

Cuatro tendencias nanotecnológicas que revolucionarán la medicina en Colombia

Four nanotechnological trends that will revolutionize medicine in Colombia

Santos, Nelson¹, Anzola, Yineth², Forero, Sandra³, Forero, Wilson⁴ y García, Jeniffer⁵.
Fundación Universitaria de San Gil - UNISANGIL, Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería
Programa de Ingeniería de Sistemas
Chiquinquirá, Colombia

nelsonsantos1@unisangil.edu.co
yinethanzola@unisangil.edu.co
sandraforerol@unisangil.edu.co
wilson.forero@unisangil.edu.co
jeniffergarcia@unisangil.edu.co

Fecha de Recepción: 19 de noviembre 2018
Fecha de Aceptación: 12 de julio de 2019

Resumen — En el siguiente documento se presentan los resultados de una revisión bibliográfica con el propósito de identificar las tendencias nanotecnológicas de la medicina en Colombia, donde serán de gran importancia reconocer los aportes que estas tecnologías traerán a la solución de los problemas relacionados con la salud en el país. De esta forma se realizó una exploración de 60 fuentes bibliográficas, de las cuales fueron tomadas 20 y seleccionadas 12, en ellas se encuentra la información pertinente a las tendencias nanotecnológicas que se están implementando e investigando en la medicina. Las tendencias más relevantes son las siguientes: nanomarcapasos, biosensores en la medicina, liberación de fármacos, nanopartículas en la medicina. Lo que indica que la elaboración de estos proyectos en Colombia mejorará la calidad de vida de muchos pacientes colombianos, puesto que día a día la tecnología avanza dando solución a los problemas médicos, pues su ejecución ha sido satisfactoria, permitiendo que estos avances mejoren el servicio médico en el país, ya que no es una prioridad para el Estado.

Palabras clave—Biosensores, Liberación de fármacos, Marcapasos, Nanomedicina, Nanopartículas y Nanotecnología.

Abstract - The following document presents the results of a search for patent information and research that is being carried out in Colombia, which presents a problem of technological development due to the lack of government resources, which causes researchers to carry out these projects in other countries. Due to the above, the objective is to identify the nanotechnological tendencies of medicine in Colombia, which allows recognizing the importance of these technologies in the country. In order to achieve the proposed objective, an exploration of sixty bibliographic sources was carried out. Twenty were selected, but only twelve were chosen because the information was relevant to the nanotechnological trends that

are being implemented and investigated in medicine. The most relevant trends are the following: Nanotechnological pacemaker, Biosensors in medicine, drug release, nanoparticles in medicine. This indicates that the development of these projects in Colombia will improve the quality of life of many Colombian patients.

Keywords – Biosensors, Drug Release, Pacemaker, Nanomedicine, Nanoparticles and Nanotechnology.

I. INTRODUCCIÓN

La nanotecnología en la actualidad se encarga de brindar algunos beneficios en varios ámbitos en el mundo, por esta razón se puede describir que la nanotecnología hace referencia al estudio, el diseño y aplicación de materiales y sistemas funcionales a través del control de la materia a nivel de nanoescala [1]. Teniendo en cuenta el funcionamiento de la nanotecnología se comienza a indagar acerca de las tendencias que existen sobre esta en Colombia, realizando una búsqueda de más de 50 referencias donde se encuentra en varios sitios como artículos, documentos entre otros, las tendencias más relevantes en el país. Luego de realizar la búsqueda se define que las más importantes son cuatro, las cuales son: el nanomarcapasos, biosensores, nanopartículas y la liberación de fármacos; donde se procede a realizar la recopilación de la información pertinente a su definición, uso y características o ventajas que trae cada una de ellas, dando así a conocer que en Colombia a pesar de que el PIB solamente sea del 0,67% en tecnología [2], se ha logrado llevar a cabo en varias universidades la implementación de la nanotecnología en el área de la medicina, y por otro lado

¹ Ingeniero de Sistemas; Director del programa de Ingeniería de Sistemas UNISANGIL.
^{2,3,4,5} Ingeniería de Sistemas; Estudiante de UNISANGIL.

indagar en qué otros países de ha desarrollado esta nanotecnología.

