



Universidad de Ciencias Médicas
Facultad de Ciencias Médicas de Bayamo
Granma
Evento Científico AMBIMED 2022



Título: "La Nanotecnología, Tercera Revolución Industrial."

Autor: Adriana Helen Guerra Pérez, Universidad de Ciencias Médicas, Granma, Cuba, email: adriana.helen@nauta.cu

Ailyn Naranjo Castillo, Unidos de Ciencias Médicas, Granma, Cuba.

Resumen

La nanotecnología, promete ser la revolución de las revoluciones tecnológicas o mejor, la Tercera Revolución Industrial. Se presenta como un conjunto de revoluciones tecnológicas multidisciplinarias que permitirá a la sociedad maximizar la eficiencia en los procesos productivos y sociales. Con el propósito de describir el estado de desarrollo Nanociencia y la Nanotecnología en la actualidad se realizó una revisión bibliográfica. De esta manera se concluyó que el desarrollo de las nanociencias será capital para el futuro de la medicina sobre todo a nivel molecular, y de su impacto social dependerá mucho la nueva manera de interpretar el binomio salud-enfermedad.

Palabras clave: nanotecnología, nanomedicina, enfermedades, nanopartículas, medio ambiente.

Introducción

"Nothing in life is to be feared, it's only to be understood. Now is the time to understand more, so that we may fear less."

Marie Curie.

La nanotecnología, promete ser la revolución de las revoluciones tecnológicas o mejor, la Tercera Revolución Industrial. Se presenta como un conjunto de revoluciones tecnológicas multidisciplinares que permitirá a la sociedad maximizar la eficiencia en los procesos productivos y sociales. Se define como el campo de las ciencias aplicadas dedicado al control y manipulación de la materia a una escala menor que un micrómetro, es decir, a nivel de átomos y moléculas. (1) Para tener una idea de lo que estamos hablando, la medida nano equivale a 70 mil veces menos que la espesura de un cabello. Esta ciencia alterará radicalmente varios aspectos de nuestras costumbres, no solamente de cómo vivimos y lo que consumimos, sino también la forma en que realizamos nuestros trabajos en cualquier área socio-económica. (1)

Será fundamental, con los muchos cambios que trae la nanotecnología, pensar en lo que será prioritario para un desarrollo armónico, en referencia a los avances tecnológicos y sociales, para transformarlos en calidad de vida para todos, reuniendo el espacio que separó a la tecnología del humanismo. Entre las principales ciencias de aplicación destacan la informática, la medicina, la biología y la construcción. (2)

Actualmente, existen cerca de tres mil productos generados con nanotecnología, la mayoría para usos industriales, aunque las investigaciones más avanzadas se registran en el campo de la medicina y la biología. La nanotecnología abarca cinco áreas fundamentalmente: minerales y agroindustria, dispositivos médicos y salud, energía y medioambiente, materiales y fabricación, electrónica, información y comunicaciones. (1,2)

La nanomedicina es una rama de la nanotecnología con aplicaciones directas en medicina, que podría permitir el abordaje de las enfermedades (diagnóstico, prevención y tratamiento) desde el interior del organismo. Además, esta capacidad mejoraría el conocimiento de las vías de regulación y señalización que dirigen el comportamiento de las células normales y transformadas. (2)

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. (3)

Objetivo: Describir el estado de desarrollo Nanociencia y la Nanotecnología en la actualidad

Desarrollo

La nanomedicina es una rama de la nanotecnología con aplicaciones directas en medicina, que 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.

