación de la nanotecnología en odontología: Nano-odontología. *Rev CES Odontolog.* [revista en internet]. 2011 [citado 18 de septiembre 2015]; 24(2): 87-91. Disponible en: <http://revistas.ces.edu.co/index.php/odontologia/article/viewFile/1980/1380>
8. de la Fuente Hernández J, Álvarez Pérez MA, Sifuentes Valenzuela MC. Uso de nuevas tecnologías en odontología. *Rev Odonto Mexicana.* [revista en internet]. 2011 [citado 18 de septiembre 2015]; 15(3): 157-162. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/pdfs/odon/uo-2011/uo113d.pdf>
9. Mejias Sánchez Y, Cabrera Cruz N, Toledo Fernández AM, Duany Machado OJ. La nanotecnología y sus posibilidades de aplicación en el campo científico-tecnológico. *Rev Cub Salud Pública* [revista en internet]. 2009 [citado 18 de septiembre 2015]; 35(3). Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-34662009000300006&script=sci\\_arttext&lng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0864-34662009000300006&script=sci_arttext&lng=pt)
10. Cantín C, Vilos C, Suazo I. Nanodontología: el Futuro de la Odontología Basada en Sistemas Nanotecnológicos. *Int. J. Odontostomat* [revista en internet]. 2010 [citado 6 de enero 2016]; 4(2): 127-132. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-381X2010000200005&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-381X2010000200005&script=sci_arttext)  
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-381X2010000200005>.
11. Olmedo DG, Tasat DR, Cabrini RL, Audebert F. Nanotecnología: ¿evolución científico-tecnológica de pequeños riesgos? *Rev Encrucijadas.* [revista en internet]. 2010 [citado 18 de septiembre 2015]; 26(49): 42-3 Disponible en: [http://repositoriوبا.sisbi.uba.ar/gsd/collect/encrucci/index/assoc/HWA\\_78.dir/78\\_1.PDF](http://repositoriوبا.sisbi.uba.ar/gsd/collect/encrucci/index/assoc/HWA_78.dir/78_1.PDF)
12. Echevarría Castillo F. Retos de este siglo: nanotecnología y salud. *Rev Cub Hematol Inmunol Hemot.* [revista en internet]. 2013 [citado 18 de septiembre 2015]; 29(1). Disponible en: <http://www.revhematologia.sld.cu/index.php/hih/article/view/18m>
13. Gálvez P, Ruiz A, Clares B. El futuro de la medicina clínica hacia nuevas terapia: celular, génica y nanomedicina. *Rev Med Clin* [revista en internet]. 2011 [citado 18 de septiembre 2015]; 137(14). Disponible en: <http://www.elsevier.es/es/revistas/medicina-clinica-2/el-futuro-medicina-clinica-nuevas-terapias-terapia-90037845-revision-2011>
14. Castro Díaz-Balart F. La nanotecnología y el desarrollo: Oportunidades e incertidumbres. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba* [revista en internet]. 2011 [citado 18 de septiembre 2015]; 1(1). Disponible en: <http://www.revistacuba.cu/index.php/acc/article/view/93>
15. Ting G, Chang CH, Wang HE, Lee TW. Nanotargeted radionuclides for cancer nuclear imaging and internal radiotherapy. *J Biomed Biotechnol* [revista en internet]. 2010 [citado 18 de septiembre 2015]; 2010(2010). Disponible en: <http://www.hindawi.com/journals/biomed/2010/953537/>
16. Kasraei S, Azarsina M. Addition of silver nanoparticles reduces the wettability of methacrylate and silorane-based composites. *Braz. oral res.* [revista en internet]. 2012 [citado 18 de septiembre 2015]; 26(6). Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-8324201200060004&lang=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-8324201200060004&lang=pt).
17. Moncada G, García Fonseca R, de Oliveira OB, Fernández E, Martín J, Vildósola P. Rol del 10-metacriloxidecilfosfato dihidrogenado en el cambio de paradigma de los sistemas adhesivos integrados en la dentina. *Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabil. Oral* [revista en internet]. 2014 [citado 18 de septiembre 2015]; 7(3). Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0719-01072014000300013&lang=pt](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-01072014000300013&lang=pt).
18. Martínez M, Domínguez V. Nanotecnología en Odontología: Avances científicos-tecnológicos. Ventajas y riesgos. *Revista de la Facultad de Odontología-Universidad de Buenos Aires* [revista en internet]. 2010

- [citado 18 de septiembre 2015]; 25(58). Disponible en: <http://www.nanoporundia.org/web/wp-content/uploads/2014/04/nanotecnologia-en-odontologia.pdf>.
