



Evento Científico “AMBIMED 2021”

“Nanotecnologías: principales aportes a la Medicina”

Autores:

Diana de la Caridad Gómez González*.

Raibel Kessell Maura**.

* Estudiante de 4to Año de Medicina. Alumna Ayudante en Medicina Interna

[dirección electrónica: dianagomez99@nauta.cu](mailto:dianagomez99@nauta.cu)

** Estudiante de 2do Año de Medicina. Alumno Ayudante en Medicina Interna

Artemisa, octubre de 2021.

“Año 63 de la Revolución”

Resumen

La Nanotecnología es un campo de las Ciencias Aplicadas que utiliza materiales y sistemas en una escala nanométrica. Estos resultan atractivos porque sus propiedades difieren del mismo material en estado sólido volumétrico. Con el objetivo de describir los aspectos generales de esta vertiginosa y prometedora ciencia y sus aplicaciones en la Medicina se realizó una revisión de la literatura científica, en idioma inglés y español. Se consultaron las bases de datos de Scielo, Pubmed central, Lilacs y Medline, además del Google Académico, contando con un total de 26 referencias bibliográficas. Aunque en la actualidad la mayoría de los avances en nanomedicina se encuentran bajo investigación, esta se presenta como un mercado potencial agrupando el nanodiagnóstico, la nanoterapia y la nanomedicina regenerativa. Cada día son más las aplicaciones nanotecnológicas en la salud, sin embargo los efectos de los nanomateriales en la misma son ampliamente desconocidos, constituyendo un gran reto para esta ciencia.

Palabras claves: nanomedicina, nanotecnología, nanopartículas, nanomateriales

INTRODUCCIÓN

La Nanotecnología es un campo de las Ciencias Aplicadas, enfocado al diseño, síntesis, caracterización y aplicación de materiales y dispositivos en una escala nanométrica (1 y 100 nm).⁽¹⁾

El término nanotecnología fue acuñado en 1974 por el japonés Taniguchi Norio y fue Richard Feynman (premio Nobel de Física en 1965) con su famosa conferencia titulada "Hay mucho espacio en el fondo",⁽²⁾ quien marcó un hito para el desarrollo de la nanotecnología, haciendo ver la posibilidad de mover las cosas átomo por átomo, recalcando que las leyes de la Mecánica Cuántica no excluían la posibilidad de construir máquinas del tamaño de moléculas.⁽¹⁾

Se considera esta conferencia de Feynman, realizada en 1959, como uno de los referentes teóricos de lo que en la actualidad la comunidad científica internacional cataloga como uno de los proyectos más innovadores y ambiciosos de la ciencia moderna.⁽²⁾

Las ideas de Feynman, como todo gran visionario, no tuvieron gran repercusión hasta al menos dos décadas después, cuando otro investigador destacado Eric Drexler, a comienzos de la década de los 80; insinuó la posibilidad de crear sistemas tecnológicos a nivel molecular. En 1986, Drexler publicó el libro "Los motores de la creación", en el que avizoró el futuro de lo que se ha dado a llamar Nanotecnología molecular.⁽¹⁾

Su despegue estuvo determinado por la aparición de los microscopios electrónicos en la década de los años 80 del siglo pasado debido, sobre todo, al surgimiento de los microscopios de sonda de barrido y los microscopios de efecto túnel, que permitieron la visualización y manipulación de objetos de tamaño nanométrico.⁽³⁾

A partir del advenimiento del siglo XXI, comenzó a tener auge la Nanotecnología como ciencia, avizorándose como uno de los nuevos paradigmas del mundo científico y proponiendo toda una nueva revolución industrial y tecnológica.⁽¹⁾

En la década del 90, en nuestro país, centros del Polo Científico (ej: Centro de Biotecnología y el Centro de Inmunología Molecular) comienzan a realizar investigaciones para obtener productos que se basan sobre esta manipulación a esta escala. Ya entre 2004 y 2005 comienza a gestarse la idea sobre la creación del Centro de Estudios Avanzados de Cuba con un equipamiento de primera línea donde actualmente se realizan investigaciones sobre nanotecnologías en conjunto con otros centros e instituciones.⁽⁴⁾

