

ECONOMÍA Y NANOTECNOLOGÍA, UNA RELACIÓN PROBLEMÁTICA

Domingo Fernández Agis

Universidad de La Laguna

dferagi@ull.es

RESUMEN

En la evolución de la nanotecnología encontramos una excelente ilustración de la forma en que se producen, en nuestra época, las interacciones entre lo económico y lo tecnocientífico. Nos ofrece, además, una ejemplificación elocuente de cómo, en esa interacción, tienden a ser escamoteadas cuestiones que poseen una trascendencia ética de primer orden y que deberían situarse en el debate ético y político en un lugar de preponderancia.

PALABRAS CLAVE: Economía, nanotecnología, ética aplicada.

ABSTRACT

«Economy and nanotechnology, a troubled relationship». In the evolution of nanotechnology we find an excellent illustration of how any in our time, interactions between the economic and the techno-scientific are produced in our time. It also offers an eloquent exemplification of how, in that interaction, questions that have a first-order ethical significance tend to be evaded while they deserve a place of prominence in the ethical and political debate.

KEY WORDS: Economy, nanotechnology, applied ethics.

UN CASO PARADIGMÁTICO. CONSIDERACIONES PREVIAS ACERCA DEL IMPACTO ECONÓMICO DE LA NANOTECNOLOGÍA

En la evolución de la nanotecnología encontramos una excelente ilustración de la forma en que se producen, en nuestra época, las interacciones entre lo económico y lo tecnocientífico. Además, el estudio de ese proceso nos ofrece también una ejemplificación elocuente de cómo, en esa interacción, tienden a ser escamoteadas cuestiones que poseen una trascendencia ética de primer orden y que deberían situarse en el debate ético y político en un lugar de preponderancia. Por añadidura, es posible ver también en esta relación, cuya problematicidad tiende a obviarse, una muestra de la manera en que se implementan en nuestros días las expectativas económicas que la tecnociencia puede generar, en un movimiento especulativo que



tiende a ocultar todo aquello que pueda oponerse a la marcha triunfal de la expectativas de beneficio. De esta forma, por lo pronto, se escamotea el necesario debate en torno al carácter intensivo, en cuanto al consumo de energía, que la producción de materiales nanotecnológicos posee. Al mismo tiempo, se dejan entre tinieblas las objeciones que pueden hacerse a la misma, desde la perspectiva de la ética ecológica o, simplemente, desde un punto de vista ético *tout court*.

Son numerosas, en efecto, las estimaciones positivas que se vienen realizando, con respecto al impacto económico de la implantación de la nanotecnología. Muchas de ellas denotan un sobredimensionamiento de las posibilidades de desarrollo tecnocientífico vinculadas a ésta, así como de su incidencia sobre la economía. De esta forma, no ha de extrañarnos que de la característica desmesura propia del optimismo de las primeras etapas, se haya ido pasando a una cierta cautela, a la hora de realizar y lanzar al espacio mediático este tipo de valoraciones. En todo caso, en fechas recientes, la compañía de análisis estratégico *Científica*, en su informe sobre la nanotecnología de julio de 2011, señalaba que el pasado año, por vez primera, la inversión de China en nanotecnología superaría a la de EEUU, poniendo así en evidencia la carrera en la que las dos grandes potencias económicas y tecnológicas están empeñadas por llevar la delantera en este campo. Evaluando los diferentes apartados en los que se cifra la *inversión en investigación nanotecnológica*, desde el año 2000 hasta la fecha del informe, julio de 2011, *Científica* señala la cantidad, sin duda impresionante aun estando por debajo de otras estimaciones, de 67.500 millones de dólares invertidos¹.

Estos datos nos proporcionan una clara idea de las muy considerables dimensiones que ya hoy tiene el sector de mercado que se ha ido abriendo en torno a la nanotecnología. Conviene no olvidar por otra parte que, teniendo en cuenta que el objetivo de la nanotecnología es primordialmente producir *bienes intermedios*, es decir, bienes que sirven de base para la producción de otros bienes, es muy difícil hacer estimaciones precisas acerca de cuál va a ser su impacto económico en el futuro². No debe sorprendernos, por tanto, el baile de cifras en las estimaciones de impacto económico de la nanotecnología, cifras que, en cualquier caso, resultan apabullantes.

