



Innovación Educativa

ISSN: 1665-2673

innova@ipn.mx

Instituto Politécnico Nacional

México

Aciertos y riesgos de la nanotecnología  
Innovación Educativa, vol. 8, núm. 42, enero-marzo, 2008, pp. 79-84  
Instituto Politécnico Nacional  
Distrito Federal, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=179421234005>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

## Aciertos y riesgos de la nanotecnología

Nanotecnología: ciencia interdisciplinaria

Estudiosos de los avances de la ciencia y la afectación de ésta al ser humano y al medio ambiente consideran que la nanotecnología<sup>1</sup>, término todavía no común entre la mayoría de la población, se encuentra en franco desarrollo e incluye ciencias como la física, química, bioquímica y biología molecular. También hace uso de la ingeniería eléctrica y proteica, investigaciones microscópicas y proximales, diseño de imágenes atómicas, química computacional y, por supuesto, de la biotecnología. Por lo que podría llegar a ser el inicio de una nueva revolución industrial —que parece traer consigo una serie de redefiniciones en la ciencia— sobre todo con respecto a la combinación de la nanotecnología con la biología molecular y la biotecnología debido a que los materiales en nanoscala presentan propiedades físicas diferentes de las que tienen en el tamaño con que aparecen normalmente en la naturaleza, y además porque se borran las fronteras entre lo vivo y lo no vivo. Ello se debe a que los organismos vivos también están compuestos por átomos, y en ese nivel no existe distinción entre átomos vivos y átomos no vivos, todos son átomos por igual. Lo cual abre la posibilidad de combinar nanopartículas inanimadas con organismos vivos para usos artificiales lo que origina organismos híbridos.

### Riesgos no calculados

Es posible que estas tecnologías se impongan en pocas décadas con drásticas transformaciones, ya que antes de preocuparse por la ética al crear este tipo de organismos con el uso de la nanotecnología, los gobiernos en conjunto con universidades y grandes trasnacionales gastan miles de millones de dólares en investigación y desarrollo apuntando a configurar un negocio o aplicación industrial —no siempre garantizando el objetivo de lograr resultados beneficiosos para la humanidad— en cinco o 10 años. Tanto la nanociencia como la nanotecnología se desarrollan en un vacío de regulación y con una minimización de riesgos alentados por las ganancias y los efectos a corto plazo; como dato se estima que en el año 2006 la tricollaboración invirtió aproximadamente 12.4 millardos de dólares en investigación y unos cuantos miles para estudiar los posibles efectos negativos.

Con atraso y en escala reducida se investigan los posibles riesgos de la nanotecnología en la salud, medio ambiente, seguridad pública, legislación y en la distribución de la riqueza. Sus impactos y riesgos pueden ir desde daños concretos a la salud o al ambiente hasta los más profundos cuestionamientos éticos por las posibilidades de hibridación de seres vivos, incluidos los humanos, con dispositivos nanotecnológicos. Estos dispositivos —como implantes,

<sup>1</sup> La nanotecnología se dedica a diseñar, conformar y sintetizar materiales a través del control de la materia en nanoscala para construir partículas que tengan determinada utilidad, a esto se le denomina proceso *bottom-up*, que de poder realizarse en un futuro en forma industrial permitiría el ahorro de materiales y el abaratamiento del producto que se hiciera con nanopartículas.

sensores, los que ayudan a aumentar la memoria, vencer el cansancio y, en general, mejorar la condición de envejecimiento— suscitan preguntas en el terreno ético, no por las consecuencias negativas a la salud o las posibles mutaciones que genere el uso de la nanotecnología sino por la posibilidad de que se inicie una diferencia radical entre algunos sectores de la sociedad con acceso a esos dispositivos y el resto, lo que cambiaría la propia condición humana y permitiría que existieran dos tipos de humanos: los naturales y los modificados y/o mejorados a través de la nanotecnología.

