NUEVAS TECNOLOGÍAS: ¿PARA QUIÉNES? EL CASO DE LA NANOTECNOLOGÍA[1]

◈

Guillermo Boido

◈

Celia T. Baldatti
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UBA)
c.baldatti@gmail.com

◈

Resumen

Este trabajo propone algunas reflexiones en torno a los alcances y consecuencias del creciente protagonismo de las actividades que genéricamente conocemos como "tecnociencia", y que contribuyen en gran medida a consolidar un modelo de organización económica y social que segrega de sus beneficios a amplios sectores de la población y pone en riesgo la sustentabilidad del planeta. Los puntos que nos interesa examinar son: (a) la difusión y accesibilidad de las tecnologías por distintos sectores sociales; (b) las bases de legitimación que sostienen las posiciones de aceptación acrítica de los avances científico-técnicos; y (c) el papel que debería cumplir el mundo institucional de las prácticas científicas y técnicas para que éstas sean puestas al servicio de una sociedad auténticamente democrática. Analizamos el caso de los desarrollos actuales en el campo de la nanotecnología a propósito de estos diferentes aspectos. Si bien existe hoy un gran consenso entre los especialistas en que la nanotecnología será un factor crucial para solucionar los graves problemas originados por la exclusión social que afecta a gran parte del planeta, a este mundo de pro-

[1] Una primera versión de este trabajo fue expuesto en el VII Encuentro de Filosofía e Historia de la Ciencia del Cono Sur, organizado por la Asociación de Filosofía e Historia de la Ciencia del Cono Sur (AFHIC) y realizado en Canela, RS, Brasil, entre el 3 y el 6 de mayo de 2010.

mesas debemos ponerlo en correspondencia con otro, que genéricamente se refiere a la posibilidad de que esta nueva tecnología sea destinada a fines menos altruistas.

Palabras clave: Tecnociencia, accesibilidad de la tecnología, exclusión social, Principio de precaución, Nanotecnología.

Abstract

The article presents some reflections about the implications and consequences of the growing relevance of the activities known generally as "technoscience". Such activities contribute substantially to the solidification of a model of social and economic organization that segregates wide sectors of the population from its benefits, and at the same time endangers the sustainability of the planet. The items that we examine are: (a) the diffusion and accessibility of these technologies among diverse social sectors: (b) the bases for legitimacy alleged by those who favor the uncritical acceptation of the scientific and technical advances; and (c) the role that scientific and technical institutions should play so that the practices serve a genuinely democratic society. We analyze the case of the present developments in the field of nanotechnology in the aforementioned aspects. Although there is at present an important consensus between specialists that nanotechnology shall be a crucial factor for the solution of the serious problems originated by the social exclusion affecting a great part of the planet, this world of promises must be set beside another world, one that refers to the possibility that this new technology be employed toward less altruistic ends.

Keywords: Technoscience, Accessibility of technology, Social exclusion, Precautionary principle, Nanotechnology

1. El acceso a las nuevas tecnologías

Son conocidas las posturas ambivalentes referidas a los beneficios derivados de las aplicaciones tecnocientíficas: las hay optimistas y entusiastas acerca de la potencialidad de las nuevas tecnologías, mediadas especialmente a través de las tecnologías informáticas y de comunicación, que ven en estas últimas el instrumento de emancipación de la pobreza y sus efectos. Otras señalan diferentes grados de preocu-

pación por la activa participación de las nuevas tecnologías en la aceleración de cambios negativos en un amplio margen de dominios (inequidad social, destrucción de identidades, brecha digital ascendente, mayor control de la ciudadanía, etc.). Nuestro interés se centra en un hecho poco analizado y, en cierta medida, naturalizado: el del acceso universal a gran parte de los beneficios indiscutibles generados por muchas innovaciones científicas y tecnológicas, en la medida en que la historia reciente parece señalar que su alcance estaría restringido a una fracción minoritaria de la humanidad, mientras que algunos efectos no deseados castigan a amplias mayorías y nada parece indicar que en el futuro haya cambios en esa tendencia. Y esto implicaría una discusión acerca de la contribución de la ciencia y la tecnología actuales al bienestar general.