La pluripotencialidad de las nanopartículas ha motivado que muchos países, principalmente los más avanzados, emprendieran una carrera por el dominio de esta nueva tecnología. Esto se ve

claramente en los fondos que se dedican anualmente a la investigación y desarrollo en nanociencia, los cuales tienen un carácter determinadamente ascendente. ⁽⁵⁾

Las grandes inversiones se justifican y se apoyan en el convencimiento que las micro y nanotecnologías permitirán desarrollar nuevos productos o innovaciones a los ya existentes, ya sean éstas de tipo incremental o radical. Se estaría ante una nueva revolución industrial. Las nanotecnologías entrarán con innovaciones en todos los sectores de productos industriales de manera transversal. ⁽⁶⁾

En la actualidad, la nanotecnología se encuentra presente en numerosas aplicaciones industriales como la fabricación de calzado o cosméticos, entre otras. Aunque las técnicas disponibles ya permiten fabricar diversas nanopartículas y adicionarlas a productos fabricados de forma convencional, aún no es posible fabricar productos o instrumentos a escala humana partiendo de la escala atómica. ⁽³⁾

Las aplicaciones de la nanotecnología favorecen todas las actividades humanas. La salud, se presenta como un mercado potencial, aunque en la actualidad la mayoría de los avances en medicina se encuentran aún bajo investigación. ⁽⁵⁾

Motivados por el interés de conocer sobre esta vertiginosa y prometedora ciencia y con el objetivo de describir los aspectos generales de la Nanotecnología y algunas de sus aplicaciones en la Medicina, se decide realizar el presente trabajo.

OBJETIVOS

Generales:

1. Describir los aspectos generales de la nanotecnología y algunas de sus aplicaciones en la medicina.

Específicos:

1. Definir el concepto de nanotecnología.
2. Mencionar propiedades de los nanomateriales y nanopartículas.
3. Definir los principales aportes de la nanotecnología en la medicina.

DESARROLLO

Nanotecnología

La palabra nanotecnología es usada extensivamente para definir a aquellas ciencias y técnicas dedicadas al estudio, diseño, creación, síntesis, control, manipulación y aplicación de materiales, aparatos y sistemas funcionales a una nano escala, es decir a una millonésima parte de un milímetro (10^{-9} metros) y por tanto permiten trabajar y manipular de forma individual átomos y moléculas. Al manipular la materia, en un rango entre uno y cien nanómetros, esta presenta fenómenos y propiedades totalmente nuevas. Por tanto, los científicos utilizan la nanotecnología para crear materiales, aparatos y sistemas novedosos y poco costosos y con propiedades únicas. ⁽⁷⁾

En principio, la nanociencia se dedica al estudio de las propiedades de los objetos y fenómenos a escala nanométrica y a su vez la nanotecnología se ocupa de la manipulación "controlada" y la producción de objetos materiales, instrumentos, estructuras y sistemas a dicha escala. ⁽⁵⁾

El nanómetro que es una milésima de micrón (este último es una milésima parte de un milímetro) y una milésima de una millonésima de metro (una milmillonésima de metro). ⁽⁷⁾

Nanopartículas y sus propiedades

Las propiedades de los materiales a escala macro son fijas para un mismo tipo de material; sin embargo, algunas propiedades de un mismo material, a escala nano, varían con su tamaño y su forma.

