

Calidad Ambiental

SALUD: NANOMEDICINA

MARÍA C. MARTÍNEZ RODRÍGUEZ,
PROFESORA-INVESTIGADORA DEL CENTRO INTERDISCIPLINARIO
DE INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS SOBRE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO (CIEMAD)
DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

Porte Pagado PUBLICACIONES PP19-0006, Autorizado por SEPOMEX

ELEMENTO ESENCIAL PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE

JUNIO, 2007

VOLUMEN XII | NÚMERO 3

\$35.00 M.N.



TECNOLÓGICO
DE MONTERREY.



Contenido

M A Y O . J U N I O 2 0 0 7 V O L U M E N X I I N Ú M E R O 3



- 05 AGENDA AMBIENTAL 2007
- 06 RESUMEN NOTICIOSO
- 07 LÍDER DE OPINIÓN
**La Reutilización o Reuso.
Primer Paso del Uso Eficiente del Agua**
Febronio E. Chavarría Fernández
- 10 DESARROLLO SOSTENIBLE
Salud: Nanomedicina
María C. Martínez Rodríguez, Ilangovan Kuppusamy
- 15 INDUSTRIA Y MEDIO AMBIENTE
**Casos Exitosos de Minimización de Residuos
y de Producción Más Limpia en México**
Cristina Cortinas de Nava
- 22 TECNOLOGÍA AMBIENTAL
Hidrógeno, opción de Energía Limpia
- 24 MEDIO AMBIENTE EN LOS ESTADOS
- 25 LEGISLACIÓN AMBIENTAL MEXICANA
- 26 DIRECTORIO AMBIENTAL

DIRECTORIO

CONSEJO ADMINISTRATIVO

Dr. Joaquín Acevedo Mascarúa
Director del Centro de Calidad Ambiental
del Tecnológico de Monterrey, Campus Monterrey.

CONSEJO EDITORIAL

Coordinador Editorial

Natalie S. Tijerina Cumplicio
e-mail: natalie.tijerina@itesm.mx

Coordinador Administrativo

M.C. Erick Ricardo Rivas Rodríguez
e-mail: erivas@itesm.mx

Editor Técnico

Dr. Jerónimo Martínez Martínez

Editores Asociados

Administración Ambiental
Ing. Eduardo Guerra González

Cambio Climático
Dr. Jerónimo Martínez Martínez

Calidad del Agua
Dr. Jorge García Orozco, Dr. Enrique Cázares Rivera

Calidad del Aire
Dr. Gerardo Mejía Velázquez

Contaminación del Subsuelo
Dr. Martín Bremer Bremer

Desarrollo Sostenible
Dra. Rosamaría López Franco, Dr. Mohammad H. Badi

Educación Ambiental
M. en C. Deyanira Martínez

Manejo Eficaz de Residuos Industriales
Dr. Belzahet Treviño Arjona, Dr. Enrique Ortiz Nadal,

Dr. Francisco J. Lozano García

Legislación Ambiental
Dr. Rogelio Martínez Vera

Química y Toxicología Ambiental
Dr. Gerardo Morales

Recursos Naturales
Dr. Fabián Lozano García, Dr. Ernesto Enkerlin Hoefflich

Residuos Peligrosos
Dr. Porfirio Caballero Mata

Publicidad y Suscripciones
Leticia Alcazar Castro

e-mail: calidadambiental.mty@itesm.mx

Tels. 8328-4148, 8358-2000 ext. 5220 y 5234.

Visite nuestra página en Internet

http://uninet.mty.itesm.mx/1_10.htm

Comentarios y Sugerencias

calidadambiental.mty@itesm.mx

Diseño y Fotografía

Lic. Gabriel López Garza

e-mail: disenso@prodigy.net.mx

DILENLO
PUBLICIDAD

Impresión

Editora El Sol, S.A. de C.V.

Washington 629 Ote., C.P. 64000,

Monterrey, N.L., México.