Nos preguntamos qué sucede con la mayoría de los países que están fuera de la incorporación de las innovaciones de la tecnociencia, y que, por ejemplo, en el caso de la producción agrícola, sus pequeños productores pierden competitividad y se arruinan económicamente al no poder adquirir los costosos insumos de los nuevos paquetes tecnológicos que incrementan la productividad de los cultivos. Comprobamos además que los nuevos materiales, los medicamentos, los tratamientos médicos, las tecnologías digitales, etc., no están, y lo están cada vez en menor medida, al alcance de los sectores sociales más desfavorecidos dentro de los países industrializados y, mucho menos, a esos mismos sectores al interior de los subdesarrollados.

Citemos algunos ejemplos. En setiembre de 2000 fue aprobada por 189 países y firmada por 147 jefes de estado y de gobierno la llamada Declaración del Milenio, promovida por las Naciones Unidas, cuyos objetivos, destinados al mejoramiento de las condiciones de vida de los sectores más desposeídos del planeta y a garantizar la calidad medioambiental, se intentarían alcanzar en 2015 (UNESCO, 2000)[2]. Sin embargo, como lo señalaba cinco años después el Informe sobre Desarrollo Humano

[2] Los Objetivos de desarrollo del Milenio son los siguientes: (1) erradicar la pobreza extrema y el hambre; (2) lograr la enseñanza primaria universal; (3) promover la igualdad entre los géneros y la autonomía de la mujer; (4) reducir la mortalidad infantil; (5) mejorar la salud materna; (6) combatir el VIH/SIDA, el paludismo y otras enfermedades; (7) garantizar el sustento del medio ambiente; (8) fomentar una asociación mundial para el desarrollo. En América latina, sólo Chile ha cumplido las metas para el Milenio. El documento fue firmado el 13 de septiembre de 2000.

del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), más de 1.000 millones de personas carecían en 2005 de acceso al agua potable y 2.600 millones a servicios elementales de saneamiento; en estas condiciones, la pregunta acerca de la accesibilidad parece adquirir cada vez más una mayor entidad (PNUD, 2005, p. 48)[3]. Y sobre todo cuando, como es sabido, este conjunto de carencias se resolverían, por ejemplo, con alrededor de 7.000 millones de dólares anuales a lo largo de un decenio (cifra menor de la que gastan sólo los europeos en perfumes o los estadounidenses en cosméticos y cirugías plásticas) y sin considerar los gastos de los complejos militares industriales. En cuanto al Informe Anual 2008 de Naciones Unidas sobre los Objetivos del Milenio, no era más alentador. Se señalaba allí que hacia fines de 2006 tenían conexión a Internet sólo 1.200 millones de personas, un poco más del 18% de la población mundial; y que, en cuanto a su utilización, en los países desarrollados empleaba Internet el 58% de la población, mientras que en los países en desarrollo lo hacía el 11% y sólo el 1% en los países subdesarrollados (Naciones Unidas, Informe 2008). Esta falta de equidad e irracionalidad en la distribución planetaria de los recursos genera un creciente abismo social mundial con graves consecuencias sobre el futuro mediato de nuestro hábitat.

Nos preguntamos, entonces: (a) ¿todas las tecnologías han seguido históricamente las mismas trayectorias en términos de su accesibilidad a la mayor parte de los habitantes del globo?; (b) ¿todas señalan tiempos similares en el proceso de apropiación colectiva de sus efectos?; (c) los desarrollos recientes alcanzados en el campo de la salud y los traducidos en notables aumentos de la productividad en materia de alimentos, ¿se han reflejado acaso en un aumento significativo de su consumo en las poblaciones de excluidos? Al parecer, no. El diario argentino *La Nación* del 16 de setiembre de 2009 reproduce algunos datos brindados en un comunicado por el