(4)

Esta es ya una realidad que está produciendo avances en el diagnóstico, prevención y tratamiento de las enfermedades porque, entre otras razones, permite interactuar con las biomoléculas (proteínas y ácidos nucleicos). Además, esta capacidad posibilitará un conocimiento mejor de las complejas vías de regulación y señalización que dirigen el comportamiento de las células normales y transformadas. (4)

Se considera que determinados campos pueden ser objeto de un interés especial, especialmente: monitorización (imágenes), reparación de tejidos, control de la evolución de las enfermedades, defensa y mejora de los sistemas biológicos humanos, diagnóstico, tratamiento y prevención, administración de medicamentos directamente a las células, etc. Todos ellos constituirían nuevos avances tecnológicos en la medicina. (5)

El medio ambiente como uno de los marcos determinantes de la salud y la vida humana no podría dejar de ser una de las principales áreas en sentir el impacto de la nanotecnología. Lamentablemente no estamos hablando de solucionar todos los perjuicios ambientales ya ocasionados por el hombre en todos estos milenios, pero por lo menos ayudar a restablecer en alguna forma gran parte de un equilibrio natural que fue quebrado por la explotación sin control de los recursos naturales. Con la nanotecnología habrá mucho menos necesidad de minerales, lo que permitirá cerrar muchas minas que por la misma extracción ha causado muchísimos daños. (5)

La medicina y la nanotecnología están forjando un arma para combatir el cáncer. Al combatir la enfermedad en escala molecular, permite detectar precozmente la enfermedad, identificar y atacar más específicamente a las células cancerígenas. Los nanosistemas de liberación de fármacos actúan como transportadores de fármacos a través del organismo, direccionado a las células tumorales y reduciendo el acúmulo de fármacos en las células sanas. (6)

Los sistemas de liberación de fármacos están constituidos por un principio activo y un sistema transportador, los cuales garantizan que se pueda dirigir la liberación del fármaco al lugar que lo necesite y en la cantidad adecuada. Estos deben cumplir con ciertas características, como lo son la baja toxicidad, propiedades óptimas para el transporte, liberación del fármaco y una larga vida media en el organismo. Todas estas características son favorecidas por la aplicación de la nanotecnología en este campo. (7)

Todo esto permite que, por medio de la fabricación de dispositivos a escala nanométrica, se libere el fármaco de la forma menos invasiva y tóxica para el tejido celular que no necesite del tratamiento farmacológico. (7)

Otra alternativa está basada en unas moléculas artificiales conocidas como dendrímeros. Se trata de estructuras tridimensionales ramificadas que pueden

diseñarse a escala nanométrica. Los dendrímeros cuentan con varios extremos libres, en los que se pueden acoplar y ser transportadas moléculas de distinta naturaleza, desde agentes terapéuticos hasta moléculas fluorescentes. En los Estados Unidos, el nanotecnólogo James Baker, aplicó un poderoso medicamento contra el cáncer, metotrexato, a algunas ramas del dendrímero. (8)

En otras, incorporó agentes fluorescentes, así como ácido fólico o folato, una vitamina necesaria para el funcionamiento celular. Su funcionalidad es como la de un caballo de Troya. Las moléculas del folato en el dendrímero se aferran a los receptores de las membranas celulares y éstas piensan que están recibiendo la vitamina. Cuando permiten que el folato traspase la membrana, la célula también recibe el fármaco que la envenena. (8)

No son solamente las terapias que están avanzando en la nanotecnología, el diagnóstico no se queda atrás. De la mano de la nanotecnología nos encontramos con la era del diagnóstico molecular y cuántico, éstos son sofisticados y precisos, que hacen posibles identificar enfermedades genéticas e infecciosas. Entre los tipos de diagnósticos tenemos los Puntos Cuánticos y los Nanoshells. El objetivo de los nanosistemas es identificar la aparición de una enfermedad precisa en los primeros estados a nivel celular o molecular, mediante la utilización de nanopartículas o nano dispositivos. (9)