Propiedades físicas: El punto de fusión disminuye, generalmente, como consecuencia de su gran área superficial específica y el mayor número de átomos en la superficie; esto afecta al comportamiento termodinámico del volumen de la nanopartícula. ⁽⁸⁾

Propiedades ópticas (efectos cuánticos): Las propiedades ópticas de las nanopartículas de algunos metales como: oro, plata y los semiconductores, se producen por la interacción entre el plasmón (conjunto de electrones de la superficie) y la onda electromagnética incidente (luz natural, láser), produciéndose un efecto cuántico como consecuencia del cambio de la estructura electrónica inducida por el tamaño y la forma de la nanopartícula. ⁽⁸⁾

Propiedades químicas: Las nanopartículas metálicas o iónicas manifiestan propiedades químicas muy importantes: el auto-ensamblado y las excepcionales propiedades que pueden tener como catalizadores. ⁽⁸⁾

Propiedades mecánicas: Las propiedades mecánicas de las nanopartículas y de los materiales nanoestructurados cambian con el tamaño; a escala nanométrica se modifica la estructura atómica de los nanocristales, haciéndose más resistentes y adquiriendo propiedades mecánicas superiores a las de los macromateriales ⁽⁸⁾

Nanomedicina

La medicina es uno de los principales focos de atención de la nanotecnología. Organismos como el Instituto Nacional de Salud de los Estados Unidos, la Real Sociedad del Reino Unido, la Real Academia de Ingeniería y la Fundación Europea de Ciencia acuñaron el término de nanomedicina, cuyo objetivo es "el control, la reparación y la mejora integral de todos los sistemas biológicos humanos, trabajando desde el nivel molecular con dispositivos de ingeniería y nanoestructuras para lograr beneficios médicos". ⁽⁵⁾

La nanomedicina está permitiendo el abordaje de las enfermedades desde el interior del organismo, a un nivel celular o molecular. De este modo, los dispositivos con un tamaño menor de 50 nm pueden entrar fácilmente en la mayoría de las células mientras que, los menores de 20 nm pueden transitar por el torrente circulatorio.

La nanomedicina agrupa 3 áreas principales: el nanodiagnóstico, la liberación controlada de fármacos o nanoterapia y la nanomedicina regenerativa.

- **Nanodiagnóstico**

El objetivo del nanodiagnóstico es la identificación de enfermedades en sus estadios iniciales en el nivel celular o molecular e, idealmente, al nivel de una sola célula, mediante la utilización de nanodispositivos y sistemas de contraste. Una identificación temprana permitiría una rápida capacidad de respuesta y la inmediata aplicación del tratamiento adecuado, ofreciendo así mayores posibilidades de curación. ⁽⁹⁾

Las enfermedades pueden ser identificadas utilizando biomarcadores que interactúan con las moléculas relacionadas con la enfermedad, presentes en la sangre, en los fluidos corporales o en los tejidos.

- *Algunas novedades en el nanodiagnóstico*

En la bibliografía consultada varios autores exponen novedades en cuanto a dispositivos para identificación de enfermedades en sus estadios iniciales en el nivel celular o molecular, sobre todo el cáncer.

1. Investigadores avizoran la implantación subcutánea de nanotubos con luz infrarroja para biomarcadores detectores de cáncer en temprana etapa. ⁽¹⁰⁾ Estos nanotubos están programados, y probados en ratones, para absorber y enviar luz infrarroja desde y hasta un pequeño dispositivo, similar a un reloj en nuestra muñeca, que constantemente estaría actualizando información sobre el desarrollo neoplásico.
2. En la Universidad de Texas, la profesora Perena Gouma ⁽¹¹⁾ desarrolló un dispositivo con sensores semiconductores que detecta biomarcadores asociados con el virus de la influenza y detecta fácilmente si el paciente presenta o no gripe.

- **Sistemas de Liberación de Fármacos**

La nanotecnología ha proporcionado medios para diseñar sistemas de liberación de fármacos que pueden transportar drogas más efectivamente y mejorar la liberación del fármaco al objetivo elegido.

