

Nanotec, megaganancia y gigariesgo en el tardocapitalismo

Manuel Garí

“La tercera revolución industrial puede conducir a la abundancia o a la destrucción de las libertades, de la civilización y de la humanidad” /1

Ernest Mandel (1962), economista marxista.

“El impacto sobre la humanidad y la biosfera podría ser enorme, mayor que el de la revolución industrial, las armas nucleares o la contaminación del medio ambiente” /2

J. Doyne Farmer y Belin d’A. Aletta (1992), científicos.

Treinta años separan ambas afirmaciones: la primera referida a la liberación de la energía nuclear y el empleo de las máquinas electrónicas, la segunda a las nanotecnologías. Hoy estamos a las puertas de una nueva revolución industrial de la mano de la nanotecnociencia cuyas consecuencias son imposibles de prever con detalle. Pero ya intuimos que sus efectos serán de mayor alcance que el de las tecnologías de la información y comunicación (TIC) que dieron pie al concepto de Nueva Economía en la década de los noventa. Podemos afirmar que supone un desafío social y un cambio en el paradigma científico. Las *nano* se mueven en la intersección de la ingeniería, la química, la física y la biología, y aprovechan los soportes informáticos, pero constituyen una nueva dimensión tecno-científica. El desarrollo de las aplicaciones *nano* exige del concurso de millares y millares de trabajadores con una alta cualificación profesional, técnica y científica. Lo que comportará a su vez un crecimiento acelerado de la productividad media del trabajo. Son la materialización de la premonición de Marx en las *Teorías sobre la plusvalía (Historia crítica de la plusvalía)*.

Medio siglo después de la afirmación de Mandel, el dilema que tenemos ante las aplicaciones comerciales de los nanoproductos es aún más radical y complejo que el planteado por la tecnología atómica y las aplicaciones electrónicas. La naturaleza de la nanociencia abre importantes interrogantes sobre los límites éticos a la investigación y, a su vez, nuestra experiencia respecto a las consecuencias de las aplicaciones de la ciencia y la técnica bajo el capitalismo tardío nos obliga a una aplicación decidida y consecuente del principio de precaución. La cuestión ahora, como entonces, no es fundamentalmente técnica o económica, es política,

1/ Mandel, E. (1962). *Tratado de Economía marxista*, México DF, Ediciones Era, 1969, Tomo II, p. 215.

2/ Farmer, J. D. y Aletta, d’A. B. (1992), “Vida artificial: la evolución futura” en *Artificial Life II*, Santa Fe Institute of Studies in the Science of Complexity, vol. X, Addison-Wesley, Redwood City, 1992, p. 815.

por lo que es útil la reflexión de Mandel en la misma obra: “*Para evitar lo peor, es preciso someter su empleo a la dirección consciente de los seres humanos*”.

¿Qué es el mundo *nano*?

El concepto de nanotecnología surgió en 1959 en una conferencia de Richard Feynmann titulada “Hay mucho sitio al fondo” al afirmar que “...*los principios de la física, tal y como yo los veo, no impiden la posibilidad de manipular las cosas átomo a átomo*”. Todavía no existía fuera de los cálculos matemáticos en el papel. En 1981 se inventó el primer nanoscopio, el microscopio de “efecto túnel”, con el que se pudo realizar una manipulación científica precisa de escala nanométrica; veinte años después, en 2001, nació la National Nanotechnology Initiative en EE UU lo que significó el comienzo de la nanotecnociencia.

La nanociencia tiene por objeto el estudio de las propiedades de los objetos y fenómenos a escala nanométrica; la nanotecnología se ocupa de la manipulación “controlada” y la producción de objetos materiales, instrumentos, estructuras y sistemas a dicha escala.