Los nanos sistemas de diagnóstico se pueden aplicar in-vitro o in-vivo. En aplicaciones de diagnóstico in-vitro, los nanodispositivos son capaces de detectar con sorprendente rapidez, precisión y sensibilidad la presencia de microorganismos patógenos, proliferaciones celulares precancerosas y defectos en el ADN a partir de muestras de fluidos corporales o de tejidos. En aplicaciones de diagnóstico in-vivo, se pueden desarrollar nanodispositivos biocompatibles que, por ejemplo, al ser administrado en el cuerpo humano pueden efectuar unas búsquedas selectivas para identificar una enfermedad y cuantificar la presencia de una determinada molécula o de células cancerígenas.(10)

El medio ambiente como uno de los macro determinantes de la salud y la vida humana también sufre en la actualidad el impacto que tiene la aplicación de la nanotecnología. La Unión Europea en su conjunto se coloca como la primera potencia mundial en el campo de la nanotecnología y Estados Unidos, además de Australia, Japón, Corea del Sur, la India, China e Israel, son algunos países que apuestan abierta y estratégicamente por su progreso a través de planes e inversiones destinados a la investigación y el desarrollo. (10)

En Cuba, en abril de 2006, se celebró la reunión de la red de macrouiversidades públicas de América Latina y el Caribe del área temática de investigación sobre nanotecnología y nuevos materiales, donde asistieron representantes de casi 10 países. En el país se trabaja además en el desarrollo de equipos y metodologías para la caracterización de materiales nanométricos para la industria biotecnológica. (11)

Además, se ha logrado, el encapsulamiento de fertilizantes y factores de crecimiento agrícola, con experimentos realizados a escala de campo en hortalizas; también se creó un método mediante materiales zeolíticos para purificar el agua, el cual fue validado por centros del Ministerio de Salud Pública. En los últimos seis años el Instituto de Ciencia y Tecnología de los Materiales

graduó a más de 30 doctores en Ciencias, muchos en el tema de la nanotecnología. 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. (10, 11) De manera general, hoy el tema es una prioridad para un grupo de organismos de la Administración Central del Estado los que a través de 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, figura entre ellos el Ministerio de Salud Pública. Dentro de los objetivos fundamentales de este grupo, están el de realizar el levantamiento de las regulaciones, buenas prácticas, normas de laboratorio, sistemas de protección y otros, a nivel internacional en los campos respectivos a fin de minimizar los impactos negativos, así como identificar experiencias nacionales y regulaciones afines existentes que puedan servir de base al establecimiento de un sistema regulatorio y/o guías para el trabajo seguro en nanotecnología. (12)

La trayectoria exitosa de la biotecnología en Cuba está relacionada con el estilo tecnológico adoptado a través de los años, dado que la meta no sólo fue hacer un uso eficiente de los recursos, sino que buscó solucionar problemas de salud de la población. En términos de Varsavsky (1978), Cuba eligió un plan nacional pueblocéntrico destinado a cubrir las necesidades de su población. Pero, paralelamente, ha llevado a cabo un plan empresocéntrico hacia el exterior. (12) Una vez que fueron capaces de cubrir las necesidades internas, los centros de investigación y empresas comercializadoras siguieron las lógicas del mercado capitalista, vendiendo al exterior sus productos biotecnológicos, cumpliendo con las normativas internacionales de derechos de propiedad intelectual (DPI); configurándose como empresas competitivas a nivel mundial. Gracias a las inversiones hechas por la Revolución Cubana en educación, ciencia y salud entre 1960 y 1970, Cuba educó a científicos e ingenieros, logrando contar con alrededor de 1,8 investigadores por cada 1.000 habitantes; en 1978 se inició un proyecto para producir interferones; y paralelamente, debido a los brotes de meningitis, dengue y conjuntivitis, aceleraron la decisión del gobierno de crear las primeras instituciones en el área de la biotecnología. (13)

Entre 1990 y 1996, el gobierno invirtió cerca de 1 billón de dólares estadounidenses en la creación de polos científicos que operaban de manera integrada con instituciones de educación superior, empresas, instituciones de salud y los usuarios finales. El Polo Científico del Oeste de la Habana, creado en 1992, operaba como estructura organizativa y coordinadora de la biotecnología cubana y estaba integrado por instituciones de investigación, educación, salud y economía. (13)

