

El reduccionismo metodológico en las nanociencias y las nanotecnologías
(Proyecto de investigación posdoctoral. Versión corregida al 31/01/2007)

Dr. Armando Barrañón
Proyecto CONACYT. Convocatoria: I0006-2006-01
Solicitud 63351. Modalidad: B2
Tutor: Dr. Guillermo Foladori
Doctorado en Estudios del Desarrollo
Universidad Autónoma de Zacatecas

Antecedentes

Los nanomateriales se caracterizan por tener dimensiones de menos de 100 nanómetros, es decir, son del tamaño promedio de un virus. La nanotecnología se ocupa de crear, manipular y aplicar nanomateriales aprovechando las propiedades físico-químicas y eléctricas que poseen los nanomateriales debido a los efectos cuánticos asociados con su tamaño (Hood, 2004).

El término nanotecnología fue introducido por Norio Taniguchi para designar la tecnología que permite producir materiales con un nivel de precisión de 1 nm. Esto implica poder separar, consolidar y formar materiales átomo por átomo o molécula por molécula, lo que ocurre en una longitud de 0.1 a 0.2 nm (Taniguchi, 1974).

De acuerdo con Renn & Roco (2006), se prevén cuatro etapas superpuestas de desarrollo, en la primera de las cuales nos encontramos, pues se producen y comercializan nanoestructuras pasivas. En la segunda etapa se producirían estructuras activas, como son los elementos que liberan medicinas selectivamente, y se esperaba que esta etapa comenzara en el 2005. En la tercera etapa, que debería instalarse en el 2010, se producirán nanosistemas compuestos por miles de componentes que interactúen entre sí. Y en la cuarta etapa se fabricarán sistemas compuestos de sistemas que operen en conjunto de manera semejante a una célula.

La nanotecnología ha crecido sostenidamente desde principios de este siglo. El presupuesto solicitado este año por la National Nanotechnology Initiative al Gobierno Federal de EUA es de cerca de 1.3 billardos de dólares, lo que representa un aumento del 21% con respecto al presupuesto del 2006 y un aumento del 8.6% con respecto al presupuesto del 2005 (NNI, 2006). Considerando un período de seis años, el gasto en nanotecnología casi se ha triplicado con respecto al gasto en nanotecnología de 2001, que ascendió a 464 millones de dólares. La distribución propuesta de los gastos para este año es la siguiente: Procesos y fenómenos fundamentales a escala nanométrica (31%), Nanomateriales (19%), Sistemas y dispositivos nanométricos (21%), Nanomanufactura (3%), Investigación de instrumentación, metrología, y estándares para la Nanotecnología (6%), Grandes laboratorios de investigación y adquisición de Instrumentación (3%), Repercusiones sociales (6%). Como puede verse, la tercera y mayor parte de los fondos

solicitados serán dedicados a la comprensión teórico-experimental de la nanotecnología aunque ya hay una parte mínima del presupuesto dedicada al tema del impacto social de las nanotecnologías (NNI, 2006).

Aunque los productos de la nanotecnología ocupan aún una porción ínfima del mercado mundial, Lux Research estima que en 2005 se vendieron 32 millardos de dólares, pero anota que esa cifra más que dobló la del año anterior; y prevé que para 2014 serán 2600 millardos de dólares (Lux Research, 2006).

En México no existe un programa unificado de nanotecnología. Sin embargo ya hay varios convenios y numerosos investigadores y redes trabajando en el tema. En el 2004, por ejemplo, el CONACYT integró el “Consortio para Proyectos de Nanotecnología”, con la participación de académicos e investigadores nacionales así como representantes de la Universidad de Texas en Austin y en El Paso. Varias universidades en los estados mexicanos han incorporado cuerpos académicos dedicados a la nanotecnología como resultado de la promoción de esta disciplina por parte del CONACYT y las redes mexicanas de nanociencias y nanotecnologías.

Un grupo de investigadores está impulsando desde el 2001 la formación de un programa nacional de nanotecnologías en México. En mayo del 2005 realizó la IV Reunión de Nanociencias y Nanotecnología (Hacia un Programa Nacional), en el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT), en la ciudad de San Luis Potosí. En esta reunión participaron grupos de investigación de distintas zonas del país como el Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, el Instituto Tecnológico de Saltillo y el Instituto de Investigaciones Metalúrgicas; UMSNH. Las áreas en las que se acordó promover la colaboración entre las instituciones participantes fueron la síntesis de materiales, los materiales magnéticos nanoestructurados, las películas ultradelgadas y las catálisis y simulaciones (Calles et. al., 2005).