El objetivo de este trabajo es dar a conocer las definiciones fundamentales de cada tendencia nanotecnológica en Colombia y en otros países, dándole el reconocimiento a estas tecnologías en los procesos relacionados con la salud.

A. Biosensores

Los Biosensores son una herramienta o un sistema analítico compuesto por un material biológico inmovilizado del tipo anticuerpos. Se dice que es un material biológico que se encuentra en contacto con un sistema transductor adecuado que convierte la señal bioquímica a una señal eléctrica que se puede cuantificar. El cual un transductor es un dispositivo capaz de convertir una energía de entrada, en otra diferente a la salida. Esta sustancia depende de otra denomina analito, que se quiera analizar el transductor a su vez también dependerá del biocomponente [3].

Tipos de Biosensores

Los más importantes en cuanto a la medicina son: Transductores ópticos: los sensores de fibra óptica u optodo, son caracterizados por tener inmovilizado en sus extremos el elemento de reconocimiento y el elemento de detección, del mismo modo la presencia de marcadores que permitan detectar cambios entre el analito y el elemento de reconocimiento y difundirlos a través de la fibra [4].

Transductores nanomecánicos: Están constituidos por una microplaca de silicio donde se inmoviliza el elemento de reconocimiento biológico (anticuerpos): la determinación se efectúa por medio del cambio en la tensión superficial entre los dos componentes [5].

Características de los biosensores

Las principales y más útiles son: alta sensibilidad, alta selectividad, mediciones en tiempo real, automatizables, portátiles, miniaturizables, capacidad de multi análisis.

Aplicaciones de los Biosensores en el diagnóstico de enfermedades

El 92% de las aplicaciones se encuentran en el campo de la medicina. Así, desde los años 60-70, se están desarrollando los BIOCHIPS, que son una adaptación de los biosensores en miniatura que permiten el análisis de múltiples genes simultáneamente y, por tanto, el diagnóstico, seguimiento y tratamiento de enfermedades como: la diabetes, el Alzheimer o la detección de la tuberculosis, aventajando a las técnicas tradicionales de detección de la bacteria causante de esta enfermedad (*Mycobacterium tuberculosis*) en cultivos, así como a los sistemas basados en la amplificación del ácido

nucléico distintos tipos de cáncer. El ejemplo más importante, y de mayor éxito hasta el momento, es el biosensor para medir la glucosa en sangre de pacientes diabéticos. Se trata de un dispositivo más pequeño que un teléfono móvil, cuyo sistema de detección se basa en una enzima modificada genéticamente y una pequeña red de microelectrodos. Además, este dispositivo puede utilizarse para detectar otras infecciones víricas de interés veterinario y clínico, como la fiebre aftosa, la peste porcina y la hepatitis B y C [6][7].

Los principales aspectos relacionados con el desarrollo de biosensores han estado relacionados con el empleo de elementos biológicos (moléculas activas) de gran sensibilidad y especificidad, el desarrollo de métodos para su inmovilización con base al uso de estructuras a base de polímeros, así como la implementación y caracterización de interfaces electrónicas capaces de acondicionar, transmitir, analizar y almacenar la información de salud mundial, así como lo muestra la Figura 1, que corresponde al biosensor que libera una sustancia química en la piel que promueve el sudor, después envía la información de forma inalámbrica a una laptop u otro dispositivo móvil [8].



Fig. 1 El ejemplo de un Biosensor. [9]

B. Liberación de fármacos

Hoy en día los sistemas de liberación de fármacos aparecen cuando hay una imposibilidad de trasladar de una manera directa al organismo aquellos principios que constituyen los medicamentos. Dónde se puede llegar a deducir que están formados por un principio activo y un sistema transportador que le permite dirigir la liberación del fármaco al sitio adecuado y en la cantidad apropiada, así mismo se puede apreciar las principales características que deben cumplir estos vehículos: baja toxicidad, propiedades óptimas para el transporte y liberación del fármaco [10].