Una atractiva aproximación para el diagnóstico, la imagen y el tratamiento consiste en funcionalizar la superficie de las nanopartículas magnéticas y dirigirlas a un tejido diana específico con la ayuda de un campo magnético de alto gradiente y, entonces, utilizar un pulso de radiofrecuencia para liberar las drogas contenidas en ellas. ⁽¹⁰⁾

- *Algunas novedades en el sistema de liberación de fármacos*

Los sistemas de liberación de fármacos podrían servir para tratar obesidad y diabetes. Diferentes investigadores de las Universidades de Colombia y de Carolina del Norte, diseñan un parche cutáneo que transforma los depósitos de grasa blanca en marrón. ⁽¹²⁾

También científicos han descrito una nueva tecnología que posibilita un abordaje terapéutico de los traumatismos agudos cerebrales, basado en la liberación de fármacos o nanopartículas en el foco de la lesión neurológica, según detalla el estudio publicado en NatureCommunications. ⁽¹³⁾

Comparando varias fuentes consultadas ^(5, 9, 10) se observa un gran direccionamiento de los sistemas de liberación de fármacos hacia el tratamiento del cáncer o terapia génica.

- **Terapia basada en nanopartículas**

Las nanopartículas pueden utilizarse también como agentes terapéuticos.

Aquí se busca diseñar y aplicar nanomateriales que identifiquen una patología y liberen moléculas terapéuticas simultáneamente y de manera controlada. ⁽¹⁴⁾

Una vez que las nanopartículas se unen a tejidos dañados o a células cancerosas, se puede inducir su calentamiento mediante aplicación de un campo magnético de baja intensidad (para nanopartículas magnéticas) o por irradiación con luz infrarroja (para nanopartículas metálicas). El calentamiento provoca la destrucción de las células tumorales por hipertermia, sin afectar a las células o tejidos sanos que las rodean. ⁽⁹⁾

- *Algunas novedades en la terapia basada en nanopartículas*

Los tratamientos de inmunoterapia contra el cáncer se basan en la modificación en el laboratorio de los linfocitos T del paciente para que localicen y destruyan las células cancerosas. Ahora, un grupo de científicos ha creado unas nanopartículas biodegradables que pueden realizar ese proceso directamente en el cuerpo del enfermo, acelerando así el tratamiento. Un grupo de científicos del Instituto de Investigación del Cáncer Fred Hutchinson de Seattle (Estados Unidos) ha desarrollado una nueva estrategia de inmunoterapia basada en la reprogramación de los linfocitos T mediante el uso de nanopartículas biodegradables. ⁽¹⁵⁾

- **Nanomedicina regenerativa**

La nanomedicina regenerativa se centra en la reparación, el reemplazo o la regeneración (mediante productos nanométricos) de células, tejidos u órganos para restaurar una función dañada por cualquier causa, como los defectos congénitos, los traumatismos y el envejecimiento.

- *Algunas novedades en la nanomedicina regenerativa*

Investigadores españoles han desarrollado un nuevo material híbrido para la creación de implantes inteligentes. La novedad principal de este estudio, publicado en Acta Biomaterialia, reside en la incorporación a este material –formado por una matriz mesoporosa de óxidos de silicio, calcio y fósforo– de puertas moleculares que permitirían la liberación controlada de las sustancias almacenadas dentro de los poros, como fármacos antitumorales o antibióticos. ⁽¹⁶⁾

Un proyecto español desarrollará durante los próximos tres años sistemas de bioimpresión y biotintas para la regeneración tridimensional del cartílago y el hueso con el objetivo último de llegar a la aplicación clínica en las lesiones osteocondrales. ⁽¹⁷⁾

Cuba y las nanotecnologías

En Cuba se trabaja en el desarrollo de equipos y metodologías para la caracterización de materiales nanométricos para la industria biotecnológica. Además, se ha logrado el encapsulamiento de fertilizantes y factores de crecimiento agrícola, con experimentos en hortalizas realizados a escala de campo. También se creó un método para purificar el agua mediante materiales zeolíticos, que fue validado por instituciones del Ministerio de Salud Pública. ⁽⁵⁾

El Centro de Aplicaciones Tecnológicas y Desarrollo Nuclear (CEADEN) es una de las instituciones que ha venido desarrollando y organizando un programa de nanociencia.