[3] Más adelante señala el Informe: "Todavía 37 millones de niños del mundo no están inmunizados con la vacuna triple y los avances en la cobertura de las inmunizaciones se han detenido en gran parte del mundo en desarrollo, particularmente entre los pobres. Hoy dicha cobertura es inferior al 50% para los niños que viven en hogares cuyos ingresos están bajo el umbral de pobreza internacional de un dólar al día. Tan sólo en África mueren tres niños cada dos minutos debido al paludismo. Muchas de estas muertes se deben a la falta de un simple mosquitero tratado con insecticida y menos de 2% de los niños que residen en zonas infectadas con paludismo duerme debajo de uno de estos implementos que los protegen de los insectos." (PNUD, 2005, p. 36)

Programa Alimentario Mundial de Naciones Unidas (PMA) en el que esta agencia dedicada a la seguridad alimentaria señala: "La ayuda mundial en alimentos está en su nivel más bajo en 20 años, a pesar de que la cantidad de personas en estado crítico está aumentando a su punto más alto en la historia. El número de personas con hambre superará este año [2009] los 1.000 millones por primera vez en la historia". Según la misma fuente, hasta esa fecha el PMA confirmó apenas US$ 2.600 millones de fondos para su presupuesto del 2009 de los US$ 700 millones que necesita para alimentar a 108 millones de personas en 74 países. Y agrega el comunicado: "Esto ocurre en un momento de gran vulnerabilidad para las personas con hambre. Millones han sido sacudidos por la caída financiera global, su habilidad para comprar alimentos está limitada por precios obstinadamente altos. Además, patrones de clima impredecibles están causando más hambre vinculado al clima"[4].

Muchos indicadores sociales muestran que, a pesar del crecimiento del comercio internacional y de la acelerada mejoría en las condiciones de vida de algunos países, la brecha entre los beneficiados y los que no lo han sido sigue en aumento. En el citado Informe del PNUD (2005) se insiste dramáticamente en la falta de cumplimiento de las metas propuestas por los países miembros de las Naciones Unidas en los Objetivos de desarrollo del Milenio. En particular, como señalamos anteriormente, ellas estaban dirigidas a que a fines de 2015 se viese reducida a la mitad la indigencia y a lograr disminuir la cantidad de muertes infantiles y las enfermedades infecciosas para "liberar a nuestros semejantes de las condiciones abyectas y deshumanizadoras de la pobreza extrema" mediante la cooperación internacional dirigida a esos objetivos. Sin embargo, el mencionado Informe del PNUD planteaba que hasta ese momento no se habían cumplido tales objetivos y todo indicaba que, de no mediar cambios profundos en las políticas públicas de los países ricos, no se concretaría el compromiso asumido. Señalaba que, en lo que constituye un retroceso sin precedentes, 18 países que totalizan una población de 460 millones de personas habían bajado su puntuación en el Índice de Desarrollo Humano desde 1990 a 2003. Este mundo

[4] Fuentes: Agencias EFE y Reuters. El artículo fue publicado con el título "Advierten que este año la pobreza será la más alta de la historia" y está disponible en <http://www.lanacion.com.ar/nota.asp?nota_id=1175256>.

dividido ha sido caracterizado claramente por Nelson Mandela, citado en el mencionado Informe: "La inmensa pobreza y la obscena desigualdad son flagelos tan espantosos de esta época –en la que nos jactamos de impresionantes avances en ciencia y tecnología, industrias y acumulación de riquezas– que deben clasificarse como males sociales tan graves como la esclavitud y el *apartheid*" (PNUD, 2005, p. 4). Ilustrando la importancia fundamental de la desigualdad en la distribución de la riqueza, señala el Informe que "El ingreso total de los 500 individuos más ricos del mundo es superior al ingreso de los 416 millones más pobres. Más allá de estos extremos, los 2.500 millones de personas que viven con menos de dos dólares al día –y que representan el 40% de la población mundial– obtienen sólo el 5% del ingreso mundial. El 10% más rico, casi todos ellos habitantes de los países de ingresos altos, consigue el 54%". (PNUD, 2005, pp. 4-5). Sin embargo no parece ser una misión imposible disminuir esta brecha de inequidad planetaria, ya que de acuerdo a una base de datos sobre el ingreso global que se menciona en el Informe, se concluye que "el monto necesario para llevar a mil millones de personas a superar el umbral de pobreza extrema de un dólar al día es de US$ 300.000 millones, cifra que representa el 1,6% del ingreso del 10% más rico de la población mundial" (PNUD, 2005, p. 43)