Los principales nanosistemas para el transporte y liberación de fármacos en nanomedicina son: las micelas, los liposomas, los dendrímeros, las nanopartículas, los nanotubos y los conjugados poliméricos. [11]

Modo de uso

Al realizar el análisis que lleva a cabo el funcionamiento se llega a la conclusión de utilizar nanoestructuras que permiten llevar a cabo la transportación del fármaco hasta la zona dañada, después de haber reconocido la zona afectada, para que se pueda liberar como respuesta a un cierto estímulo. Para ello es necesaria la previa encapsulación o desactivación de los fármacos, lo cual evita que actúen durante su tránsito por el cuerpo hasta llegar al lugar afectado, de forma que cuando llegue a la zona sus propiedades físico-químicas se encuentren intactas y poder evitar algunos posibles efectos secundarios en otras zonas del cuerpo. Una vez que el fármaco ha llegado a su destino en condiciones exactas se procede a liberar el fármaco de una manera constante para que sea efectivo, teniendo en cuenta la variación de las condiciones en la zona, como lo es la temperatura o un control en la velocidad para la disminución del material encapsulante, permitiendo que la liberación del fármaco sea controlada.

Lo que permite

Hay beneficios importantes que brinda la nanotecnología y más cuando se tratan temas como el de la liberación de fármacos, se encuentra que esta nanotecnología permite la liberación que es poco invasiva, puesto que usan los nanosistemas que pueden atravesar poros y membranas celulares. Otra gran ventaja es que la efectividad del medicamento se ve incrementada mediante el control preciso de la dosis requerida y del tamaño, la morfología y las propiedades superficiales del compuesto. También se encuentra que en la actualidad están disponibles en el mercado numerosos fármacos desarrollados basados en principios de la nanotecnología, algunos de ellos se recogen, así como la fase de desarrollo en la que se encuentran actualmente [12].

Desarrollo en Colombia

En la Universidad de Antioquia un grupo de investigadores en su proyecto, cinética de la liberación controlada de fármacos usando membranas de quitosano-PHA, encontraron que los sistemas de liberación controlada de fármacos están hechos de biopolímeros orgánicos y/o sintéticos, y que la cantidad de biopolímeros puede ser mejorada mediante técnicas de entrecruzamiento, donde promueve la estabilidad de la molécula y la capacidad para la absorción de diversos compuestos [13].

C. Marcapasos nanotecnológico que le pondrá otro ritmo al corazón de los colombianos.

Para iniciar con este tema es necesario saber ¿Qué es la nanotecnología?: es un área de las ciencias aplicadas que se centra en identificar la conformación de la materia y

descomponerla en partes diminutas, de tal forma que esta produzca una optimización en su uso [14].

Al entender que todo está compuesto de moléculas y átomos, el hombre puede manipularlo para su beneficio. Hay un sinnúmero de proyectos que se están llevando a cabo en cuanto a la nanotecnología, tal es el caso de la nanomedicina, la cual es una prometedora área que mejorará la salud. Es evidente que el proyecto ambicioso que está llevando a cabo el ingeniero electrónico Jorge Reynolds y su grupo investigativo, pusieron en alto el nombre de Colombia con la creación del primer marcapasos externo del mundo. El grupo desde el 2000 trabaja en la creación de un marcapasos con nanotecnología.

Es notable que Colombia no apoya el avance tecnológico e investigaciones, tal cual como lo relata Reynolds en una entrevista realizada por el diario el Tiempo “Obviamente, el medio no es el más apropiado. Colombia es un país en el que hasta ahora se comienza a oír que hay interés en la ciencia y la tecnología. No ha habido una política para la ciencia nunca, parece que el presidente Santos habla del 10 por ciento de las regalías para ciencia y tecnología, entonces tal vez se tenga un despegue, porque un país, si no tiene su propia ciencia y su propia tecnología, nunca sale del subdesarrollo” [15]. Esto conlleva a que mentes brillantes como Reynolds y muchos otros realicen estas propuestas en otros países, al no encontrar un apoyo por parte del gobierno [15].

En la realización de la entrevista al ingeniero Reynolds, comenta que este proyecto del nano marcapasos es único hasta el momento “No, un marcapasos hecho con esta tecnología, no. Somos los únicos que estamos proponiendo esto y ya lo hemos presentado en más de 30 congresos mundiales y lo estamos desarrollando con varios centros de investigación” [16].