Pero ¿qué entendemos por objetos y fenómenos de escala nanométrica? Empecemos por situar la medida del tamaño en el nanouniverso: un nanómetro (nm) es una milmillonésima parte del metro, lo que viene a ser el tamaño medio de un virus o de una molécula. Por tanto $1 \text{ metro} = 10^9 \text{ nm} = 1.000.000.000 \text{ nm}$; lo que equivale a decir que $1 \text{ milímetro} = 1.000.000 \text{ nm}$, $1 \text{ micra} = 1.000 \text{ nm}$, y $1 \text{ Angstrom} = 0,1 \text{ nm}$; o sea el tamaño de un átomo de hidrógeno. Como medida de las cosas, conviene recordar que la longitud de onda de la luz visible es del orden de 100 nm. La nanoescala se sitúa en el intervalo entre 1 y 100 nanómetros.

La separación entre una ciencia pura que sólo persigue un mejor conocimiento de lo inmensamente pequeño y lo que serían sus aplicaciones tecnológicas no es ni mucho menos tan nítida en opinión de José Manuel de Cózar /3. Para este autor la nanotecnociencia es la expresión que sintetiza la investigación y desarrollo a escala nanométrica, independientemente de que sea conducida por científicos, ingenieros o tecnólogos ya que “...*de hecho, desde el punto de vista de la política científica y del beneficio empresarial, la investigación científica -la nanotecnología no es una excepción- se encuentra claramente orientada a la consecución de conocimientos, habilidades y procedimientos que redunden en productos de valor estratégico bien comercial, bien para la seguridad del Estado: vigilancia, control, espionaje, defensa...*”

Para la científica Ana Cremades (2008) /4, la nanotecnología no es una continuación de la microtecnología, ya que al reducir el tamaño, se modifican o aparecen nuevas propiedades físicas. La misma autora señala que “*la reducción del tamaño implica un aumento considerable del material de los átomos que residen en su superficie y que por lo tanto no tienen todos sus enlaces saturados, hacien-*

3/ De Cózar, J. M. “Nanotecnologías: promesas dudosas y control social”, número 6 de la *Revista de la OEI*, mayo-agosto de 2003.

4/ Cremades, A. (2008) “Introducción a la nanociencia y las nanotecnologías”, en el curso “Nanotecnologías: sociedad, salud y medio ambiente”, Facultad de Ciencias. Químicas de la UCM, 3 al 5 de marzo de 2008.

do que un material en forma de nanopartículas sea más reactivo que el propio material masivo” /5. Los dispositivos o materiales basados en la nanotecnología son mil veces más pequeños que los utilizados en la microelectrónica. Para Cremades no es la miniaturización su novedad más destacable, sino el cambio de propiedades físicas asociadas al tamaño en el que actúan las leyes de la física cuántica que analizan los niveles de energía asociados a los electrones del material. Como consecuencia de ello en la nanoescala aparecen nuevas propiedades: surgen efectos cuánticos, la termodinámica se altera, la reactividad química se modifica y la superficie gana importancia cuanto más pequeño se hace el material. En síntesis el nano-oro tiene comportamientos y propiedades diferentes del metal original y, por tanto, efectos diferentes sobre su entorno vivo.

En éste punto surge el problema para la Doctora Dehmer /6 que afirma que la investigación en curso sobre el nanouniverso consiste fundamentalmente en “*tomar diferentes tipos de nanoestructuras en las que la naturaleza no ha pensado, ponerlas juntas en diversas formas, de modo que podamos hacer cosas que la naturaleza no ha hecho, y, en particular que sean más robustas que los sistemas naturales*”. No es preciso ser pesimista para imaginar la pesadilla de plásticos indestructibles, máquinas autónomas autoreplicantes, formas híbridas de vida inteligente, mitad orgánica mitad inorgánica, materiales “inteligentes” con proyecto propio. Y todo ello al margen de los procesos bioenergéticos de la naturaleza y sin capacidad de adaptación a la misma.

La dimensión económica del fenómeno

“Todo este desarrollo promete un impacto social y económico mayor en varios órdenes de magnitud que el proporcionado por la tecnología ‘submicrométrica’ que es la base de la electrónica moderna y de las amplias capacidades de telecomunicación que existen actualmente”.