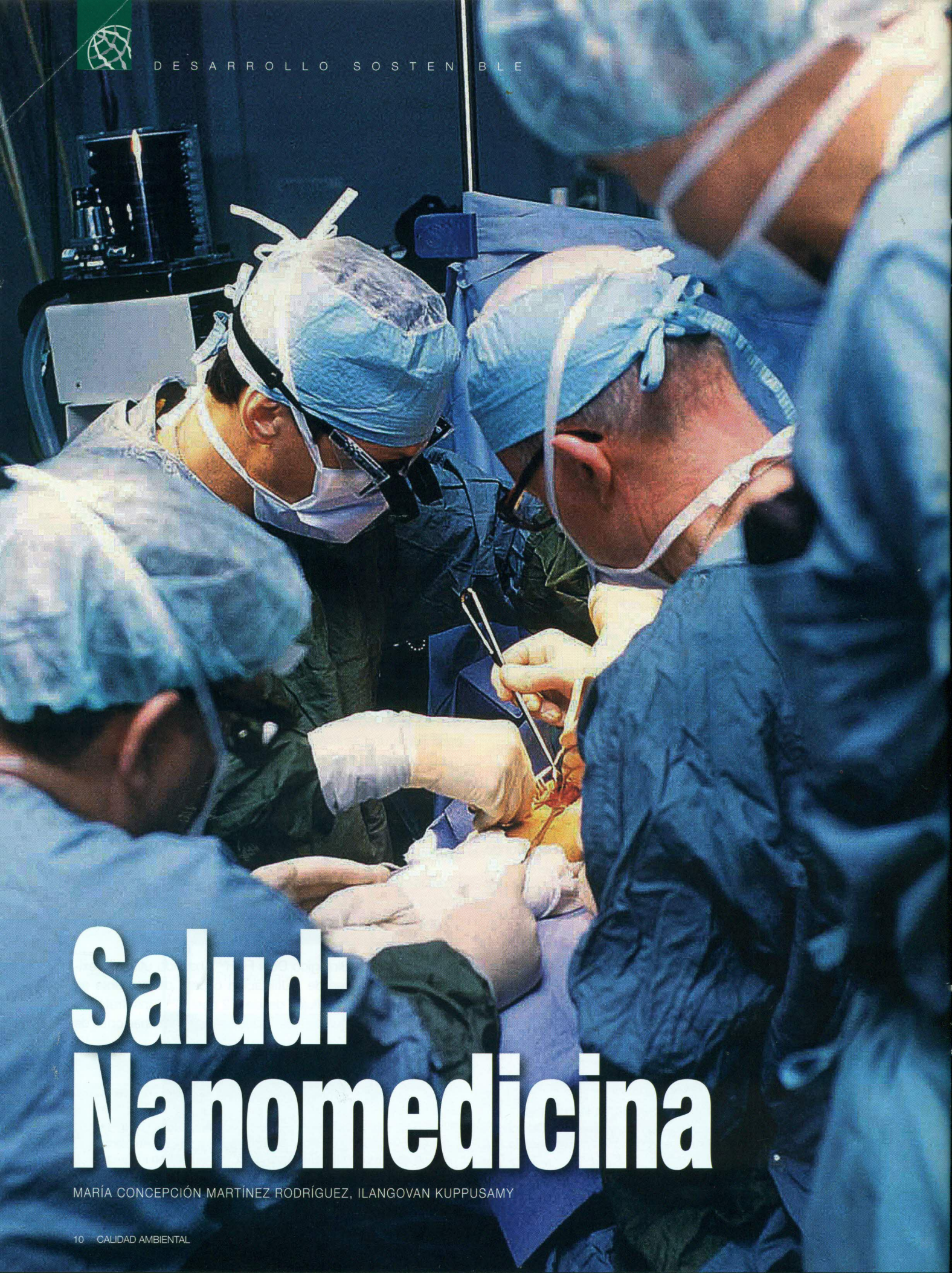


ISSN:1405-1443

CALIDAD AMBIENTAL VOL. XII No. 3 • Período: Mayo-Junio 2007 • Fecha de Impresión: Junio 2007 • Periodicidad: Bimestral • Certificado de Título No. 9960, Certificado de Licitud de Contenido No. 6950 • Certificado de Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-1998-1112131400900-102 otorgado por Derechos de Autor.