Ante estos señalamientos, las propuestas que históricamente atribuyen a diferentes tecnologías "salvadoras" la capacidad de eliminar los problemas más acuciantes de la humanidad deberían debatirse con menos ingenuidad, adoptando una actitud de prudente atención hacia los reales alcances que pueden esperarse de sus aplicaciones. Sin negar la importancia de los espectaculares avances logrados por la tecnociencia en la multiplicación de la productividad de los cultivos, queremos señalar la promesa incumplida de la llamada "revolución verde", originada a mediados del siglo pasado y profusamente promocionada como el instrumento que habría de derrotar el hambre en el mundo. Si bien incrementó la productividad de los cultivos, no sólo no acabó con el hambre sino que éste fue en aumento junto con la degradación de los suelos. El hambre, como sabemos, no se debe a la escasez de alimentos, sino a la falta del dinero necesario para adquirirlos.

El término "exclusión social" indica una posición que señala la relación del sujeto con el resto de la sociedad, definida no por lo que el sujeto *es* (identidad) sino por lo que no tiene. Así, la situación de exclusión denota todo aquello de lo que está

excluido, fundamentalmente su libre acceso a los bienes del mercado, soslayando que la condición inicial para ejercer esa libertad es disponer de los ingresos necesarios. En este sentido, el deslizamiento operado en el uso cada vez más frecuente del concepto de "consumidor" que, con mayor o menor sutileza, ha reemplazado al tradicional de "ciudadano", cuestiona esta ficción de democracia que propone una falsa igualdad en la "libertad" de todos los "consumidores". Sin embargo, se insiste sistemáticamente en las mismas argumentaciones cuando, por ejemplo, un grupo de trabajo de las Naciones Unidas encargado de anticipar el futuro en ciencia y tecnología, sostiene en uno de sus informes que "la nanotecnología vendrá a solucionar los problemas de pobreza en el mundo"[5]. Nuevamente, se postulan soluciones técnicas para resolver los problemas de la desigualdad, por ejemplo los referidos al hambre. A pesar de los crecientes avances en el aumento de la productividad agrícola, no cesa el encarecimiento de los alimentos, lo que agobia cada vez más a las poblaciones de excluidos, y, como afirma el economista argentino Claudio Katz, "lo que en realidad destruye la seguridad alimentaria de los países más relegados, es el avance del agrocapitalismo y la especialización exportadora." (Katz, 2009).

2. Repensando el papel a cumplir por el mundo institucional de las prácticas científicas y tecnológicas

Entendemos que son los fines los que dotan de sentido a la ciencia; ésta, además de sus fundamentos cognitivos, como toda actividad humana, está atravesada por una pluralidad de valores que orientan su praxis. Ni la ciencia ni la tecnología pueden reducirse a los criterios de una racionalidad instrumental, formal, matematizable, sino que su comprensión exige colocar la discusión en la racionalidad de los fines de la investigación científico-técnica como un camino a recorrer para

[5] También se mencionan hoy las promesas que ofrecerían los estudios de "geoingeniería", acerca de los cuales ya hay llamados de atención por parte de organizaciones no gubernamentales. Esta novísima disciplina se refiere a la investigación y desarrollo de proyectos a gran escala para ajustar los sistemas planetarios al cambio climático. Incluye, por ejemplo, propuestas para bombear sulfatos en la estratósfera, bloquear la luz del sol o arrojar sales hacia las nubes para incrementar su reflectividad, así como transformar enormes áreas en la tierra o en el mar con el fin de secuestrar el exceso de gases del efecto invernadero. Estos proyectos no cuentan hasta ahora con las regulaciones y controles necesarios.

lograr cambios. La libertad de investigar hoy está reducida a la elección de los medios para alcanzar fines, y estos vienen prefijados. Es una libertad magra, condicionada, que no permite la imprescindible redefinición de las prácticas científico-técnicas.