Tomás Torres Cebada /7

No es un sector industrial como lo pueda ser el de la electrónica o el de las telecomunicaciones, sino toda una gama de técnicas para manipular la materia a escala nanométrica. Dado que en la escala “nano” la constitución de la materia es común a todas las ciencias (física, química, biología, etc.) se produce una convergencia tecnológica “nano-bio-info-cogno-neuro” que dificulta su clasificación disciplinaria e industrial. Se trata de una plataforma tecnológica que algunos autores califican de “tecnologías invasivas” ya que pueden alterar el desarrollo, características y futuro de todos los sectores industriales.

Como ocurrió en el caso de la introducción en la producción industrial de la energía eléctrica, catalizadora en su momento de la sincronización del trabajo fabril, o de la expansión de las denominadas nuevas tecnologías, la incipiente fabricación de na-

5/ Cremades, A. (2008) “Una nueva ciencia” en *Daphnia*, núm. 46, Verano 2008. Madrid

6/ De la *Office of Basic Sciences del Departamento de Energía de EE UU (US Senate, Roundtable on Health Technology*, 23 de septiembre de 2003) citada por Jorge Riechmann en “Nanomundos, multi-conflictos” en *Daphnia*, núm. 46, Verano 2008. Madrid.

7/ Torres Cebada, T. “Nanoquímica y nanotecnología”, *Encuentros multidisciplinares* 12, UAM, Madrid, septiembre-diciembre 2002, p. 20.

noproductos o el uso de nanomateriales en bienes convencionales está favoreciendo la concentración del capital y la integración horizontal y vertical de las empresas.

Y, como ocurrió en los casos citados, la inversión de capitales ociosos excedentes en aplicaciones industriales de las nanotecnologías y la comercialización de la producción resultante están representando una importante tabla de salvación ante las oscilaciones de la tasa de ganancia derivada de la crisis y la caída tendencial de la misma en los sectores industriales tradicionales y maduros.

En 2006 se comercializaban en el mundo más de 350 productos a base de nanotecnologías, unos 201 en el ámbito “salud y deporte”, 34 en el de “hogar y jardinería”, 33 en el de “electrónica y PC”, 29 en el de “comida y bebida”, 22 en el de “multifuncionales”, 15 en el del “automóvil”, 14 en el de “electrodomésticos” y 5 en el de “productos infantiles”. En otras palabras se han lanzado al mercado productos cosméticos de uso diario y universal o medicinas como la Viagra o raquetas de tenis o cristales de coche autolimpiantes o vidrios reforzados con nanometales o tejidos de ropa o bayetas repelentes del agua y/o del polvo o juguetes de niños con licencias otorgadas al material macro sin pruebas específicas de los efectos del material *nano* sobre los usuarios.

Más de dos millones de trabajadores y trabajadoras estaban expuestos laboralmente a nanopartículas en el año 2006, concretamente a 39 variantes *nano* de carbono, 41 de plata, 16 de SiO₂, 11 de TiO₂, 16 de ZnO y 1 de CeO₂, sin que mediara prevención ni reglamentación específica.

En un solo año, el aumento fue tal que, a finales de 2007, se identificaron más de 580 productos con presencia *nano* en el mercado /8. La UNESCO califica la situación como una “*carrera hacia la comercialización*” de aplicaciones /9. Entre 2015 y 2030 se espera que los nanoproductos hegemonice campos tan diversos como el de materiales resistentes y ligeros, los componentes electrónicos informáticos de alta velocidad, los fármacos más eficientes por rápidos en su actuación sobre el torrente sanguíneo o los almacenamientos magnéticos de alta capacidad. Diversos cálculos sitúan el negocio de las *nano* para el año 2015 en 340.000 millones de dólares en materiales, 300.000 en electrónica, 180.000 en productos farmacéuticos, 100.000 en químicos, 70.000 en aeroespacio, 45.000 en medio ambiente, 30.000 en salud, etc. Desgraciadamente los datos en investigación en nanotecnología militar ya son una realidad, que desde los 70 millones de dólares de 2000 han alcanzado la cifra de 436 millones en 2006, aplicados a miniaturización de satélites y aviones de reconocimiento, microrobots soldados, materiales de equipamiento para los soldados humanos, micro-fusión nuclear, guerra química y bacteriológica.