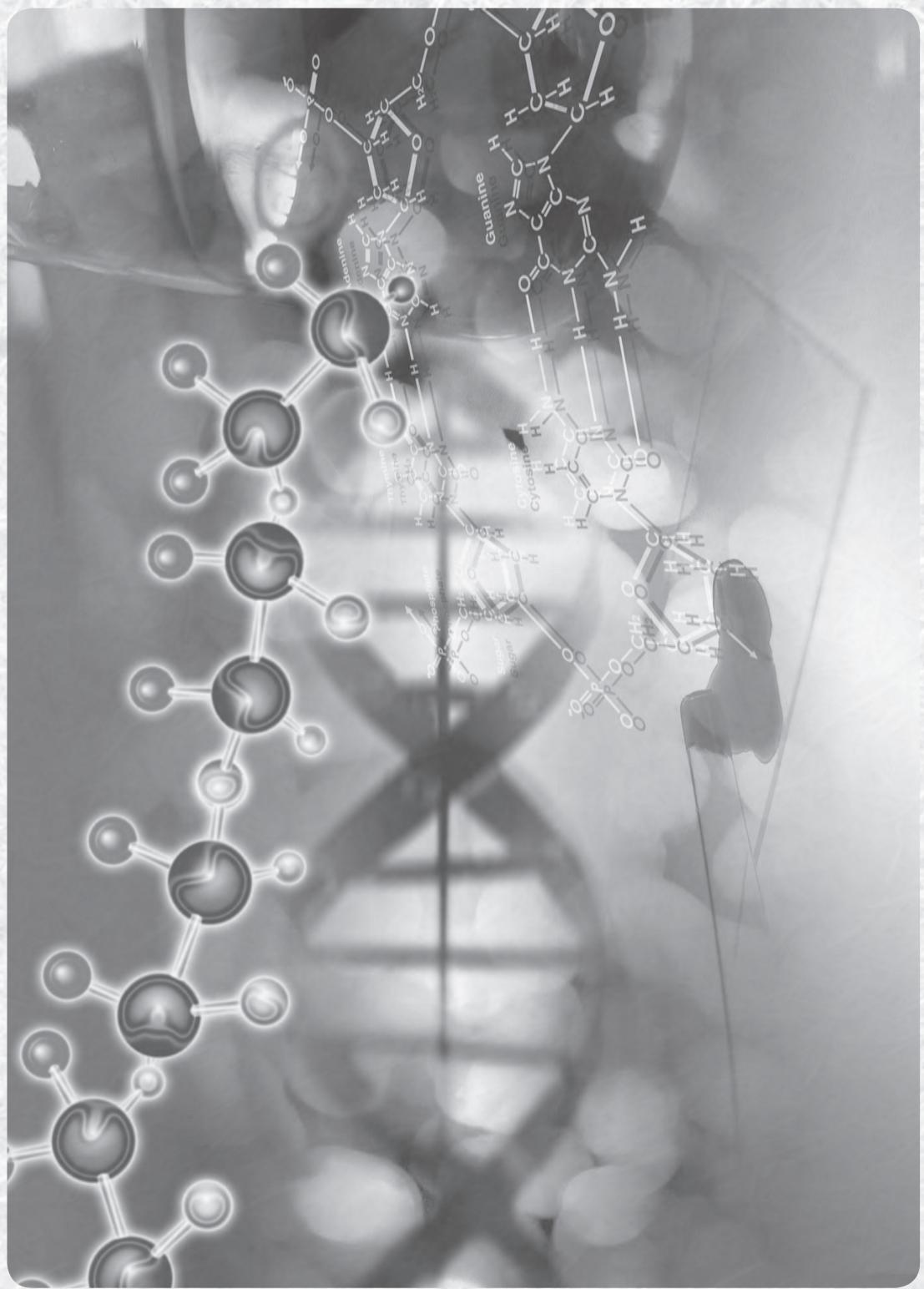
### Vacío de regulación: un problema a solucionar

Las nanotecnologías son consideradas tecnologías disruptivas, esto es, aquellas que modificarán de modo radical todo el sistema de producción vigente abarcando la mayoría de sus ramas, y convirtiendo rápidamente en obsoletas las actuales tecnologías una vez que la producción industrial de nanoproducidos y con nanocomponentes alcance volumen masivo. Dado el carácter globalizado de la economía, los impactos se sentirán en todo el mundo de manera simultánea, y un cambio tan veloz traerá consecuencias insospechadas.

Durante el encuentro *Nano Mercosur 2007*, organizado por la Fundación Argentina de Nanotecnología, en Buenos Aires, al hablar de los efectos de la nanotecnología, Guillermo Foladori, coordinador de la Red Latinoamericana de Nanotecnología y Sociedad, afirmó que, el hecho de que la tecnología nano se aplique en casi todas las ramas de la producción industrial crea la revolución disruptiva que genera una nueva división del trabajo, mayor monopolización de la producción y nuevas toxicidades. Para el antropólogo y economista de Brasil hay varias medidas que deberían tomarse: priorizar las necesidades sociales, mantener un posicionamiento estatal con respecto al proceso de patentes y mantener la transparencia pública, además de que la evaluación de los riesgos para la salud y el ambiente sea realizada por institutos sin compromisos de interés.

Por su parte María Agueda Castro, investigadora del Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires, dijo que no se puede estar ni en contra ni a favor del uso de la nanotecnología porque no existen datos suficientes para determinar sus efectos en el medio ambiente, por lo que es importante establecer el debate antes de que los productos con nanotecnología se ofrezcan de manera masiva a los consumidores.