También se encuentra que el nuevo modelo en que trabaja Reynolds, que parte de esta tecnología estará conectado con el teléfono móvil del médico para alertar sobre posibles fallas en su sistema. Esto permitirá que el paciente esté en control constante sin necesidad de realizar una consulta, y que el médico esté al pendiente del paciente con tan solo revisar su celular, así mismo verificar la viabilidad de este proyecto.

El nano marcapasos consiste en enviar impulsos eléctricos al corazón, esta fue la primera fase que utilizó Reynolds para su primer dispositivo artificial. Aunque todavía se encuentra en fase experimental, Reynolds advierte que “El nuevo dispositivo tendrá el tamaño de la cuarta parte de un grano de arroz, esto quiere decir que se implantará por medio de un catéter, un procedimiento corto, que no requiere hospitalización.” No tendrá baterías, pues la electricidad que utilizará será la misma que produce el corazón al hacer

contracción. “No, no hay necesidad de cambiarlo. Y si hubiera alguna falla, se pueden poner dos.

Este proyecto ambicioso beneficiará demasiado a los pacientes con problemas cardiacos, ya que no es fácil llevar a cabo una consulta con especialista y menos obtener tratamientos en Colombia, debido a que es el país con el sistema más saturado en salud. Adicionalmente el costo de este nano marcapasos estará al alcance de los colombianos con un valor de US \$1.000[17].

El ingeniero Reynolds espera que el dispositivo que se muestra en la Figura 2 esté listo en dos años, pues se están llevando a cabo los estudios de los circuitos y su funcionamiento en animales en varios centros de investigación de Europa, Estados Unidos y Oriente, y hasta el momento “hemos tenido un nivel de desarrollo bastante superior a lo que teníamos programado”, será un aporte muy beneficioso para los colombianos. Este proyecto brindará un aporte en la optimización de la salud, especialmente en pacientes con problemas cardiacos.

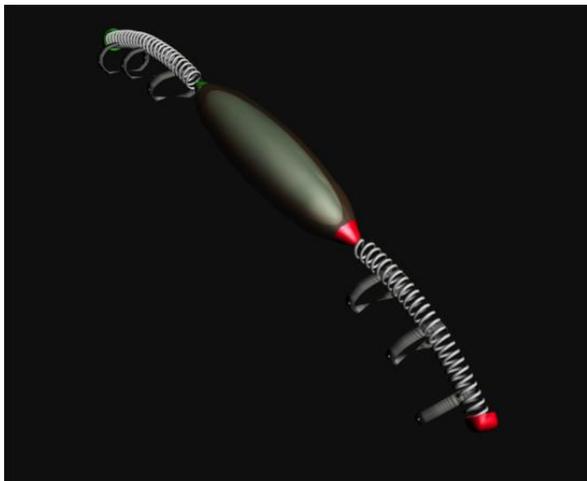


Fig. 2 Nano marcapasos elaborado por Reynolds. [18]

D. Nanopartículas

Es considerado como uno de los campos con mayor importancia en las aplicaciones directas en la medicina se caracteriza en el trabajo del desarrollo de nuevas terapias médicas como lo afirma el científico (LUIS M, MARZAN). Por ejemplo, el oro siempre tiene un color dorado, a no ser que se reduzca en tantas dimensiones que comienza a tener trozos del tamaño de decenas de nanómetros. Entonces el oro empieza a tener un color azul que se torna rojizo a medida que disminuyen aún más el tamaño de sus nanopartículas. Igualmente, su color también varía modificando levemente la forma de la nanopartícula. También se pueden utilizar para la detección precoz del cáncer, se han cargado moléculas de medicamentos con nanopartículas específicas, como es el caso de la simvastatina, para reducir y destruir las placas de ateroma en las arterias coronarias.

La nanotecnología actualmente ofrece una gran cantidad de oportunidades y recursos que mejoran y amplían la atención médica de los pacientes. Un buen número de medidas todavía está en su infancia, y sin duda se debe avanzar sabiamente, de acuerdo con las particularidades de nanopartículas y nanoestructuras, en su uso en la lucha contra las enfermedades, pueden imitar o alterar procesos biológicos por la cual se usó para darle solución a viejos procedimientos en la medicina logrando asociar órganos, tejidos o hasta células dañadas [19].