LA ORIENTACIÓN DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO. ALGUNAS ESPECIFICIDADES DEL AVANCE DE LA NANOTECNOLOGÍA

Ante todo, es necesario mencionar que, en la línea de desarrollo de la nanotecnología, puede apreciarse cómo se orienta de forma predominante el proceso de investigación-aplicación, yendo desde lo pequeño a lo grande, en lugar de al revés,

¹ *Científica*, «Global funding of Nanotechnologies - 2011»; [<http://www.cientifica.com/research/market-reports/nanotech-funding-2011/>].

² FONTELA, E. , «Nanotecnología y economía», *Madri+d*, núm. 35 marzo-abril, 2006.



que es como hasta ahora se ha enfocado la cuestión del desarrollo de la miniaturización. De esta forma, se intenta con la nanotecnología crear estructuras nuevas, de dimensiones nanométricas, con peculiaridades específicas y dotadas de propiedades que las hacen diferentes a cualquier otra estructura o material conocidos. He aquí una de las especificidades de la nanotecnología en la que, por lo común, no se sigue el camino de la reducción progresiva en el tamaño de los componentes de un sistema o estructura. Esta característica es relevante, entre otros muchos motivos, porque implica que la nanotecnología impulsa por sí misma sus diferentes ámbitos de aplicación.

De otro lado, como es bien sabido, la nanotecnología trabaja a una escala en la que la distinción entre lo biológico y lo no biológico pierde su significación original. De tal modo que se pueden utilizar materiales extraídos de organismos vivos, de forma análoga a como se hace con otros pertenecientes a materia inerte, aunque los efectos colaterales de tal uso sean diferentes y deberían ser objeto de evaluación, tanto desde el punto de vista ecológico como bioético.

Las mencionadas características propician que la nanotecnología sea, sin lugar a dudas, uno de los ámbitos de investigación más claramente interdisciplinarios de cuantos se integran en la tecnociencia actual, pues sus recursos han de ser buscados en diferentes ramas del conocimiento y sus resultados encuentran aplicaciones en los terrenos más diversos. En resumen, podríamos apuntar que, en el desarrollo nanotecnológico actual, se reproducen las líneas maestras que han marcado en general el avance tecnológico y su interacción con el desarrollo económico. Sin embargo, los rasgos que definen a este producto de la tecnociencia hacen de él un ámbito específico y particularmente sensible, en el que la percepción social del riesgo no está aún a la altura de los peligros reales que la nanotecnología conlleva. En este sentido, a pesar de los debates que se han suscitado sobre algunas de sus aplicaciones, esta última bandera del progreso tecnocientífico sigue ondeando con una fuerza inusitada.

LUCES Y OPACIDADES EN EL PROGRESO NANOTECNOLÓGICO

Los aspectos que acabo de mencionar, que auguran un todavía más espectacular e impactante desarrollo a la nanotecnología en el curso de los próximos años, no deben conducirnos a obviar las cuestiones espinosas que la evolución concreta de ésta va poniendo sobre la mesa. No pretendo aquí abordar el problema en toda su amplitud, pero sí quisiera señalar al menos el progreso de la opacidad, puesto en evidencia a través de las mentiras, silencios y medias verdades que se han ido extendiendo en el ámbito de las nanotecnologías. El modo en que se ha venido difundiendo la información sobre los avances nanotecnológicos, poniendo de relieve cualquier elemento que pudiera resultar espectacular o seductor de cara al público y extendiendo un velo de silencio sobre todo debate acerca de los riesgos que se asumen al hacer uso de la nanotecnología, es por sí mismo elocuente. Tan sólo intentaré aproximarme a algunas cuestiones de particular relevancia ética, en relación a esta nueva frontera del progreso tecnocientífico y con las contrapartidas económicas de dicho progreso.





No obstante, es preciso reconocer que un primer efecto de las llamadas de atención, dirigidas a la opinión pública desde distintos frentes, defendiendo la importancia de regular la nanotecnología, así como los riesgos que empiezan a percibirse en relación a sus productos es que, tras un período inicial acrítico y entusiasta, empieza a ser palpable que ahora «la industria quiere deshacerse de la etiqueta de lo *nano* hasta que baje la polvareda que levantó el debate por la regulación y las noticias sobre la toxicidad de la nanotecnología»³, o al menos no hacer demasiado alarde de la misma. Es esta una reacción en cierto modo llamativa, ya que hasta hace bien poco la etiqueta *nano* servía para vender mejor cualquier cosa, desde pintura de uso industrial a medicinas.