Actualmente en nuestro país se aplica la medicina nuclear en métodos diagnósticos por imagen. Es el caso del Departamento de Medicina Nuclear del Hospital Hermanos Almejeiras donde se aplican trazadores o radiofármacos con componentes radioactivos en radioterapias, terapias con radiofármacos y aplicaciones diagnósticas con radiofármacos, estas últimas muestran procesos metabólicos dentro del organismo.

Con la creación del Centro de Estudios Avanzados de Cuba, con un equipamiento de primera línea, ahora se realizan investigaciones sobre nanotecnología. Está en una etapa de montaje y puesta en marcha y desarrolla importantes proyectos. Con el Centro de Investigaciones y Desarrollo de Medicamentos se encuentra inmerso en un proyecto con el objetivo de desarrollar una nueva formulación para la encapsulación del aceite de semilla de calabaza para el tratamiento del cáncer de próstata. Esto mejoraría la actividad del medicamento y disminuiría sus efectos colaterales. Está basado en el diseño de una encapsulación nanométrica.

La nanotecnología puede representar una oportunidad para un país como Cuba, que posee un importante capital humano preparado para enfrentar retos en el campo científico-tecnológico con

un enfoque solidario y alto sentido ético. De manera general, hoy el tema es una prioridad para un grupo de organismos de la administración central del Estado, los que, mediante sus respectivos representantes, integran el Grupo Ad-Hoc sobre Seguridad de las Nanociencias y la Nanotecnología para la Salud, la Alimentación y el Medio Ambiente; entre ellos está el Ministerio de Salud Pública.⁽⁵⁾

CONCLUSIONES

- La nanotecnología es una ciencia que tiene como base la utilización de materiales y sistemas aprovechando sus fenómenos y propiedades a escala nanométrica.
- Dentro de las propiedades de las nanopartículas están: el pequeño tamaño, la elevada superficie en relación a su volumen, la elevada reactividad, los efectos cuánticos así como propiedades mecánicas que le brindan mayor resistencia y tenacidad. Estas propiedades difieren de las que presenta un mismo material a escala convencional.
- Entre los principales aportes de la nanotecnología en la medicina se encuentran: el nanodiagnóstico mediante nanodispositivos que permiten identificar enfermedades en sus estadios iniciales en el nivel celular, el diseño de sistemas de liberación controlada de fármacos que permite transportar drogas más efectivamente y la medicina regenerativa la cual se centra en la reparación, el reemplazo o la regeneración de células, tejidos u órganos con productos nanométricos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Blanco D., Pérez A., Acuña A., Carreño J. Nanomedicina: aspectos generales de un futuro promisorio. Revista Habanera de Ciencias Médicas 2011;10(3)410-421. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2011000300018
2. Mejias Y.; Cabrera N.; Toledo A.M.; Duany O.J. La nanotecnología y sus posibilidades de aplicación en el campo científico-tecnológico. Revista Cubana de Salud Pública. 2009; 35(3). Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S086434662009000300006&lng=es&nrm=iso&tlng=es
3. Castro Díaz-Balart F. La nanotecnología y el desarrollo: Oportunidades e incertidumbres. Anales de la Academia de Ciencias de Cuba. 2011;1(1): Disponible en: <http://www.revistaccuba.cu/index.php/acc/article/view/93>
4. Las nanotecnologías. A tiempo [Programa del Canal Educativo. Televisión Cubana] 17 de febrero 2018.
5. Echeverría F. Retos de este siglo: nanotecnología y salud. Revista Cubana Hematología, Inmunología y Hemoterapia. 2013;29 (1):3-15. Disponible en: <http://www.revhematologia.sld.cu/index.php/hih/article/view/18/18>
6. Taira J.N., Zumsteind O.E. Nanotecnología en medicina [Internet] 30 de julio de 2013. Disponible en: <http://www.palermo.edu/ingenieria/downloads/pdfwebc&T8/8CyT09.pdf>
7. Cuadros M., Llanos A., Villegas R. Nanotecnología en Medicina. Informe de síntesis de tecnología emergente — Sevilla: Agencia de Evaluación de Tecnologías Sanitarias de Andalucía, 2009. Disponible en: <http://www.aetsa.org/publicacion/nanotecnologia-en-medicina-informe-de-sintesis-de-tecnologia-emergente/>
8. Cornejo L. Propiedades de las nanopartículas. Nuevas Tecnologías y Materiales [Internet] 18 de agosto 2015 Disponible en: <http://www.nuevastecnologiasymateriales.com/propiedades-de-las-nano-particulas/>
9. Lechuga LM. Nanomedicina: aplicación de la nanotecnología en la salud. En: Biotecnología aplicada a la salud humana. 9na ed. del curso. 2011. p. 98-112. Disponible en: http://digital.csic.es/bitstream/10261/44635/1/7_Nanomedicina.pdf
10. Hodsden S. Implantable Nanotubes Shine Infrared Light On Early Cancer Biomarkers. [Internet] 5 de abril 2017. Disponible en:

<https://www.meddeviceonline.com/doc/implantable-nanotubes-shine-infrared-light-on-early-cancer-biomarkers-0001>

11. Science News. Flu fighter: Breath monitor to detect flu. [Internet] 31 de enero 2017. Disponible en: https://www.sciencedaily.com/releases/2017/01/170131185855.htm?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+sciencedaily%2Fmatter_energy%2Fnanotechnology+%28Nanotechnology+News+---+ScienceDaily%29
12. Servicio de noticias en salud Al Día. Nanoparche cutáneo liberador de fármacos consigue disolver la grasa local en ensayos murinos. [Internet] Octubre 2017. Disponible en: <http://boletinaldia.sld.cu/aldia/2017/10/06/61411/>
13. Servicio de noticias en salud Al Día. Un péptido transporta fármacos hasta las lesiones cerebrales agudas postraumáticas. [Internet] Julio 2016 Disponible en: <http://boletinaldia.sld.cu/aldia/2016/07/09/un-peptido-transporta-farmacos-hasta-las-lesiones-cerebrales-agudas-postraumaticas/>
14. Rojas Y., Aguado K., González I. La nanomedicina y los sistemas de liberación de fármacos: ¿la (r)evolución de la terapia contra el cáncer? [Internet] 14 de septiembre 2016. Disponible en: https://ac.els-cdn.com/S0187893X16300295/1-s2.0S0187893X16300295-main.pdf?_tid=b2654ded-2dde-4f26-9b8b-3edb31f6fd19&acdnat=1522208350_13a7f39a022f00fef916e283e86edee5
15. Servicio de noticias en salud Al Día. Nanotecnología para combatir el cáncer mucho más rápido. [Internet] Abril 2017. Disponible en: <http://boletinaldia.sld.cu/aldia/2017/04/20/nanotecnologia-para-combatir-el-cancer-mucho-mas-rapido/>
16. Servicio de noticias en salud Al Día. Nuevos implantes para el tratamiento de infecciones y tumores óseos. [Internet] Marzo 2017. Disponible en: <http://boletinaldia.sld.cu/aldia/2017/03/02/nuevos-implantes-para-el-tratamiento-de-infecciones-y-tumores-oseos/>
17. Servicio de noticias en salud Al Día. Desarrollan sistemas de bioimpresión 3D y biotintas para la regeneración de cartílago y hueso. [Internet] Marzo 2017. Disponible en: <http://boletinaldia.sld.cu/aldia/2017/02/14/desarrollan-sistemas-de-bioimpresion-3d-y-biotintas-para-la-regeneracion-de-cartilago-y-hueso/>