Cuba creó una agencia reguladora de fármacos permitiéndole adoptar normas internacionales sobre biotecnología. Tal es el caso de las normas iso-9000, normas de buenas prácticas de fabricación, de laboratorio y clínicas. En cuestiones de propiedad intelectual, se adhirió en 1995 al Acuerdo sobre los Aspectos de Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio (ADPIC) y en 1996 firmó el Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (PCT)². El Estado conservó la titularidad de la patente y otorgó el derecho de autoría a los

inventores. Ello significa que el Estado define el rumbo de las invenciones logradas. (14)

La industria biotecnológica hasta 2009 fue manejada por el Consejo de Estado y recibió un trato preferencial por parte del liderazgo político del país, asegurando el flujo de capital. Esta experiencia culminó con la creación de la Organización Superior del Desarrollo Empresarial (OSDE) y el Grupo de las Industrias Biotecnológicas y Farmacéuticas (BioCubaFarma) en noviembre de 2012, integrado por las entidades pertenecientes al Polo Científico y al Grupo Empresarial (QUIMEFA). (14)

A finales de junio 2020 se identificaron más de 20 iniciativas en curso en el ecosistema de innovación y desarrollo en biotecnología médica y biomedicina, para enfrentar la pandemia causada por el SARS-CoV-2. Estas iniciativas reflejan distintas dinámicas: i) de relación universidad y empresa; ii) de integración entre tecnologías de la Tercera Revolución Industrial y las ciencias de la vida; iii) de participación del sector privado en actividades de I+D+I; iv) de cambio en el modelo estatal de asignación de recursos y en los procesos regulatorios; y de v) modificación en la percepción pública sobre la importancia de la ciencia y la tecnología. (14)

Los siguientes proyectos que en la actualidad se ejecutan son ilustrativos de la relación universidad y empresa, de integración entre tecnologías de la Tercera Revolución Industrial y las ciencias de la vida y de participación del sector privado en actividades de I&D+I:

Integración de estrategias clínicas y moleculares para el diagnóstico diferencial de SARS-CoV-2 y otros patógenos asociados a infección respiratoria aguda. De lo convencional a la metagenómica.

Viabilidad y validación de la aplicación de modelos de inteligencia artificial para la detección de neumonía en los servicios de radiología de los hospitales de 3 y 4 nivel de Medellín.

DEEP SARS: Sistema de aprendizaje profundo automático para la identificación temprana y seguimiento de pacientes con riesgo de síndrome de distrés respiratorio agudo.

Desarrollo y evaluación de un nanosensor portable, ultra sensitivo y de respuesta rápida para el diagnóstico y seguimiento del SARS-CoV-2.

Estudios de PC COVID con Plasma Convaleciente. Es ejecutado por dos Universidades (Universidad del Rosario-Centro de Estudios de Enfermedades autoinmunes y la Universidad CES de Medellín), una Fundación Universitaria (Fundación Universitaria de Ciencias de la Salud), un Instituto de Investigación (Instituto Distrital de Ciencia, Biotecnología e Innovación en Salud) y un Hospital (Hospital Universitario Mayor-Medevi de la Ciudad de Bogotá).

Seroprevalencia de SAR-CoV-2 durante la epidemia en Colombia.

Efectividad del uso de elementos de protección personal más hidroxiquina para la prevención de la transmisión del SARSCoV-2 a trabajadores de la salud.

Sistema de inteligencia epidemiológica para el apoyo en la toma de decisiones en el control de COVID-19 en Latinoamérica.

Ventilador Unisabana-Herons para pacientes con insuficiencia respiratoria grave por COVID-19.

Equipo de ventilación mecánica CPAP. AIRLIFE. El proyecto es ejecutado por tres universidades (Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales, Universidad de Caldas, Universidad Autónoma de Manizales) y un Tecnoparque del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA.