Por otra parte, desde el grupo ETC, se solicitaba recientemente que, frente a la falta de compromiso de los gobiernos de los países más poderosos, que son los que más invierten en desarrollo nanotecnológico, la Cumbre Río+20 de la ONU analizase «la reivindicación que hace la nanotecnología de su papel central en la futura *Economía Verde* –tema clave de la Cumbre»⁴. Sin embargo, tras constatar que no había referencia alguna a la nanotecnología en el borrador elaborado por los expertos de la ONU, que ha servido de base a las discusiones de la Cumbre, celebrada en Brasil, durante el pasado mes de junio de 2012, no cabía hacerse ilusiones sobre su resultado. En efecto, a la vista del mismo⁵, en el mejor de los casos y sin pretender ejercer de agorero, era previsible que quedaran una vez más envueltas en el velo de las buenas palabras y permanecieran en el terreno de la ambigüedad cuestiones clave como ésta. En consecuencia, resultaba ilusorio esperar que se adoptasen las medidas tajantes que demanda el grave deterioro ecológico que padece el planeta y mucho menos que se tomara alguna iniciativa para regular el uso de nanotecnologías en la llamada *Economía Verde*.

No otra cosa es lo que, finalmente, ha sucedido. Así pues, en el caso del desarrollo de nuevas tecnologías potencialmente peligrosas, como sucede con la nanotecnología, seguiremos bajo el imperio de una legislación permisiva que, lejos de evitar los problemas, los convoca en un horizonte temporal cada vez menos lejano. En efecto, como se ha hecho notar con frecuencia, «la teoría política en boga es que una legislación blanda es ideal para las primeras etapas de una nueva tecnología en que la información es escasa y variable, la sociedad puede ir arreglándose con algunos instrumentos adaptables mientras se trabaja en el desarrollo de una regulación intensiva de la información y la aplicación de medidas obligatorias»⁶. En ese sentido, fácil es constatar que, hasta ahora, se ha difundido profusamente la consideración de que, en ningún otro campo como en la nanotecnología, estaría justificada esa actitud. Detengámonos, a continuación, en el más elocuente ejemplo de ello.

³ ETC GROUP (2011): «¿Qué pasa con la nanotecnología? Regulación y geopolítica». www.etcgroup.org/es, p. 5.

⁴ *Ibídem*, p. 7.

⁵ <http://rio20.net/iniciativas/el-futuro-que-queremos-borrador-cero>

⁶ *Ibídem*, p. 30.

Como es bien sabido, el ámbito que es percibido por el público como dotado de un futuro más esperanzador, dentro de cuantos se relacionan con el desarrollo nanotecnológico, es el de la biomedicina, en particular en lo que se refiere a la creación de fármacos más eficaces y otros productos elaborados a partir de DNA realizado, modificado o complementado con nanotecnologías⁷. No obstante, pese a la adhesión acrítica que a veces suscitan, como ha señalado Fritz Allhoff, estas prometedoras aplicaciones plantean nuevos retos desde el punto de vista de la ética aplicada⁸. A este respecto, la cuestión esencial se situaría ahora en la dificultad de evaluar los riesgos derivados de la difícil trazabilidad, la toxicidad u otros efectos a largo plazo del uso de la nanotecnología, que aún son desconocidos para nosotros. Esto conlleva una incertidumbre y una responsabilidad adicionales para los profesionales que han de tomar este género de decisiones, por ejemplo, en relación al tratamiento médico que debe o no ensayarse sobre un paciente⁹.

Baste añadir, como ilustración de todo esto, que la incidencia de la nanotecnología en el perfeccionamiento de la terapia genética, tanto germinal como somática, es potencialmente enorme. En particular, las técnicas de transferencia genética podrían experimentar un salto en su eficacia gracias a ella. Así, en la transferencia de genes horizontal, por la que un organismo puede recibir genes de otros organismos con los que no está vinculado biológicamente de forma directa, el papel desempeñado por bacterias y virus podrá ser reemplazado por procedimientos nanotecnológicos. Estos quizá lleguen a desempeñar en un futuro cercano la función de vectores para la transferencia de los genes adecuados para tratar determinada tara o enfermedad, de una forma más eficiente y directa. Sin embargo, el horizonte que estas aplicaciones abren es tan esperanzador como inquietante, sobre todo si tomamos en consideración la facilidad con la que la nanotecnología es capaz de traspasar las fronteras entre los diferentes organismos sobre los que puede intervenir, de la misma forma en que es capaz de transgredir los límites establecidos entre lo orgánico y lo inorgánico.