Distribuidores: ITESM y SEPOMEX • Domicilio ITESM: (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey) Av. Eugenio Garza Sada 2501 Sur, Sucursal de Correos "J", C.P. 64849, Centro de Calidad Ambiental, Coordinación de Difusión Ambiental. Edificio CEDES, 4o. Piso, Monterrey, N.L., México., Tel. 8328-4148, Computador 8358-2000 ext. 5218, Fax. 8359-6280 • Representante y Editor Responsable: Dr. Miguel Ángel Romero Ogawa • Domicilio SEPOMEX: Netzahualcóyotl No. 109 Col. Centro, México, D.F., C.P. 06080. Porte Pagado PUBLICACIONES PP19-0006, Autorizado por SEPOMEX.

Los artículos firmados son responsabilidad de sus autores y no necesariamente reflejan la opinión de la revista o del ITESM.



Salud: Nanomedicina

MARÍA CONCEPCIÓN MARTÍNEZ RODRÍGUEZ, ILANGOVAN KUPPUSAMY



Hablar en términos “nanos” o como una nueva clasificación para referirnos a las diferentes disciplinas científicas ya no debe ser extraño, con los avances en la nanotecnología han surgido áreas especializadas, o han empezado a cambiar de nombre las ciencias, tal es el caso de la nanomedicina que actúa en la escala de lo minúsculo, con aplicaciones tan espectaculares como nanopartículas para llevar fármacos donde se necesitan o nuevos materiales capaces de comunicarse con las células e inducir la regeneración de tejidos. Pero ¿cuál es el impacto que tendrá la nanomedicina en la salud? ¿qué es lo que nos aporta esta nueva área?, ¿por qué es importante?, es interesante conocer que los avances en los diagnósticos, tratamientos y en la medicina regenerativa están siendo realizados por la nanomedicina. La nanomedicina es capaz de crear nuevos seres humanos, seres humanos especializados, por la facilidad que se va a tener al modificar determinados órganos del cuerpo. Los avances en la nanomedicina se verán reflejados no solo en tener una mejor salud, y evitar el envejecimiento, sino que se puede ya pensar en crear seres humanos con capacidades específicas para poder ser deportistas, científicos, modelos, músicos, etc. Se podrá crear gente “bella”, hombres y mujeres “nanotecnológicamente perfectos”. En el presente artículo nos interesa dar a conocer en que consiste la nanomedicina, cuales son sus antecedentes, sus avances, sus perspectivas y sus riesgos.

Introducción

¿Cuáles son los orígenes de esta nueva disciplina? ¿Dónde nació? ¿Por que surgió? Las respuestas a estas interrogantes son con las cuales partimos.

Al ser “nuevo” el concepto de nanomedicina se requiere definir a este, saber ¿qué es?, ¿cuál es su alcance?, ¿cuál es su campo de acción?

Comenzamos este artículo con los antecedentes para pasar posteriormente a su definición, y su importancia y aplicaciones, por que el nacimiento de estas nuevas áreas no tendría razón de ser si no fueran importantes. ¿En dónde radica su importancia? ¿Por qué son importantes? ¿En donde se aplica?

Como sabemos todo descubrimiento, o adelanto científico trae beneficios pero también es necesario medir los riesgos que esto implica, el conocer los beneficios y riesgos de esta nueva disciplina nos ayuda a prepararnos para canalizar y enfrentar estos.

Antecedentes

La nanotecnología ha tenido como antecedentes los rayos láser, la fuerza atómica, el barrido electrónico, y los microscopios de efecto túnel, la nanomedicina tiene como tecnologías previas la cámara endoscópica, y un aparato de ultrasonido de 1 milímetro de diámetro, que servía para ver si las arterias estaban obstruidas.