Dado que la tecnología no se limita a un control racional sobre la naturaleza sino que su accionar tiene un fuerte impacto en lo social, no puede reducirse su evaluación y control al único requisito de eficiencia. Lo que aparentemente son meras elecciones instrumentales (elección de técnicas) con el correr del tiempo se revelan como opciones hacia formas específicas de vida social y política, lo que obliga a un análisis axiológico y reflexivo. Ello ha sido planteado con mucha claridad por los investigadores reunidos en Budapest en 1999 en la Conferencia Mundial sobre la Ciencia para el siglo XXI (con los auspicios de UNESCO) cuando afirman:

> La mayor parte de los beneficios derivados de la ciencia están desigualmente distribuidos a causa de las asimetrías estructurales existentes entre los países, las regiones y los grupos sociales, así como entre los sexos. Conforme el saber científico se ha transformado en un factor decisivo de la producción de riquezas, su distribución se ha vuelto más desigual. Lo que distingue a los pobres (sean personas o países) de los ricos no es sólo que poseen menos bienes, sino que la gran mayoría de ellos está excluida de la creación y de los beneficios del saber científico (UNESCO, 1999).

Por otra parte, las cada vez más frecuentes experiencias negativas provocadas por algunos desarrollos de la tecnociencia llevaron en el pasado reciente a la búsqueda de regulaciones en la aplicación de determinadas tecnologías portadoras de situaciones de riesgo. Así el "principio de precaución" designa el conjunto de medidas destinadas tanto a impedir amenazas precisas al medio ambiente como prevenir su estado futuro, reduciendo y limitando los riesgos para el mismo, en previsión de la futura situación medioambiental, y mejorar las condiciones de vida naturales, considerando ambos objetivos como mutuamente implicados[6].

---

[6] Sobre las controversias suscitadas por el principio de precaución véase Lacey, H., "O princípio de precaução e a autonomia da ciencia", *Scientiae Studia,* Vol. 4, No. 3, jul.-set. 2006, pp. 373-392.

El principio obedece a la necesidad de reconfigurar las prácticas científicas y tecnológicas actuales de tal modo que conlleven a una nueva relación responsable del hombre con la naturaleza. Esto no implica una evaluación negativa de la tecnociencia ni se trata de imponer restricciones a la investigación; hacemos nuestras las propuestas de científicos franceses que en 1988 expresaban en un manifiesto: "Creemos que la reflexión debe preceder al proyecto científico mas que suceder a la innovación. Creemos que esta reflexión es de índole filosófica antes que técnica y debe llevarse a cabo en un contexto interdisciplinario y de apertura a todos los ciudadanos" (Testart, J. & Godin, C., p. 114).

En consecuencia, es imprescindible discutir los límites de estas prácticas y cuestionar los dogmas tecnocientíficos hábilmente manipulados para la legitimación de los intereses del mundo corporativo. En su libro *El reto de la racionalidad*, el filósofo belga Jean Ladrière lo expresa con claridad:

> En suma, lo que se le pide a la ciencia y a la tecnología es que vayan hasta el fondo en su propia crítica, hasta que se pongan de manifiesto y se comprendan verdaderamente los límites. No se trata de juzgarlas desde el exterior, sino de invitarlas a radicalizar el control que pretenden imponerse de sus propios procesos y a convertirse en jueces de sus propias creaciones (Ladrière, p. 184).