Sistema de monitoreo remoto de pacientes con COVID. Pontificia Universidad Javeriana.

Nanobiosensores para la detección rápida de SARS-CoV-2. Universidad de Antioquia.

Identificación de variantes en el genoma viral de SARS-CoV-2 por medio de secuenciación masiva en paralelo y su correlación con desenlaces clínicos de COVID-19: Vigilancia epidemiológica del comportamiento genómico y clínico en los epicentros de la pandemia en Colombia.

Proyecto Inmunoglobulina Humana AntiCOVID-19. Laboratorio Biofarmacéutico Colombiano. LIFE Factors. (14)

Conclusiones

El desarrollo de las nanociencias será capital para el futuro de la medicina sobre todo a nivel molecular, y de su impacto social dependerá mucho la nueva manera de interpretar el binomio salud-enfermedad.

Referencias bibliográficas

World Health Organization (WHO). Clinical management of COVID-19: interim guidance, 27 May 2020.

Serrano G. Nanotecnología, innovación tecnológica y transformación social en Europa. Nanotecnología y Medio Ambiente. Ética y política de la Nanotecnología [citado Jul 2008]. Disponible en:

<http://blogs.creamoselfuturo.com/nanotecnologia/2007/11/29/nanotecnologia-y-el-cambio-climatico/>

Salomone MG. ¿Es segura la nanotecnología? [citado Jul 2008]. Disponible en: <http://www.madrimasd.org>

Cintas Izarra LM. Nanotecnología: la revolución industrial del Siglo XXI. Madrid (UCM), 16 de agosto 2006, No.2, p.11.

López, E. M.; Silva, R.; Acevedo, B.; Buxadó, J. A.; Aguilera, A.; Herrera, L. (2006). Biotechnology in Cuba: 20 years of scientific, social and economic progress. *Journal of Commercial Biotechnology*, 13(1), 1-11.

Las empresas de biotecnología en Argentina. Documento de trabajo. https://argentina.gob.ar/sites/default/files/est_bio_las-empresas-de-biotecnologia-en-argentina-2016.pdf

Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva – República Argentina y Secretaría de Planeamiento y Políticas en Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva [MINCyT y SEPP]. (s.f.). Argentina Innovadora 2020.

Plahte, J. (2010). Strategic Evaluations and Techno-Economic Networks. Vaccine Innovation in the Cuban Biotech Sector: for Public Health—or for Profits?, Working Papers on Innovation Studies, 20100108. <https://ideas.repec.org/p/tik/inowpp/20100108.html>

Quach, U.; Þorsteinsdóttir, H.; Renihan, J.; Bhatt, A.; von Aesch, Z. C.; Daar, A. S.; Singer, P. A. (2006). Biotechnology Patenting Takes Off in Developing Countries, *International Journal of Biotechnology*, 8, 43-59.

Red de Pensamiento Latinoamericano en Ciencia, Tecnología y Sociedad [Red PRACTS] (2020). Otro estilo científico y tecnológico es posible. *Ciencia, tecnología y política*, 3(5), 050. <https://doi.org/10.24215/26183188e050>

Reid-Henry, S.; Plahte, J. (2020). ¿Inmunidad ante los ADPIC? La producción de vacunas y la industria biotecnológica en Cuba. *Revista Bienestar*, 1(1) 218-237.

Varsavsky, O. (1978). Estilos tecnológicos. Propuestas para la selección de tecnologías bajo racionalidad socialista. Ediciones Periferia S.R.L.

Vitagliano, J. C.; Villalpando, F. A. (2003). Análisis de la biotecnología en Argentina. Programa de Fortalecimiento Institucional de la Política Comercial Externa. Préstamo BID 1206/OC-AR. Diseño de Programas Piloto Sectoriales de Exportación. <http://foarbi.org.ar/docs/BiotecArgV1.pdf>