En la administración de medicamentos, las nuevas técnicas son los llamados nanosistemas de liberación de fármacos que actúan como transportadores de fármacos a través del organismo, facilitando de esta forma su difusión.

En medicina, hay una tendencia a utilizar instrumentos más pequeños y técnicas más localizadas. La aportación de la na-

notecnología vendrá en esta línea; por ejemplo crear nanobots que trabajen de modo localizado.

Definición

La Salud es “el estado de completo bienestar físico, mental y social, y no sólo la ausencia de enfermedades”. (OMS)

La Nanomedicina es uno de los campos de las nanobiotecnologías con aplicaciones directas en medicina, para tratamiento de enfermedades humanas, prevención, diagnóstico y terapia, requieren tecnologías basadas en interacciones entre el cuerpo humano y materiales, estructuras o dispositivos cuyas propiedades se definen a escala nanométrica.

La Nanobiotecnología es el uso de materiales y estructuras a escala nanométrica (0.00000001 metro) en interacción con materia biológica.

La nanomedicina es una de las vertientes más prometedoras en la mezcla de los avances tecnológicos y la medicina. Como sabemos el cuerpo humano está formado por tejidos, los tejidos por células, las células por moléculas, mayores o menores, y éstas, por átomos, cuando llegamos al átomo es cuando podemos empezar a hablar de nanomedicina.

Son las moléculas las que trabajan en las células, y en medicina los cambios moleculares en las células originan muchas enfermedades. Por eso tenemos que utilizar moléculas concretas para luchar contra dichas enfermedades. A esas moléculas las llamamos medicamentos. Pero aunque las moléculas se miden a escala nanométrica, son grandes zonas del cuerpo las que tenemos que poner bajo su influencia, ya que no podemos trabajar de forma más localizada. Es decir, hoy en día, aplicamos “macrosoluciones” generalizadas a los “nanoproblemas” localizados.



La nanomedicina representa avances en la generación de imágenes internas del cuerpo humano, reparación de tejidos, control de la evolución de las enfermedades, defensa y mejora de los sistemas biológicos humanos, diagnóstico, tratamiento y prevención, alivio del dolor, prevención de la salud, administración de medicamentos a células.

El ejemplo del cáncer es muy significativo. La enfermedad es fruto de un crecimiento anormal de los tejidos, y, aunque el problema se puede entender a escala nanométrica, las medidas que se toman son macroscópicas; se extirpan los tejidos dañados, o se aplica quimioterapia y radioterapia. Estas dos últimas técnicas, sin embargo, afectan todo el organismo.

Con las infecciones ocurre algo parecido, pero, igual, no es tan evidente. Cuando tenemos una infección, tomamos por ejemplo, penicilina; de esta forma, acabamos con las bacterias que nos han producido la infección, pero además, eliminamos otras bacterias "buenas" del organismo (la flora intestinal por ejemplo) Así que, aunque utilizamos medicamentos de nivel molecular, lo hacemos de forma macroscópica.

Importancia y aplicaciones

La nanomedicina ayuda a mejorar la salud y la calidad de vida de las personas enfermas y podría mejorar el diagnóstico y el tratamiento de los enfermos de sida y de cáncer.

Esta novedosa ciencia se centra en tres grandes ámbitos de actuación: el diagnóstico, el tratamiento y la medicina regenerativa.

Así pues, gracias al desarrollo de dispositivos o biosensores se permitirá hacer un diagnóstico más rápido y fiable, donde se "podrá reflejar lo que está sucediendo en el cuerpo humano a tiempo real". Con relación a la administración de fármacos, los avances en nanotecnología permitirán la implantación de la "terapia individualizada", así como la administración al paciente de menos dosis, la reducción de los efectos secundarios y la creación de nuevas vías de administración más efectivas y cómodas para el paciente.