19. El-Ansary A, Faddah LM. Nanoparticles as biochemical sensors. *Nanotechnology, science and applications* [revista en internet]. 2010 [citado 18 de septiembre 2015]; 3: 65-76. Disponible en: <http://www.dovepress.com/nanoparticles-as-biochemical-sensors-peer-reviewed-article-NSA>.
  20. Abdo Salma B, Masudi Sam'an M, Luddin N, Husien A, Khamis Mohd F. Fracture resistance of over-flared root canals filled with MTA and resin-based material: an in vitro study. *Braz. J. Oral Sci.* [revista en internet]. 2012 [citado 18 de septiembre 2015]; 11(4): 451-457. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/bjos/v11n4/05.pdf>.
  21. Chan E, Zhang C, Cheung G. Cytotoxicity of a novel nano-silver particle endodontic irrigant. *Clinic Cosmetic Investigat Dentistry.* [revista en internet]. 2015 [citado 21 de septiembre 2015]; 7: 65-74. Disponible en: <https://www.dovepress.com/cytotoxicity-of-a-novel-nano-silver-particle-endodontic-irrigant-peer-reviewed-article-CCIDE>.
  22. Rismanchian M, Davoudi A, Shadmehr E. Effect of Using Nano and Micro Airborne Abrasive Particles on Bond Strength of Implant Abutment to Prosthesis. *Braz. Dent. J.* [revista en internet]. 2015 [citado 21 de septiembre 2015]; 26(1): 50-4. Disponible en: <http://www.scielo.br/pdf/bdj/v26n1/0103-6440-bdj-26-01-00050.pdf>.
  23. Flores Sánchez LA, Ramírez Ortega JP. Ionómeros de vidrio restauradores: valoración de acuerdo a la Norma 96 de la ADA. *Rev ADM.* [revista en internet]. 2010 [citado 21 de septiembre 2015]; 37(2): 72-7. Disponible en: [www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2010/od102e.pdf](http://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2010/od102e.pdf).
  24. Massoli A. Nuevas pastas dentífricas. *Rev Dentaid.* [revista en internet]. 2012 [citado 21 de septiembre 2015]; 11. Disponible en: [http://www.dentaid.com/uploads/resources/3\\_17112014163836\\_Dentaid\\_Expertise\\_11.pdf](http://www.dentaid.com/uploads/resources/3_17112014163836_Dentaid_Expertise_11.pdf).
  25. Bueno de Barros R, Castro-Raucci LM, Oliveira Tambasco P. Oxidative nanopatterning of titanium surfaces promotes production and extracellular accumulation of osteopontin. *Braz. Dent. J* [revista en internet]. 2011 [citado 21 de septiembre 2015]; 22(3). Disponible en: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-64402011000300001&lng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-64402011000300001&lng=en). <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-64402011000300001>.
  26. 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* [revista en internet]. 2011 [citado 21 de septiembre 2015]; 492(1-2): 373-377. Disponible en: <http://www.science-direct.com/science/article/pii/S0925838809024311>.
  27. Olmedo DG, Paparell ML, Brandizzi D, Cabrini RL. Reactive lesions of peri-implant mucosa associated to titanium dental implants: a report of 2 cases. *Int J Oral Maxillofac Surg* [revista en internet]. 2010 [citado 21 de septiembre 2015]; 39(5): 503-507. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925838809024311>.
  28. Olmedo DG, Paparella ML, Spielberg M, Brandizzi D, Guglielmotti MB, Cabrini RL. Oral mucosa tissue response to titanium cover screws. *J Periodontol* [revista en internet]. 2012 [citado 21 de septiembre 2015]; 83(8): 973-980. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22141355>.
  29. Velasco Ortega E, Pato Mourelo J, Jiménez Guerra A, Pérez Pérez O, Monsalve Guil L, Segura Egea JJ. La experiencia clínica con implantes dentales con nanosuperficie. Un estudio prospectivo a los 18 meses. *Revista Española Odontoestomatológica de Implantes* [revista en internet]. 2010 [citado 21 de septiembre 2015]; 18(1): 14-20. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4555361>.
  30. Abiodun-Solanke I, Ajayi D, Arigbede A. Nanotechnology and its application in dentistry. *Ann Med Health Sci Res* [revista en internet]. 2014 [citado 21 de septiembre 2015]; 4(Suppl3): 171-7. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25364585>.

Copyright Revista Electrónica Dr. Zoilo E. Marinello Vidaurreta. Este artículo está bajo una [licencia de Creative Commons Reconocimiento - No Comercial - Sin Obra Derivada 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/), los lectores pueden realizar copias y distribución de los contenidos por cualquier medio, siempre que se mantenga el reconocimiento de sus autores, no se haga uso comercial de las obras, ni se realice modificación de sus contenidos.