La preponderancia de EE UU en esta carrera es evidente constatando el número de empresas que trabajaban en *nanos* en 2005: 430 norteamericanas frente a 110 en japonesas, 94 alemanas, 48 británicas, 20 chinas, 19 francesas, 18 canadienses, 14 israelíes y suizas, 11 australianas, 10 holandesas, 9 taiwanesas, 7 aus-

8/ <http://cenamps.blogspot.com/2006/11/nanotechnology-consumer-product.html>. Para más información véase www.nanotechproject.org.

9/ UNESCO: *The ethics and politics of nanotechnology*, París (2006), p. 12.

triacas y suecas, 6 coreanas, 6 finlandesas, 5 rusas, 3 italianas y 3 españolas. También es evidente por el crecimiento vertiginoso de patentes norteamericanas entre 1997 y 2006.

La ciencia como negocio, el Estado como garante

Para comprender el impacto y dimensión del fenómeno *nano* hay que ponerlo en relación con el tiempo que transcurre entre el momento de la “invención” técnica y el de la fabricación generalizada de la “mercancía” con la consiguiente realización de la ganancia. Según Gutiérrez Espada la fotografía tardó 112 años (1727-1839) entre el descubrimiento y su comercialización; el teléfono 56 años (1820-1876), la radio 35 años (1867-1902), el radar 15 años (1925-1940), la televisión 12 años (1922-1934), y el transistor 10 años. Y, desde 1972, se viene aplicando la Ley de Moore, según la cual cada 18 meses se duplica la capacidad de los microprocesadores. Desde la invención en 1981 del primer nanoscopio al comienzo de la investigación masiva con apoyo estatal en EE UU trascurrieron 20 años y cuatro años después, en 2005, las inversiones privadas en I+D superaron a los fondos públicos; lo cual es un indicador de que las empresas que trabajan en nanoaplicaciones consideran un hecho que sus investigaciones se van a transformar en mercancías realizables en el mercado, con la consiguiente recuperación del capital invertido y la obtención de importantes ganancias. Todo lo anterior llevó al Centro por la Nanotecnología Responsable (CRN, en sus siglas inglesas) a afirmar en un informe en 2006 que el desarrollo de las nanotecnologías puede ser “*comparable quizás a la Revolución Industrial pero comprimido en unos cuantos años.*”

Como señala Mandel (1972) /10 en una de sus principales obras, la aceleración de la innovación tecnológica es un corolario de la aplicación sistemática de la ciencia a la producción y, a su vez, la reducción del tiempo de rotación del capital fijo está estrechamente relacionada con el ritmo de la innovación. Mandel concluye que las rentas tecnológicas se han convertido en la principal fuente de ganancia extraordinaria bajo el capitalismo tardío. Por tanto las invenciones se convierten en una “rama” de la actividad económica y la aplicabilidad de la ciencia a la producción se convierte en un factor discriminante de las prioridades en el esfuerzo investigador. Esta idea que podemos ya encontrar de forma embrionaria en Marx /11 se ha materializado en la economía de la globalización capitalista. La evolución de la monetización y rentabilización de la ciencia ha sido analizada desde la Segunda Guerra Mundial por diversos autores como Silk y Leontief.

En una economía de mercado, el capital que se invierte en la producción genera una producción continua de mercancías y una valorización casi asegurada de antemano. Sin embargo no existe esa seguridad en el capital invertido en inventos mientras no se traduzca en la producción de nuevas mercancías o en altera-

10/ Mandel, E. (1972). *El capitalismo tardío*. Ediciones Era SA, México DF, 1979.

11/ Marx, K. (borrador 1857-1858). *Elementos fundamentales para la crítica de la economía política*. 2 Vol. Siglo XXI. Madrid, 1972.

ciones de las cualidades de las existentes, por lo que el riesgo para las ganancias del capital invertido en investigación es mayor que en el caso del invertido en la producción de bienes y servicios. Esta es la explicación de por qué son las grandes corporaciones las que invierten en I+D como es el caso de de IBM, Fujitsu e Intel que han dedicado importantes sumas a la investigación *nano*. Más del 70% de las aproximadamente 9.000 patentes sobre nanotecnologías, en 2006, pertenecían a grandes corporaciones /12. Pero también es la explicación de la decidida intervención del Estado en el campo investigador en los países industrializados.