La posibilidad de diseñar sensores que se activan cuando cambien determinadas constantes biológicas. Por ejemplo, los pacientes diabéticos podrían verse favorecidos al recibir insulina encapsulada en células artificiales, que la dejen salir cuando aumente la glucosa en la sangre.

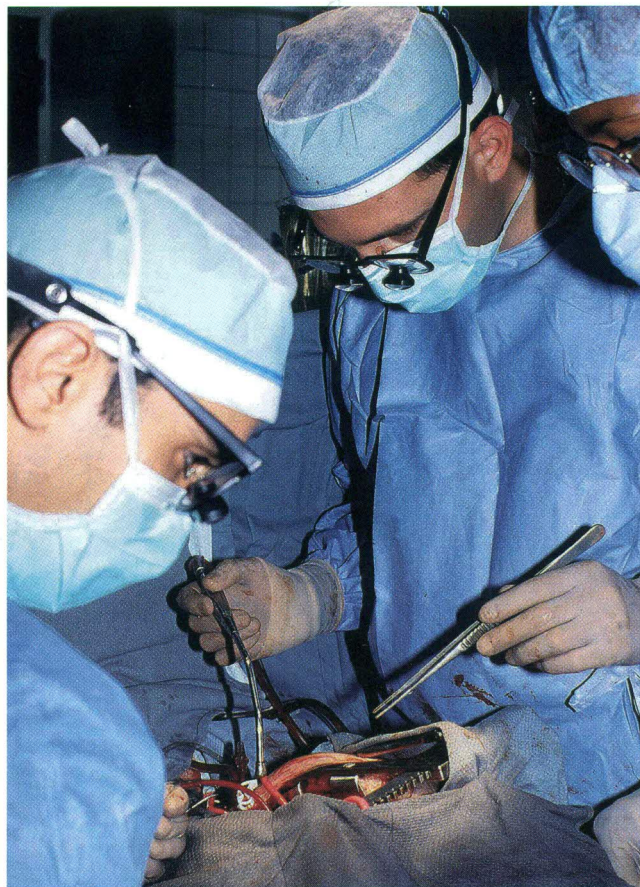
Esto también permite realizar exámenes en forma muy sencilla, un autodiagnóstico. Los biosensores se han utilizado para muchas aplicaciones, por ejemplo, para detectar la presencia de ántrax. Otros vehículos son los dendrímeros que consisten en polímeros con ramificaciones. Cada cabo puede tener distintas propiedades. Los dendrímeros podrían tragarse y realizar diferentes funciones bastante complicadas, como buscar daños dentro del organismo y repararlos.

Las nanopartículas permiten administrar, en forma de simples gotas nasales, algunas vacunas que hasta ahora debían inyectarse. Su eficacia ha sido demostrada, hasta el momento, para las vacunas anti-tetánica y anti-diftérica.

Si las terapias están experimentando cambios drásticos, el diagnóstico no se queda atrás. De la mano de la nanotecnología nos adentramos en la era del diagnóstico molecular, sofisticado y preciso, que hace posible identificar enfermedades genéticas, infecciosas o incluso pequeñas alteraciones de proteínas.

No en vano, esta disciplina ha contribuido a la creación de biochips, que permiten la obtención de grandes cantidades de información trabajando a una escala muy pequeña. Con los biochips a nanoescala es posible conseguir en poco tiempo abundante información genética, tanto del individuo como del agente patógeno, que permitirá elaborar vacunas, medir las resistencias de las cepas de la tuberculosis a los antibióticos o identificar las mutaciones que experimentan algunos genes y que desempeñan un papel destacado en ciertas enfermedades tumorales.

Sé esta trabajando con los glóbulos rojos ratificales llamados "respirocito", con una sola micra de diámetro, este robot esférico imita la acción de la hemoglobina natural que se encuentra en el interior de los hematíes, aunque con la capacidad de liberar hasta 236 veces más oxígeno por unidad de volumen que un glóbulo rojo natural. Los respirocitos incorporarán sensores químicos, así como sensores de presión. De esta forma estarán preparados para recibir señales acústicas del médico, que utilizará un aparato transmisor de ultrasonidos para darles órdenes con el fin de que modifiquen su comportamiento mientras están en el interior del cuerpo del paciente.