En España, país que se encuentra en la posición número 16 en el desarrollo de la nanotecnología, la Asociación de Consumidores de la Unión Europea ha pedido que se establezca una regulación para evitar la posible toxicidad de nanosustancias que se agregan a los alimentos para cambiar sus propiedades o para tratar de conservarlos mejor. Los legisladores han rechazado la idea con el argumento de que es demasiado pronto para poner trabas a una investigación que aún no ha establecido cuáles son los riesgos.



Una confusión popular es considerar que la nanotecnología solo trabaja con materia inerte, sin embargo, con el avance de la biotecnología y de la misma nanotecnología, esta última se ha visto envuelta en la manipulación atómica de materia viva. Es de tal dimensión ese empalme, sobre todo, en el desarrollo de aparatos ultraminiaturizados que imitan los sistemas biológicos que ya existe el término nanobiotecnología para diferenciar el trabajo de la biología molecular y de los mismos nanotecnólogos.

El recorrido historiográfico de la física y la biología dice mucho, no solo en cuanto a la evolución y transformación del lenguaje sino también referido a las formas y caminos que se optan en el desarrollo de esas ciencias como la energía nuclear con fines pacíficos o militares, sin que se pueda decir que la tecnología es buena o mala sino más bien neutral y su objetivo final servir a la humanidad. No obstante este panorama, el desarrollo científico-tecnológico capitalista no es neutral porque aporta su propia racionalidad y el método para su uso. Se puede señalar que la esencia de ese desarrollo tecnológico queda impregnada de la lógica del sistema de producción de que se trate y de la finalidad para la que es desarrollada.

El grado de complejidad técnica de la nanotecnología es mucho mayor que en otras ramas de la ciencia, de ahí que las primeras innovaciones de impacto considerable se esperan hasta las próximas décadas ya que la élite de nanotecnólogos afirma desconocer el grueso de los principios que rigen los procesos de ensamblaje y fabricación en la nanoescala de producción, en particular átomo por átomo. No obstante, las promesas que genera la nanotecnología son de tal magnitud que las multinacionales y los gobiernos están incrementando sus gastos en investigación, y los optimistas de esta tecnología señalan que contribuirá ampliamente en mejorar el medio ambiente y la calidad de vida humana.

Con el avance de la nanotecnología y su convergencia con la biotecnología y otras ciencias afines, la posibilidad de invención de *nano-cyborgs* es por demás aparatoso dado las implicaciones que tiene. La frontera de su desarrollo contempla los nanoensambladores, replicadores y la combinación de inteligencia artificial con la robótica que podrían realizar diversidad de operaciones como la de interactuar con el cuerpo humano, incluyendo el cerebro.

La decisión sobre el tipo de energía que movería la autorreplicación de los nanorobots y otros procesos nanométricos pondrá sobre la mesa una serie de posibilidades de reconversión energética de fuentes renovables y relativamente seguras. La nanotecnología al potenciar el conocimiento sobre el átomo también abrirá las puertas al uso de la energía nuclear ( fusión o fisión) con todas sus consecuencias.

Lo anterior, sin duda alguna, genera más preguntas que respuestas porque se presenta como algo que plausiblemente dejaría de ser ciencia ficción. Por ejemplo, entre las interrogantes más destacables están: ¿para qué fines se

está desarrollando? ¿A quién beneficiará? ¿Cuáles serán los impactos sociales y éticos? ¿Seguirá los pasos de la biotecnología? ¿Quién la controlará? ¿Qué pasará cuando haya una contaminación constante y permanente de nanopartículas fabricadas en el aire, agua, tierra? ¿Cuáles serán las consecuencias en el corto, mediano y largo plazo de la contaminación de las células vivas que componen la biodiversidad del orbe, incluida la salud humana? Suceso que ya corrobora la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (EPA). ¿Se incrementará o reducirá el consumo de materiales y energía con respecto al escenario actual? ¿Qué tipo de materiales y energía serán el corazón de la nanotecnología?

### Nanotecnología ¿salvadora o destructora de la humanidad?

En Estados Unidos se ha solicitado al Departamento de la Defensa que en lo militar se dé a la búsqueda de soluciones para la detección y protección de armas biológicas-químicas-radiológicas-explosivas, así como para el monitoreo del estado de salud de cada soldado con el objeto de aumentar su supervivencia mediante nanobiosistemas. También se puntuiza el desarrollo de sensores inteligentes, nanofilamentos o nanopolvos para la confección de ropa, máscaras y equipo militar personalizado con funciones camaleónicas en relación activa al medio ambiente, que protejan de la insolación a través de materiales de alta nanoporosidad, que neutralicen todo tipo de agentes químico-biológicos y/o que administren antídotos. Ello indica de modo radical nuevas dimensiones y escenarios de violencia, subyugación y dominio, dentro y fuera del campo de batalla. De salirse de control o del rango de operatividad previsto, la incertidumbre sobre los peligros a la salud humana y al medio ambiente es de llamar la atención.