3. El caso de la Nanotecnología

En un artículo sugestivamente llamado "Hay muchísimo espacio en el fondo" decía el físico Richard Feynman que "los principios de la física, hasta donde puedo ver, no se contradicen con la posibilidad de manipular la materia átomo por átomo" (Feynman, 1960). La afirmación de Feynman se concretó efectivamente con la aparición y el desarrollo de la nanotecnología. El término remite a la investigación acerca de materiales, sistemas y procesos que existen o que acontecen a una escala enormemente pequeña: unos pocos cientos de nanómetros (nm) o menos. Un nanómetro equivale a la milmillonésima parte de un metro, es decir 10-9 m. Para citar ejemplos, el radio de un átomo de hidrógeno es igual a 10 nm, mientras que un cabello humano

tiene unos 20.000 nm de diámetro[7]. La investigación en nanotecnología, que ha experimentado un notable incremento a partir de 2006, recurre a disciplinas como la física, la química, la bioquímica, la biotecnología y la informática, pero también a los estudios biomédicos. Incluso, hasta las ciencias sociales y humanas han experimentado un aumento de proyectos de investigación, en ámbitos tales como la ética y la política (UNESCO, 2007).

Las llamadas "nanopartículas" forman parte en la actualidad de centenares de productos tales como alimentos, protectores solares, cosméticos, prendas de vestir, desinfectantes, agroquímicos, pinturas, envases, revestimientos, aparatos médicos, electrodomésticos, plásticos, vestimenta y aditivos para combustibles. Las estimaciones en términos económicos de las investigaciones nanotecnológicas son notoriamente elevadas. Un informe de 2009 del *Strategic Approach to International Chemicals Management* (SAICM) señala que las inversiones en el área de la nanoelectrónica alcanzarán un valor de alrededor de US$ 450.000 millones en 2015, mientras que en el caso de la fabricación de nanomateriales se ha calculado un valor análogo de US$ 450.000 millones para el 2010 (SAICM, 2009).

Tal como ha venido sucediendo en las últimas décadas a propósito de los usos de la energía nuclear o de la manipulación genética, existe hoy un gran consenso en que la nanotecnología nos llevará a una nueva revolución industrial en el siglo XXI y que ésta será un factor crucial para solucionar los graves problemas originados por la exclusión social que afecta a gran parte del planeta. Desgraciadamente, a este mundo de promesas deberíamos ponerlo en correspondencia con otro, que genéricamente se refiere a la posibilidad de que esta nueva tecnología (y muchas otras) sea destinada a fines menos altruistas. La nanotecnología supone desafíos éticos y económicos y a la vez lleva a preguntarse acerca de los beneficios y perjuicios que pueden derivarse de sus aplicaciones, particularmente en lo que respecta a la salud de la población y al equilibrio medioambiental. Basta señalar, como ejemplo, el de las expectativas que la

[7] Las definiciones de "nanotecnología" son múltiples. Véase el documento de la UNESCO "Ética y política de la nanotecnología", disponible en <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001459/145951s.pdf>. Se trata de un notable intento de exponer los orígenes y principios de la nanotecnología en términos accesibles, y derivar de allí los problemas éticosociales que suscita esta nueva tecnología.

nanotecnología ha despertado en los ámbitos de desarrollo de nuevos armamentos. Por caso, la Oficina de Investigación Básica de la Secretaría de Defensa de los Estados Unidos ha señalado explícitamente que "[…] dado el gran potencial para incrementar las capacidades de combate en la guerra, la nanotecnología sigue siendo una de las prioridades más altas en los programas de investigación del Departamento de Defensa" (Delgado Ramos, 2004).