Una de las principales cualidades de las nanopartículas es el funcionamiento que poseen con distintos materiales para así convertirlos en terapias, por ejemplo las nanopartículas de cobre podrían también convertirse en una innovadora terapia contra tumores sólidos, como lo muestra la Figura 3 (Universidad Católica) estas partículas viajan por los vasos sanguíneos, así mismo con esta tecnología la medicina está realizando varios estudios respecto a las nanopartículas en la plata con el fin de evitar el contagio de enfermedades, aún sin conocer su mecanismo de acción. Hoy en día se sabe que los iones de plata son un potente agente antimicrobiano, es decir, que es capaz de acabar con todo tipo de gérmenes: bacterias, hongos, virus y protozoos. [20].

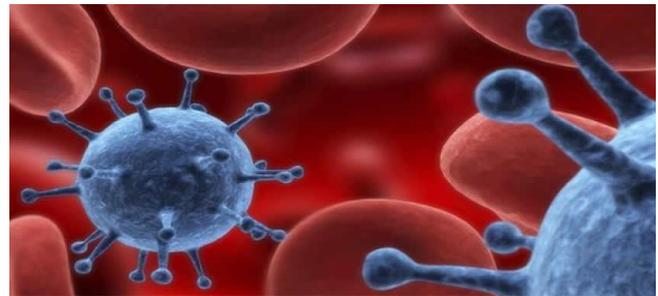


Fig.3 Ejemplo de una nanopartículas.[21]

Las ventajas que poseen las nanopartículas son los fármacos (sustancia o molécula) gracias a esto la administración es intravenosa, teniendo en cuenta que solo será posible aplicarla en puntos específicos, pues su tamaño garantiza que esta partícula no forme trombos. Las nanopartículas poseen un número de ventajas, ya que algunas de ellas atraviesan barreras, por ejemplo la hematoencefálica, con la cual se puede tratar tumores cerebrales.

Las nanopartículas pueden ser empleadas ya sea de forma sólida (colágeno) o líquida, dependiendo el caso que se esté tratando y al suministrarlos de una forma controlada, se puede lograr una eficacia terapéutica de droga y reducción de efectos secundarios [22].

II. CONCLUSIONES

Si Colombia implementara esta nueva nanotecnología, crecería favorablemente la ayuda para los pacientes, puesto que sería una alternativa útil, que avanza con el paso del tiempo en el mejoramiento de la salud.

El propósito de este artículo es dar a conocer las tendencias desarrolladas en Colombia, puesto que por su bajo nivel de investigación en tecnología, no es un obstáculo para las universidades, personas y otros, que desean innovar con esta nanotecnología, dando un giro al país con nuevos conocimientos y desarrollos que han sido implementados en otros países, tanto como los que hasta ahora se están desarrollando en Colombia.