En la ciudad de Waco, Texas, los presidentes de México, EUA y Canadá firmaron la declaración conjunta de la Alianza para la Seguridad y la Prosperidad de América del Norte, (ASPAN). En los Anexos del 2005 y del 2006 a esta declaración, se incluye la exploración de colaboración en nanotecnología. Sin embargo los expertos legales han considerado que dados los riesgos de la experimentación en nanotecnología (Maynard, 2006) debería pasar por el Senado o estar suscrito a la Ley de Tratados en Materia Económica (Becerra-Ramírez, 2006).

Fundamentación

La nanotecnología se concibe a si misma como una tecnología convergente, presuponiendo la unidad de la naturaleza y englobando áreas tecnológicas tan diversas como la espintrónica, la fabricación con haces de iones, la litografía nanométrica, etc.; en su desarrollo confluyen la física, química, biología, informática, y otras. Según Schmidt (2004) el enfoque de las nanotecnologías parte de una postura reduccionista, derivada de su afán de convertirse en una tecnología madre. Esta aspiración de la nanotecnología por llegar a ser una tecnología fundamental guarda cierta similitud con la búsqueda de una

teoría unificada en la física. Sabemos que Einstein mencionó su búsqueda de la unificación de las fuerzas físicas en su correspondencia con Förster en 1917. Einstein comenta a Förster sus infructuosos intentos de reducir la gravitación y la electricidad a una métrica, pues Einstein estaba convencido de que todos los campos finalmente se representarían esencialmente de la misma forma (Schulman, 1997, 557).

Schmidt considera que la nanotecnología busca, inclusive, extender el reduccionismo científico a un reduccionismo tecnológico, al pretender unificar todas las ingenierías, extendiendo el concepto heurístico de la unidad de la física al de la unidad de las tecnologías (Schmidt, 2004).

Desde un punto de vista filosófico el reduccionismo plantea que el comportamiento individual de las partes puede explicar el todo. De esta manera la totalidad se entiende como la suma de las partes. Este principio reduccionista olvida que el todo opera también por la auto-organización y comportamiento colectivo de las partes. Esto significa que existen comportamientos emergentes de la totalidad que no pueden ser detectados o no responden al comportamiento de cada parte en sí misma. Además, como muchos de los aspectos colectivos que componen al mundo que conocemos aún no han sido entendidos, resulta al menos aventurado pensar en una Teoría o Tecnología Madre que englobe a todas las ciencias y tecnologías.

En el caso de las nanotecnologías, la práctica de sus investigadores no siempre toma en cuenta el posible impacto de la nanotecnología en los procesos auto-organizadores de nuestra realidad, abriendo la puerta a una etapa de cambios importantes en los procesos climáticos, las cadenas biológicas y la estructura económica mundial (Cranor, 2003).

Una forma de reduccionismo se manifiesta cuando se pretende que los procesos mentales pueden ser explicados como reacciones químicas dentro del cerebro, de tal forma que podrían ser controladas con dispositivos nanométricos que mejorasen las posibilidades humanas de conocimiento, lo que ha sido denominado como transhumanismo. Roco & Brainbridge (2002), por ejemplo, proponen la convergencia de la nanotecnología, la biotecnología, la tecnología de la información y las nuevas tecnologías basadas en la ciencia cognitiva, para mejorar las capacidades sensoriales y cognitivas de los individuos.

Otro caso de reduccionismo se presenta cuando se desarrollan nanopartículas para determinados fines, que pueden tener implicaciones no buscadas en otros contextos, como podría ser el entorno al cual llegan como residuos. Se ha demostrado, por ejemplo, que los fullerenos alteran el metabolismo de la oxigenación del cerebro de las truchas (Hood, 2004).

También puede considerarse un enfoque reduccionista las investigaciones de búsqueda de un control ilimitado en el uso del DNA, para formar dispositivos nanomecánicos combinados con semiconductores que aprovechen la capacidad de auto-ensamblaje del DNA y las propiedades físicas de los semiconductores (Seeman y Belcher, 2002). Es claro que el enfoque reduccionista presenta implicaciones éticas y sociales, ya que ve a las nuevas tecnologías como un instrumento neutro, desligado de los valores, las preocupaciones, y las diferencias y conflictos sociales. No es casual que en este contexto el

número de publicaciones sobre las implicaciones éticas y sociales de la nanotecnología haya crecido exponencialmente (Mnyusiwalla et. al., 2003).

Los ejemplos anteriores y muchos otros reclaman que la ciencia parta del principio de incertidumbre. Es, por lo tanto, importante realizar una investigación filosófica sobre el papel del reduccionismo metodológico, pues puede significar una crítica constructiva que ayude a los investigadores a tomar mayor conciencia sobre el impacto social y ecológico de las nanotecnologías que desarrollan. Esta investigación filosófica y social tendría un carácter estratégico en la medida en que aporte un marco teórico para la reflexión sobre el desarrollo y adopción de nanotecnologías.