Se desconoce el eventual impacto de los materiales nanotecnológicos sobre la salud, si bien no hay dudas de que las nanopartículas podrían producir efectos tóxicos (nanotoxicidad) sobre los seres vivos, incluyendo patologías tales como la aparición de lesiones sanguíneas e incluso cáncer. Se ha comprobado que ciertas nanopartículas pueden traspasar la placenta y afectar así a los embriones en gestación (IPEN, 2010)[8]. La incertidumbre aumenta porque muchas empresas que fabrican nanomateriales no evalúan la posibilidad de que tales materiales provoquen efectos nocivos. Como señala el mencionado informe del SAICM, "Antes de desarrollar o utilizar cualquier aplicación de la nanotecnología, se debería formular la pregunta de si tiene alguna utilidad social. Para responder a esta pregunta se debería conocer la posible contribución de las aplicaciones específicas de la nanotecnología, las tecnologías alternativas o las opciones no tecnológicas a la resolución de un problema particular socialmente relevante, como el cambio climático, la escasez de agua o el hambre. Se deben tomar en cuenta los riesgos para la salud y el medioambiente y las consecuencias para la sociedad y la economía, además de la existencia de las mencionadas soluciones alternativas" (SAICM, 2009). Las evaluaciones de seguridad son primordiales para la protección del público ante la eventual presencia de riesgos derivados de la aplicación de nuevas tecnologías; pero en el caso de la gran mayoría de los nanomateriales ello no ocurre y muchos productos son comercializados sin haberse realizado los controles necesarios.

La UNESCO lanzó en 1998 el Programa de Ética del Conocimiento Científi-

[8] El International Pops Elimination Network (IPEN) (en castellano: Red Internacional de Eliminación de Contaminantes Orgánicos Persistentes), es una red global de más de 700 organizaciones no gubernamentales sin fines de lucro que trabajan en más de 80 países por un futuro libre de tóxicos. La reunión del IPEN que dio lugar al informe fue realizada en Kingston los días 8 y 9 de marzo de 2010.

co y la Tecnología con el establecimiento de una Comisión Mundial de Ética del Conocimiento Científico y la Tecnología (COMEST) para la reflexión ética sobre la ciencia, la tecnología y sus aplicaciones e invitó a reconocidos expertos en nanotecnología para analizar los eventuales riesgos de las aplicaciones nanotecnológicas. Se recomendaba allí la aplicación del principio de precaución (COMEST, 1998)[9]. También otras instituciones, como la Royal Society, exhortaron a la aplicación del principio de precaución en materia de investigaciones vinculadas con esta novísima tecnología. El estudio realizado por esta prestigiosa sociedad científica analiza los posibles perjuicios provocados por los nanomateriales para la salud y el medio ambiente, destacando la dimensión éticosocial de la investigación en dicha materia, la necesidad de una regulación adecuada, del diálogo entre las partes interesadas (productores y consumidores) y el importante papel que se atribuye a los gobiernos en la gestación de dicho diálogo (The Royal Society and the Royal Academy of Engineering, 2004). Una actitud similar adoptó en 2008 el Intergovernmental Forum for Chemical Safety (IFCS) a propósito de la necesidad de aplicar el principio de precaución a propósito de las investigaciones en nanotecnología (IFCS, 2008)[10].

Como ya ha sucedido con desarrollos tecnológicos anteriores, lejos de combatir las raíces de la pobreza o la desnutrición, o bien reducir la contaminación ambiental, la nanotecnología acentuará la inequidad social, cultural y económica, y su desarrollo difícilmente contribuirá a alcanzar los ya citados Objetivos de Desarrollo del Milenio propuestos por las Naciones Unidas. Pese a esta sombría perspectiva, un grupo creciente de organizaciones alertan sobre los riesgos vinculados con las aplicaciones de la nanotecnología y ponen el énfasis en la necesidad de que se informe masivamente al público acerca de tales riesgos. Exhortan a gobiernos e industriales a que adopten el principio de precaución a la hora de autorizar la producción de nano-

[9] La versión del principio de precaución empleada por la COMEST se expone en Lacey, H., *Op. Cit.*, p. 374.