El Estado tiene como funciones para asegurar la reproducción ampliada del capital junto con la represión de las amenazas al sistema y la integración de las clases dominadas, procurar las condiciones generales de producción que no facilita la actividad económica privada. Esta tercera pieza del papel del Estado tiene tres componentes: las que refieren a las premisas sociales generales (orden social, construcción del mercado y sistema monetario), las materiales generales (infraestructuras, redes de transporte y comunicación...) y las de reproducción científica, cultural e intelectual.

Ni siquiera los amigos de Bush han prescindido de esta última de las funciones básicas del Estado: invertir dinero público en asuntos de interés privado que no captan capitales privados durante un tiempo. El presupuesto de la Nacional Nanotechnology Initiative (NNI/USA) fue de 1.351,2 millones de dólares, en 2006, de 1.392,1 millones en 2007 y de 1.444,8 millones para ejecutar en 2008. Conviene comparar lo gastado por el mismo gobierno en medio ambiente y salud y seguridad laboral: en 2006 fueron 37,7 millones de dólares, en 2007 la cifra fue de 45,8 millones y en 2008 el presupuesto es de 58,6 millones. Entre 1997 y 2006 los gobiernos de los países industrializados invirtieron casi 6 millardos de dólares en nanotecnologías. De ahí el interés en el tema por parte de la OCDE que ha constituido una importante Comisión de Seguimiento de las *nano*.

Promesas y riesgos

“Cada diez años más o menos se nos bombardea con noticias sobre las maravillas de una nueva tecnología que promete ser la solución definitiva a todos los males de la sociedad. Una vida mejor gracias a la química. Energía tan barata que no merecerá la pena instalar contadores. Cultivos manipulados genéticamente para aliviar el hambre. La nanotecnología -la manipulación de la materia a escala atómica y molecular- es el último de estos milagros tecnológicos, y sus promotores prometen la revolución industrial más importante y más verde de la historia.”

Hope Shand y Kathy Jo Wetter /13

“Hay muchas personas, incluidas yo, que ven con considerable inquietud las consecuencias futuras de esta tecnología. Hablamos de cambios en tantas cosas que es muy alto el riesgo de que la sociedad no los use debidamente por falta de preparación.” /14

K. Eric Drexler (1992), paladín de las nanotecnologías

12/ Datos aportados por Guillermo Foladori en la entrevista “La nanotecnología ya está aquí y puede cambiar radicalmente el mundo”, SIREL 1.273, 2 de junio de 2006. Se puede encontrar en www.rel-uita.org.

13/ Shand, H. y Wetter, K. J. “La ciencia en miniatura: una introducción a la nanotecnología”, en *Worldwatch Institute: La situación del mundo 2006*, Icaria, Barcelona (2006), p. 163.

14/ Drexler, K. Eric (1992). “Introducción a la nanotecnología” en *Prospects in Nanotechnology, Toward Molecular Manufacturing*. Markus Krumpalacker y James Lewis (coords.). Wiley, Nueva York (1992). p. 21.

Al igual que señala el premio Nobel en economía Joseph E. Stiglitz refiriéndose al sector de la que durante años se conoció como Nueva Economía (internet, investigación básica en medicina y biología y las denominadas nuevas tecnologías) /15, en las *nanotec* el principal gasto en I+D durante un largo periodo ha sido del Estado en los países, particularmente EE UU, que apostaron por desarrollar la investigación básica y aplicada. En resumen: el esfuerzo inversor en la época de tanteo sin aplicación, mercado y ganancia ha venido de la mano de la investigación pública. Ello constituye una de las cínicas paradojas del neoliberalismo del Estado mínimo: con dinero público se allana el camino al gran negocio privado.