Objetivo general

Determinar la influencia del reduccionismo metodológico en las nanociencias y nanotecnologías. Contrastar los postulados del reduccionismo metodológico con los principios aportados por la filosofía de la ciencia como son la inconmensurabilidad de las teorías científicas, el principio de incertidumbre de Heisenberg y el cuidado de sí como condición para acceder a la verdad.

Objetivos específicos

- Analizar las principales bases conceptuales de las nanotecnologías para determinar si pueden ser caracterizadas como una profundización del reduccionismo científico.
- Comprobar la penetración del reduccionismo científico en algunos grupos de investigación mexicanos sobre nanotecnología y nanociencias.

Metodología

La investigación se realizará en dos etapas superpuestas. Una consistirá en la sistematización teórico-filosófica del concepto de reduccionismo en las ciencias, y su aplicación al caso de las nanotecnologías. Se buscará identificar conceptos claves que permitan determinar cuando un discurso contiene postulados reduccionistas, y aplicar dichos conceptos al análisis del discurso de las nanotecnologías. Para el análisis de las nanotecnologías se seleccionarán dos o tres documentos claves a nivel internacional, y, también, algunos documentos del contexto académico-científico mexicano.

Otra etapa consistirá en analizar la penetración de la perspectiva reduccionista en algunos grupos de investigación de nanotecnologías en México. Para ello se elaborará un cuestionario base que incluya información general sobre las investigaciones de nanotecnología que desarrollan, para luego “medir” una serie de ítems que pueden mostrar el conocimiento, preocupación o cuidado respecto de riesgos a la salud y/o el medio ambiente, y que podrían ser resultado de la combinación de factores complejos difíciles o imposibles de prever de antemano. Pero, también se analizará por preguntas cerradas o entrevistas abiertas el concepto filosófico que expresan los investigadores sobre las “potencialidades infinitas” o utopías de las nanotecnologías, que muestra, de otra manera,

las posiciones teórico-científicas de los investigadores en relación al reduccionismo metodológico.

Bibliografía

- Becerra Ramírez, M. (2006). Adopción de la Alianza para la Seguridad y la Prosperidad de América del Norte (TLCAN-Plus). *Anuario Mexicano de Derecho Internacional*, 13.
- Calles, A., Marquina, M.L., Morán-López, J.L., & Terrones, H. (2005, Abril). IV Reunión de Nanociencias y Nanotecnología Hacia un Programa Nacional. *Boletín de la Sociedad Mexicana de Física*.
- Cranor, C. (2003, Septiembre). How Should Society Approach the Real and Potential Risks Posed by New Technologies? *Plant Physiology*, 133, 3–9.
- Hood, E. (2004, Septiembre). Nanotechnology: Looking as We Leap. *Environmental Health Perspectives*, 112, A740-A749.
- Lux Research (2006). *The Nanotech Report*, 4th Edition. New York: Lux Research Inc.
- Maynard, A. (2006, Noviembre). Safe handling of nanotechnology. *Nature*, 444, 267-269.
- Mnyusiwalla, A., Abdallah, S.D., & Singer, P.A. (2003). ‘Mind the gap’: science and ethics in nanotechnology. *Nanotechnology*, 14, R9–R13.
- NNI (2006). The National Nanotechnology Initiative. Research and Development Leading to a Revolution in Technology and Industry. Supplement to the President’s FY2007/Budget., US Government. Retrieved 1 23, 2007 from: http://www.nano.gov/NNI_07Budget.pdf
- Renn, O. & Roco, M. (2006). Nanotechnology Risk Governance. International Risk Governance Council. White Paper No. 2. Geneva.
- Renn, O., & Roco, M.C. (2006). Nanotechnology and the Need for Risk Governance. *Journal of Nanoparticle Research*, 8 (2), 153 – 191.
- Roco, M.C. & Bainbridge, W.S. (2002, Agosto). Converging Technologies for Improving Human Performance: Integrating From the Nanoscale. *Journal of Nanoparticle Research*, 4, 281-295.
- Seeman, N.C. & Belcher, A.M. (2002, Abril). *Proc Natl Acad Sci USA*, 99, 6451-6455.
- Schmidt, J.C. (2004). Unbounded Technologies: Working Through the Technological Reductionism of Nanotechnology. En: D. Baird, A. Nordmann & J. Schummer. *Discovering the Nanoscale* (pp. 35-50). Amsterdam: IOS Press.
- Schulman, R., Kox, A.J., Janssen, M., y J. Illy, (Eds.) (1997). Einstein Collected Papers. Princeton: Princeton University Press.
- Taniguchi, N. (1974). On the Basic Concept of NanoTechnology. *Proc. Intl. Conf. Prod. Eng.*, 2.