Los recubrimientos desarrollados mediante el recurso de las nanotecnologías que pueden mejorar la bioactividad y biocompatibilidad de los implantes. Nuevas Matrices soporte capaces de auto estructurarse que están facilitando el desarrollo de una nueva generación de materiales en el ámbito de la ingeniería de tejidos y de los materiales biomédicos, abriendo la posibilidad, a largo plazo, de conseguir la síntesis de órganos de sustitución. Se están desarrollando nuevos sistemas de administración dirigida de medicamentos y recientemente se ha conseguido llevar e introducir nanopartículas al interior de células cancerosas para su tratamiento, por ejemplo, mediante calor.

Terapia génica: la terapia génica exitosa depende del desarrollo de vectores génicos seguros y eficaces. Los vectores no virales, las nanopartículas, los complejos entre lípidos y los polímeros con ADN han sido propuestos como alternativas a los virus, utilizados para introducir genes específicos en determinadas células. Los avances en la nanotecnología pronto se materializarán en el perfeccionamiento de la preparación de tales nanopartículas de ADN.

Otras aplicaciones de la nanomedicina son las nanopartículas para desbloquear arterias, nanocables para tratar a Parkinson, nanopartículas para ver tumores cerebrales, nano-sensores que circulen dentro del cuerpo para monitorear los niveles de glucosa, colesterol u hormonas, nanoproyectiles de oro que hacen blanco en las células cancerosas y que una vez que identifican las células tumorales pueden destruirse con un láser no invasivo, nanopartículas inteligentes que buscan una localización específica dentro del cuerpo humano y luego suministran con precisión una dosis programada de medicamento, puntos cuánticos luminiscentes que rastrean una proteína particular dentro de una célula viva, nanopartículas de plata que maten microbios resistentes a los antibióticos, armazones tridimensionales nano estructurados para crecer nuevo tejido y órganos humanos.

Por ejemplo, en un futuro se podría evitar que los pacientes oncológicos puedan evitar los tratamientos de quimioterapia gracias a la administración de fármacos dirigidos directamente a las células cancerosas. Además, en el campo de la medicina regenerativa se podrán sustituir células y tejidos que no funcionan por equivalentes, como en el caso de personas que hayan sufrido un infarto agudo de miocardio.

Estas mejoras se centrarán en enfermedades cardiovasculares, diabetes, cáncer, desórdenes músculo esquelético, neurodegenerativas, así como en patologías infecciosas como el Sida.

Riesgos y Beneficios

La nanomedicina se convierte así en una rama fundamental de las prometedoras aplicaciones de la nanociencia. Probablemente una de las de mayor alcance



**Tenemos
solo
un planeta
para
heredar
a las
generaciones
venideras**



*Impulsamos el desarrollo sostenible;
respetamos el medio ambiente.*

www.grupoimsa.com



para el ser humano. No son pocos los que alertan de riesgos no despreciables que pueden estar ligados a estos avances.

Con los desafíos que representan los adelantos de la nanomedicina se requiere la coordinación de todos los actores científicos, industrias y gobierno. Para ello es necesario establecer "políticas" entre las distintas partes, como ejemplo serían políticas coordinadas entre los sectores biomédicos, biotecnológicos y farmacéuticos hasta los hospitales.

En el futuro cercano, las tecnologías que se pretende usar en el cuerpo habilitadas por la nanomedicina borrarán cualquier distinción entre "terapia" y "mejoramiento" y podrían alterar la definición de lo que significa ser humano.

La nanomedicina ayudará a extender el rango de la vida humana mucho más allá de un siglo (eliminando la muerte prematura) y nos permitirá transferir información directamente a nuestros cerebros. En última instancia la amplia aceptación de las tecnologías de mejoramiento del desempeño humano suponiendo que funcione según su diseño crearán una brecha basada en las habilidades entre quienes pueden pagarlas y quienes no pueden o aquellos que decidan resistirse a ellas.