Sin ánimo de ofrecer una clasificación exhaustiva de campos de aplicación de las *nano* que se presentan como positivas, podemos señalar con Serena /16 los siguientes:

- Aplicaciones estructurales, nuevos materiales: cerámicas y materiales nanoestructurados, nanotubos, y recubrimientos con nanopartículas.
- Procesamiento de la información: nanoelectrónica, optoelectrónica, y materiales magnéticos.
- Nanobiotecnología y nanomedicina: encapsulado y dosificación dirigida de fármacos, reconstrucción de partes dañadas.
- Sensores.
- Procesos catalíticos y electroquímicos.
- Aplicaciones a largo plazo: sistemas para computación cuántica, autoensamblado molecular e interacción de moléculas orgánicas con superficies.

A pesar de los posibles bienes y beneficios, el resultado de la orientación actual, como puede comprobarse en la lista, es una ciencia guiada por las ganancias comerciales y preocupada por colocar en el mercado rápidamente productos de alta rentabilidad. Por ejemplo, en medicina no se desarrolla una línea contra la malaria, pero sí para atajar la epidemia cardiovascular del mundo desarrollado. No cabe alegrar ignorancia sobre el rumbo de las aplicaciones, tal como plantea Foladori: descubrimiento y aplicación van de la mano /17.

Las propiedades de estas novedosas nanopartículas y nanoestructuras son todavía, en gran parte, desconocidas. La exposición de trabajadores y consumidores va en aumento de forma descontrolada pese a que todos los expertos coinciden en que la materia a nanoescala tiene propiedades y efectos muy diferentes que en las escalas micro, meso y macro. El informe *Nanotechnology: small matter, many unknowns* de la compañía de reaseguros Swiss Re (2004) se preguntaba si los desastres del amianto no serían un punto de referencia adecuado. Como las fibras de amianto, dice el informe, las nanopartículas podrían causar problemas sencillamente a causa de su *nano* tamaño. Las nanopartículas pueden penetrar a través de poros donde otras partículas serían retenidas: efectivamente una vez en

15/ Stiglitz, J. E. (2003) *Los felices 90*. Madrid, Taurus.

16/ Serena Domingo, P. A. "Nanociencia y nanotecnología: aspectos generales", *Encuentros multidisciplinares 12*, UAM, Madrid, septiembre-diciembre 2002, p. 8.

17/ Foladori, G. "La influencia militar estadounidense en la investigación de las nanotecnologías en América Latina", *Rebelión*, 8 de noviembre de 2006. Ver: www.rebellion.org.

el organismo humano, pueden atravesar la barrera hematoencefálica, que evita que sustancias potencialmente tóxicas en el torrente sanguíneo entren en el cerebro. La superficie altamente reactiva de los nanomateriales y su capacidad para atravesar membranas convierten a estos productos en sustancias con alto potencial de toxicidad según el estudio *Nanosciences and Nanotechnologies: Opportunities and Uncertainties* de The Royal Society publicado en Londres el año 2004. Según diversos estudios toxicológicos, los nanomateriales pueden penetrar profundamente en los pulmones de los mamíferos, alcanzar el cerebro a través de los nervios olfativos, penetrar sus defensas y causar daño oxidativo. Estudios con peces sugieren que al menos una clase de nanopartículas (los fulerenos C60) puede causar daños significativos al cerebro.

El informe de Swiss Re citado indica que las nanotecnologías presentan riesgos “revolucionarios” por lo que los científicos no pueden recurrir a la experiencia del pasado para evaluarlos. Actualmente no existe modo de medir la presencia de nanopartículas en el lugar de trabajo, y menos aún realizar pruebas de exposición a las mismas. No existen equipos de protección individual fiables para proteger a las personas de la exposición a nanopartículas no encapsuladas.

Pero los problemas no terminan ni en los usuarios de los productos ni en los trabajadores expuestos. El sociólogo brasileño Paulo Roberto Martins /18, coordinador de RENANOSOMA e investigador de la Agencia IPT señala las siguientes cuestiones ético-políticas: efectos ambientales irreversibles; la brecha científico-técnica entre Norte y Sur; los efectos sobre la división social e internacional del trabajo; las tendencias a la privatización del conocimiento (patentes y otras formas de protección de la propiedad intelectual); el secretismo y la opacidad en la era de la “guerra global contra el terrorismo”; las aplicaciones militares (ya citadas en este artículo) y el futuro de la naturaleza humana (“trans-humanismo”) si se realiza la simbiosis, o la mejor dicho la síntesis *nano-bio*.