REFERENCIAS

- [1] Rojas, Yareli, Aguado, Karina y González, Israel. La nanomedicina y los sistemas de liberación de fármacos(2016). Facultad de química. P. 287, pdf.
- [2] Colombia le apuesta a la ciencia, tecnología e innovación para alcanzar el desarrollo, (2015), Edición Impresa, revista Dinero [Online] Available: <https://www.dinero.com/edicion-impresa/pymes/articulo/inversiones-ciencia-tecnologia-innovacion-colombia/212458>
- [3] Somolinos S. Lidia, Biosensores en medicina, oct 10,2010.
- [4] Castillo M, Payne FA, Hicks CL, Laencina J, López MB. Effect of protein and temperature on cutting time prediction in goats' milk using an optical reflectance sensor. J Dairy Res. 2003;
- [5] Álvarez M, Calle A, Tamayo J, Lechuga LM, Abad A, Montoya A. Development of nanomechanical biosensors for detection of the pesticide DDT. Biosens Bioelectron. 2003; 18 (5-6): 649-653.
- [6] Ministerio de Educación y Ciencia Español. (2013, enero). Biosens tecnología de sensores [Online]. Available: <http://www.imm.cnm.csic.es/RedBiosensores/tecnologiabiosensores.html>
- [7] F. He and L. Zhang, "Rapid diagnosis of Mycobacterium tuberculosis using a piezoelectric immunosensor," Analytical Sciences, 2002, vol. 18, no. 4, pp. 397-401.
- [8] J. Ren, F. He, S. Yi, and X. Cui, "A new MSPQC for rapid growth and detection of Mycobacterium tuberculosis," Biosensors and Bioelectronics, 2008, vol. 24, no. 3, pp. 403-409.
- [9] Salud y control, diario de ciencia-tecnología y producción, Equipos y sistemas. Biosensores en la medicina moderna. los ingenieros biomédicos [Online]. <http://www.diariodeciencias.com.ar/equipos-y-sistemas-biosensores-en-la-medicina-moderna-los-ingenieros-biomedicos/>.
- [10] Quadra Ma, Ingeniero Investigador, Biosensores aplicados a la detección temprana de Tuberculosis, 2013.
- [11] Universidad de las fuerzas armadas ESPE, Sangolqu (ECUADOR), La nanotecnología aplicada en el campo de la medicina, [Online] Available: www.researchgate.net/profile/Alejandro_Acosta13/publication/319334376_La_nanotecnologia_aplicada_en_el_campo_de_la_medicina/links/5aa625430f7e9badd9ab767f.La-nanotecnologia-aplicada-en-el-campo-de-la-medicina
- [12] Revista Habanera de ciencias médicas (2011)- Nanomedicina: aspectos generales de un futuro promisorio, tomado de: la revista Scielo,
- [13] Lechuga M, Laura, nanomedicina: aplicación de la nanotecnología en la salud- 9º edición del curso Biotecnología aplicada a la salud humana -Tomado de: PDF.
- [14] Zarate, Juan; Escobar, Diana; Rios, Rigoberto, Cinética de la liberación controlada de fármacos usando membranas de quitosano-PHA, Universidad de Antioquia, [Online]. Available: <http://virtual.uptc.edu.co/memorias/index.php/cim/cim/paper/viewFile/>
- [15] Nanova. Definición de nanotecnología (10/11/2018), tomado de nanova.org/que-es-la-nanotecnologia/
- [16] Redacción del TIEMPO: Jorge Reynolds, creador del marcapasos modelo 'nano' (13/09/2014), tomado de eltiempo.com/archivo/documento/CMS-14530275
- [17] Aya León María Olga, España Bernal Carol Viviana, Novoa Leguizamón Norma Milena. Nano marcapasos, avance tecnológico que mejora la calidad de vida en pacientes con trastorno del ritmo cardiaco. Tomado de [https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-14530275\(PDF\)](https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-14530275(PDF)).
- [18] Gutierrez, Daniel, (28/02/2017): nanomarcapasos será implantado en seres humanos, Universidad central, [Online]. <http://acn.ucentral.co/index.php/ciencia-arte-tecnologia/2271-el-nanomarcapaso-sera-implantado-en-seres-humanos-este-ano>.
- [19] A. Thomas, E. Torres Tapia, A. Ramírez, A. Zehe. (30 de junio de 2015). *Las nanopartículas – Nanomateriales de tantas aplicaciones asombrosas en nanomedicina y nanotecnología biomédica*. [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/284534898_Las_nanoparticulas__Nanomateriales_de_tantas_aplicaciones_asombrosas_en_nanomedicina_y_nanotecnologia_biomedica
- [20] Luis M. Liz Marzán, (16 de abril de 2012). *Nanopartículas para la medicina del futuro*. Obtenido de EL MUNDO- [Online]. Available: <https://www.elmundo.es/elmundo/2012/03/26/nanotecnologia/1332760914.html>
- [21] Red Digital, (04/19/2017), Exitoso uso de nanopartículas en tratamientos contra el cáncer. [Online]. http://reddigital.cl/2017/04/19/nanoparticulas_cancer/
- [22] Nanotecnología y nanomedicina: avances y promesas para la salud humana. (2015). *Revista Biomédica*, 4. Obtenido de <https://www.revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/3143/2958>