Pero los objetivos son ambiciosos, y los avances, lentos. Aún queda mucho para que estas estructuras funcionen realmente como esa añorada "herramienta mágica" que destruye selectivamente células tumorales, por ejemplo. No está resultando fácil conseguir que las nanopartículas reconozcan sus células de destino, ni que aprendan a sortear las propias células defensivas del organismo. Además, "la citotoxicidad de las nanopartículas o de sus productos de degradación sigue siendo un problema fundamental".

En cuanto a la medicina regenerativa, no puede avanzar sin nuevos nanomateriales que sirvan de soporte a las células y tejidos en crecimiento. "La ingeniería de tejidos pasa por colonizar un molde o matriz hecha de un material poroso, biodegradable, con células donadas, que proliferan y simulan lo que ocurre naturalmente en los tejidos".

Hay evidencias de que algunas nanopartículas provocan daños neurológicos en animales, y también de que pueden comportarse como los asbestos, cancerígenos. La idea de que haya nanopartículas dispersas de forma incontrolada en el ambiente ha generado debate en algunos países.

El alcance de la nanomedicina sobre la integridad humana permitirá no sólo preservar el estado de salud ideal, sino que, intervendrá directamente sobre la terapia de patologías, el proceso de envejecimiento y la mejora de las funciones biológicas humanas naturales.

Los avances en la nanomedicina vendrán a través del diseño de terapias multifuncionales y de sistemas de liberación de fármacos de tamaño nanométrico que permitan tratamientos más cómodos, seguros y eficaces para el paciente entre otros.

Conclusiones

La nanomedicina representa adelantos en los fármacos, en la construcción de prótesis, en el perfeccionamiento de instrumentos para inspeccionar el cuerpo humano en tiempo real, y en las herramientas para la dosificación de fármacos, sin embargo aún hacen falta muchas pruebas sobre estos adelantos, el comprobar su eficacia, su inocuidad en el ser humano, así mismo es importante mencionar que los adelantos pueden estar en tres partes en el cuidado de la salud y prevención de enfermedades otra es la parte estética, cosmética, y una más en la creación y modificación de habilidades.

Es preciso prestar atención al equilibrio que debe de haber en los adelantos tecnológicos y la sociedad, los adelantos en la tecnología deben de ser encaminados al beneficio de la sociedad en su mayoría, a informar sobre estos adelantos para evitar su rechazo por parte de la sociedad, y a una mayor participación por parte de las instituciones involucradas para el mejor manejo de estos adelantos.

La regulación con respecto a estos adelantos debe de ir avanzando a la par que los desarrollos se vienen dando, por la magnitud e impacto que tienen en la salud humana.

Referencias

- <http://www.euroresidentes.com>
- <http://www.radleys.co.uk>
- <http://www.americanelements.com>
- <http://www.zyvex.com/nano>
- <http://www.cordoba.net>
- <http://www.panorama-actual.es>
- <http://www.nanotechproject.org/consumerproducts>
- <http://www.elpais.es/solotexto>
- <http://www.nanotechproject.org>
- <http://www.zientzia.net/teknoskopioa/2004/nanomedicina.html>
- <http://www.nanomedspain.net>
- <http://www.tecnociencia.es/monograficos/nanotecnologia/nano5.html>
- <http://www.portalciencia.net/nanotecno/nanoeuropa.html>
- <http://vitae.ucv.ve>
- <http://www.invenia.es/nanomedicina>
- <http://www.dolor-pain.com/salud-enfermedad.html> ■



MARÍA CONCEPCIÓN MARTÍNEZ RODRÍGUEZ

Es Maestra en Administración Pública y Políticas Públicas por el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey Campus Estado de México - Harvard University. Actualmente es Profesora-Investigadora del Centro Interdisciplinario de Investigaciones y Estudios sobre Medio Ambiente y Desarrollo (CIEMAD) del Instituto Politécnico Nacional.