[10] El Intergovernmental Forum for Chemical Safety (IFCS) (en castellano: Foro Internacional de Seguridad Química) tiene por objetivo "promover la seguridad química, tanto a corto como a largo plazo, para las personas y el medio ambiente de la producción, almacenamiento, transporte, utilización y eliminación de productos químicos". La mencionada resolución fue firmada por 71 gobiernos, 12 organizaciones internacionales y 39 organizaciones no gubernamentales.

materiales y durante el proceso de fabricación y comercialización de los mismos. Insisten también en que las empresas comprometidas con la fabricación de nanoproductos deben proporcionar la información necesaria a los gobiernos para que sea posible detectar la presencia de nanopartículas en los productos que se lanzan al mercado. En particular, destacan que el problema afecta a los trabajadores que manipulan nanomateriales, razón por la cual el mismo se convierte en un inquietante asunto de inseguridad ocupacional (IPEN, 2010). Así lo entiende el economista mexicano Gian Carlo Delgado Ramos cuando señala: "No se trata de ser más o menos radical, sino solamente de medir el desarrollo tecnológico desde la perspectiva de la vida, no únicamente humana y no sólo en beneficio de algunos" (Delgado Ramos, 2004).

Bibliografía

Cezar, F. G. & Abrantes, P. C. "Princípio da precaução: considerações epistemológicas sobre o princípio e sua relação com o processo de análise de risco". *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, 20, pp. 225–62, 2003.

COMEST (World Commission on the Ethics of Science and Technology). *The precautionary principle*. Paris: UNESCO, 2005.

Delgado Ramos, G. C. "Promesas y peligros de la Nanotecnología". *Nómadas: revista crítica de ciencias sociales y jurídicas*. Madrid: Universidad Complutense de Madrid, 9, 2004. Disponible en: <http://www.ucm.es/info/nomadas/9/giandelgado.htm>.

Feynman, R., "There´s plenty of room at the bottom", *Engineering and Science*, 23, 5, febrero de 1960, pp. 22-36.

IFCS (Intergovernmental Forum for Chemical Safety). *Final Report. Sixth Session of the Intergovernmental Forum on Chemical Safety,* Dakar, Senegal, 15-19 September 2008. Disponible en: <http://www.who.int/ifcs/documents/forums/forum6/f6_finalreport_en.doc>

IPEN (International Pops Elimination Network). *Breves antecedentes sobre nanotecnología y nanomateriales*, 31 de marzo de 2010. Disponible en: <www.ipen.org/ipenweb/work/nano/ipennano_%2520kingston_background_spanish.pdf>

Katz, C. "Crisis global II: Las tendencias de la etapa". *La página de Claudio Katz*, 2 de diciembre de 2009. Disponible en: <http://lahaine.org/katz/index.php?p=183&c=1>

Ladrière, J. *El reto de la racionalidad*. Salamanca: Sígueme /UNESCO, 1978.

Naciones Unidas. *Informe Anual del año 2008 de Naciones Unidas sobre los Objetivos del Milenio*. Disponible en: <ttp://www.un.org/spanish/millenniumgoals/pdf/MDG_Report_2008_SPANISH.pdf>

PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). *Informe sobre Desarrollo Humano 2005*. Disponible en: <hdr.undp.org/en/media/HDR05_sp_complete.pdf>

SAICM (*Strategic Approach to International Chemicals Management*). *Información básica sobre las nuevas cuestiones normativas en relación con la nanotecnología y los nanomateriales manufacturados*, 25 de marzo de 2009. Disponible en:

<http://www.saicm.org/documents/iccm/ICCM2/meeting%20documents/

ICCM2%20INF34%20nano%20background%20S.pdf>

Testart, J. & Godin, C. *El racismo del gen*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica, 2001.

The Royal Society and The Royal Academy of Engineering. *Nanoscience and nanotechnologies*, 2004. Disponible en: <http://royalsociety.org/Nanoscience-and-nanotechnologies-opportunities-and-uncertainties-/>

UNESCO. *Declaración sobre la ciencia y el uso del saber científico*. World Conference on Science, Budapest, julio de 1999. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0011/001163/116341So.pdf>

----------. *Declaración del Milenio*, 2000. Disponible en: <http://www.un.org/spanish/milenio/ares552.pdf>

----------. *Ética y política de la nanotecnología*, 2007. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001459/145951s.pdf>