Por ello se plantea las muy pertinentes preguntas: ¿quién controlará la nanotecnología? ¿Quién se beneficiará, quién saldrá perdiendo? ¿Implicará nuevos riesgos para la salud humana y el medio ambiente? Pertinentes porque los problemas de cohesión social, exclusión y desigualdades se plantean, ya hoy, a escala mundial y en palabras de Shand y Wetter: “*De continuar la actual tendencia, la nanotecnología, aumentará el abismo entre ricos y pobres y consolidará el poder económico de las compañías multinacionales.*” /19

Riesgos y precauciones

“Convencidos de que la convergencia tecnológica a escala nano es el futuro, los países que lideran este sector -en particular EE UU, Japón y algunos países europeos- se han embarcado en una carrera para asegurarse una posición ventajosa, relegando a un segundo plano las consideraciones sanitarias y ambientales y dejando para más adelante

18/ Ver sus aportaciones en *Nanotecnología, sociedade e meio ambiente*, Xamá, Sao Paulo, 2006; “Nanotecnología y sociedad: un desafío para todos” en *Daphnia* núm 46, Madrid, Verano 2008 y en las ponencias “Impactos sobre países y sectores económicos” y en “Riesgos y beneficios para la salud humana”, en el curso “*Nanotecnologías: sociedade, salud y medio ambiente*”, Facultad de CC. Químicas de la UCM, 3 al 5 de marzo de 2008.

19/ Shand, H. y Wetter, K. J. Op. cit. p. 166.

las cuestiones socioeconómicas. La normativa, si no puede evitarse, pretenden que sea voluntaria para no entorpecer el desarrollo comercial de la I+D nanotecnológica.” /20

Hope Shand y Kathy Jo Wetter (2006)

No existen regulaciones y normas aplicables al mundo de la *nano* materia Y por tanto, pese a las posiciones interesadas en insistir y convencer en que REACH pensado para las sustancias químicas es el reglamento de aplicación a las *nano*, sólo cabe responder con la explicación arriba realizada: la propia naturaleza de los nanomateriales con propiedades y efectos distintos a los materiales originarios impide la aplicación de las normas sobre sustancias químicas redactadas para el mundo micro y meso y no para el *nano*. Si en la nanoescala aparecen propiedades nuevas, ¿cómo puede defenderse que no hace falta una regulación específica?

Desde las corporaciones se aduce que la Responsabilidad Social de las Empresas bastaría para autoregular la producción *nano*. Nada más lejos de la realidad bajo el desregulado neoliberalismo. El argumento no vale ni para quien está expuesto en la producción, ni quien lo está al consumir. La Organización de Consumidores y Usuarios de la UE ha sido contundente :*"Los códigos de conducta voluntarios, no son la solución en un área tan controvertida y sensible. La falta de ambición que se esconde tras estas medidas son patentes"*.

No existe inversión en seguridad ni en evaluación de riesgos laborales, ambientales, sociales. Andrew Maynard, a comienzos de 2006, estimaba que de los 9.000 millones de dólares que se gastan anualmente en el mundo en I+D nanotecnológica, apenas entre 15 y 40 millones se destina a investigación sobre riesgos /21. Sólo un dólar de cada 300 invertidos se destina a investigar los riesgos de las nanotecnologías. El director del Instituto de Filosofía del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) Javier Echeverría propone dedicar obligatoriamente el 5% de los proyectos de I+D públicos a estudios de impacto, evaluación de riesgos, investigación toxicológica. Por su parte la Confederación Europea de Sindicatos (CES) propone el 8%. Sea cual sea la cifra óptima cabe concluir que hace falta incrementar la investigación sobre seguridad, toxicidad, riesgos ambientales, efectos sobre la salud, problemas éticos e impactos sociopolíticos de las nanotecnologías.