Aún cuando el desarrollo de la nanotecnología no se dé en alguna agencia bélica sino en un centro de desarrollo tecnológico, auspiciado por una universidad o gobierno de una nación, en busca de una solución a la pobreza o al hambre, hay quienes piensan que en escala reducida se investigan los posibles riesgos que estos desarrollos pudieran tener en la salud, medio ambiente y seguridad pública. Es más, aseguran que la enseñanza de los transgénicos en la década de los 80 debería servir de actitud precautoria, ya que se pensaba que los organismos genéticamente modificados eran una alternativa a los químicos en la agricultura y una solución al hambre en África. Hasta ahora nada de eso ha ocurrido, al contrario, se ha descubierto que algunos granos modificados contaminan el agua y el suelo. Lo que era una panacea se volvió en su contra. Esta experiencia es útil para tomar medidas tempranas en la investigación de los riesgos de la nanotecnología.

Debido a que el desarrollo científico-tecnológico capitalista no ha servido para potenciar la total conciencia social, entendida como la humanidad que piensa desde la perspectiva de la vida de todos y de cada uno de los individuos que la conforman, hay que detenerse seriamente a reflexionar para proceder con cualquier intento de redefinición. Ello no significa que deba

oponerse a todo desarrollo tecnológico. En el caso de la nanotecnología, de entrada se debería discutir a fondo distinguiendo entre problemáticas prácticas y técnicas, político-económicas, militares, ecológicas y sociales en un contexto de moratoria en la investigación hasta llegar a un acuerdo internacional. No se trata de ser más o menos radical sino de medir el desarrollo tecnológico con una óptica de vida, no únicamente humana, y no solo en beneficio de algunos.

En un mundo comandado por la ganancia empresarial es evidente que los productos serán lanzados al mercado antes de que la sociedad tenga la capacidad de analizar a detalle sus efectos, tanto en los riesgos sobre la salud y el ambiente como en los impactos sociales y económicos.

Más allá de eso, si el ser humano puede imitar a la naturaleza, si llega a controlar el lenguaje de los átomos ¿cuántos problemas surgirán desde la filosofía, la ética o la teología? La respuesta a esta pregunta traerá nuevas leyes pero, en el ínterin, si las condiciones actuales de lentísimos avances en la regulación no cambian, el grueso de la sociedad se adaptará a los productos de una tecnología con consecuencias muchas veces imprevisibles y sobre las cuales nunca tuvo oportunidad de opinar.

#### Fuentes:

Gian Carlo Delgado Ramos<sup>2</sup>  
Noela Invernizzi/Guillermo Foladori<sup>3</sup>  
[www.argenpress.info/nota.asp?num=www.elpais.com/articulo/sociedad/Pensar/pequeño/crear/grande/elpepisoc/2008021.2008-02-26/articu](http://www.argenpress.info/nota.asp?num=www.elpais.com/articulo/sociedad/Pensar/pequeño/crear/grande/elpepisoc/2008021.2008-02-26/articu).

- 2 "Promesas y peligros de la nanotecnología", *Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas*, Nómadas 9, [www.ucm.es/info/nomadas/9/giandelgado.htm](http://www.ucm.es/info/nomadas/9/giandelgado.htm) "Sociología política y geoeconomía de la nanotecnología en el Japón", *Realidad Económica*, núm., 228, [www.iade.org.ar/modules/noticias/article.php?Nanotecnología, paradigma tecnológico de vanguardia](http://www.iade.org.ar/modules/noticias/article.php?Nanotecnología, paradigma tecnológico de vanguardia)", *Contribuciones a la economía*, febrero 2007, [www.eumed.net/ce/2007a/gcdr.htm](http://www.eumed.net/ce/2007a/gcdr.htm) "Riesgos ambientales de la nanotecnología: nanopartículas y nanoestructuras", [www.ambientico.una.ac.cr/A31.pdf](http://www.ambientico.una.ac.cr/A31.pdf)
- 3 "El despegue de las nanotecnologías", *Ciencia Ergo Sum*, noviembre-febrero, año/vol. 12, núm., 003, pp. 321-327. [www.estudiosdeldesarrollo.net/administracion/docentes/documento\\_p](http://www.estudiosdeldesarrollo.net/administracion/docentes/documento_p)