Ante el ninguneo de los riesgos por parte de corporaciones y administraciones, una coalición internacional de 44 organizaciones sindicales, ambientales y de defensa de la salud pública y partidarias de la necesidad de normativas públicas -incluidas la UITA, CSI y la AFL-CIO, BCTGM y United Steelworkers de EE UU- ha hecho un llamamiento en pro de una regulación amplia y enérgica en todos los niveles de la nanotecnología y sus productos. La tecnología, dice la coalición, impone riesgos específicos que requieren regulación específica, transparencia y la participación de la sociedad en las decisiones. Asimismo la UITA ha adoptado en marzo de 2007 una importante resolución que pretende movilizar a las organizaciones afiliadas para debatir con el resto de la sociedad y los gobiernos las posibles

20/ Shand, H. y Wetter, K. J. Op. cit, p. 188.

21/ Vease "Nanodollars", *New Scientist*, 25 de febrero de 2006; y "Nano safety call", *New Scientist*, 11 de febrero de 2006.

consecuencias y reclamar de los gobiernos y los organismos internacionales que corresponda, la aplicación del principio de precaución, prohibiendo la venta de alimentos, bebidas y forrajes, así como todos los insumos agrícolas que incorporen nanotecnología, hasta que se demuestre que son seguros y se apruebe un régimen regulatorio internacional específicamente diseñado para analizar esos productos.

Lo razonable, afirma Jorge Riechmann /²², sería avanzar con cautela, dar rodeos para no entraparse en pasos notoriamente peligrosos y evitar las situaciones irreversibles: practicar el principio de precaución, también en lo que atañe a las nanotecnologías. Su pensamiento al respecto queda sintetizado en las siguientes palabras: *“En el núcleo del principio de precaución se halla la idea intuitivamente sencilla de que, frente a la posibilidad de incurrir en daños, las decisiones políticas a la hora de proteger el medio ambiente (y con ello los intereses de bienestar de las futuras generaciones) deberían tomarse adelantándose a la certidumbre científica. Una de las formulaciones más sencillas del principio de precaución reza: la incertidumbre científica no debe ser motivo para eludir acciones preventivas”*.

El cuestionamiento de Riechmann y de Martins de la aceptación acrítica de las *nano* como panacea universal sin problemas les lleva a hacerse más preguntas antes de aceptar la producción en masa de *nano-cosas*: en una perspectiva de necesidades humanas básicas, justicia social y sostenibilidad, de todo lo factible: ¿Qué es realmente útil, deseable y necesario?, ¿qué cambios tecnológicos contribuyen realmente a la buena vida de los seres humanos? Por ejemplo: un líquido con nanocápsulas que se vendiera embotellado, y que pudiera transformarse en diferentes tipos de bebida a gusto del consumidor (vino, cerveza, gaseosa, cola, etc.) ¿Supone una aplicación deseable de la nanotecnología? ¿O cabe dedicar los recursos y la inventiva humana a fines mejores?

Una cuestión democrática central. Como afirma José Manuel de Cózar, el desarrollo de las nanotecnologías no es ni mucho menos el único caso reciente de imposición de la voluntad de unos pocos sobre la de muchos. Actualmente los actores del debate son científicos, capitalistas, empresarios y políticos. ¿Y el resto de la sociedad?, ¿no cuenta? La desinformación es general. Una vez más, la sociedad debe resolver sus problemas pese a los intereses de la minoría. La importancia y alcance del tema exige un debate público y colectivo sobre objetivos, prioridades, condiciones y efectos del mundo nano porque están en juego transformaciones radicales en los sistemas sociales y económicos y más adelante la redefinición misma de la condición humana. Por ello son pertinentes las grandes preguntas clásicas ¿Quién decide? ¿Cómo se decide? ¿Qué tipo de debates democráticos y de participación social son necesarios?

Manuel Garí es economista, miembro de la redacción de *VIENTO SUR* y militante de Espacio Alternativo.

²²/ Ver sus contribuciones en “Nanotecnologías: para ir avanzando en nuestra reflexión” en el curso “Nanotecnologías: sociedad, salud y medio ambiente”, Facultad de CC. Químicas de la UCM, 3 al 5 de marzo de 2008 y “Nanomundos, multiconflictos” en *Daphnia* núm 46, Madrid, Verano 2008.