ALGUNAS OTRAS CUESTIONES DE GRAN CALADO ÉTICO

Frente a la interpretación de la ciencia y la tecnología como conjuntos de procedimientos moralmente neutrales, si los consideramos en sí mismos, es importante poner hoy el acento en los compromisos éticos, implícitos ya en la deriva tecnocientífica. Un ejemplo revelador en este sentido es el que se refiere a la propia orientación de la investigación. En efecto, como se pregunta Foladori, «¿quién decide

⁷ PINHEIRO, A.V., HAN, D., SHIH, W.M. and Yan, H., «Challenges and opportunities for structural DNA nanotechnology», *Nature nanotechnology*, November, 2011, p. 769.

⁸ ALLHOFF, F., «The Coming Era of Nanomedicine», *The American Journal of Bioethics*, 9(10), 2009, p. 5.

⁹ *Ibidem*, p. 8.





lo que se investiga y con qué fines se producen, por ejemplo, medicinas?» Como sucede con tantos otros estudios sobre esta cuestión, la respuesta de este autor a dicha pregunta pone de manifiesto que, pese a la expansión de los antibióticos y vacunas, desde la segunda guerra mundial hasta nuestros días, «a comienzos del XXI, el mercado farmacéutico se concentra en Norte América, Japón y Europa, que suman el 23% de la población mundial pero consumen el 80% del mercado mundial de fármacos. Los países pobres no reciben los necesarios fármacos ni vacunas; en parte porque no tienen los recursos para comprarlas, en parte porque no se ha investigado y no existen vacunas o fármacos para las *enfermedades de los pobres*»¹⁰.

Ni que decir tiene que estos procesos no son neutrales, desde un punto de vista ético. Por el contrario, presuponen ya, de suyo, determinadas opciones que pueden cuestionarse seriamente desde esta perspectiva. Tampoco son, considerados desde un ángulo económico, meros ejemplos de *defectos* del mercado. En estos tiempos, sin duda, estamos haciendo recaer sobre el *mercado* responsabilidades que corresponden a los ciudadanos y a los gobiernos. Desde esta perspectiva, resulta éticamente inaceptable que sea el *mercado* quien marque la dirección de la actividad investigadora en un campo como el de la indagación biomédica. Sin embargo, esta es la tendencia que, con mayor frecuencia, resulta asumida e incluso aplaudida en nuestros días.

Foladori plantea, en ese sentido, una idea esclarecedora, pues considera que no es el fallo del mercado, sino su eficiencia en términos estrictamente económicos, lo que provoca las desigualdades. El caso es especialmente claro si nos referimos de nuevo, como ya hacíamos al final del apartado anterior, a los progresos en el ámbito de la medicina. En efecto, «si el problema es de una falla del mercado, no habría rama de la producción donde no fallara, ya que hay en el mundo 1200 millones de indigentes que prácticamente no pueden comprar nada. En realidad no es la falla del mercado, sino su buen funcionamiento lo que origina esas desigualdades. En el caso de las medicinas esa contradicción adquiere un marco ético porque muestra que la producción para el mercado no puede dedicar sus enormes avances en materia de ciencia y tecnología a solucionar los principales problemas de salud del mundo»¹¹. En este sentido, los datos contenidos en el Informe de la OMS, de 2001, sobre «Medicamentos esenciales y políticas farmacéuticas»¹², son elocuentes, poniendo en evidencia los enormes desequilibrios que existen, a este respecto, entre los países desarrollados y el resto del mundo. Por su parte, el célebre informe de Médicos Sin Fronteras de ese mismo año, titulado *Desequilibrio fatal*, era aún más clarificador, poniendo de manifiesto el peso decisivo que los intereses económicos tienen en la investigación biomédica. En efecto, las enfermedades que afectan principalmente a los pobres no son apenas objeto de atención por parte de las grandes compañías farmacéuticas, que dedican el 90 % de sus inversiones en investigación de nuevos

¹⁰ FOLADORI, G., «Nanotecnología, salud y pobreza. ¿Cuáles son las expectativas?», en, Juan R. COCA (coordinador), *Varia biológica. Filosofía, ciencia y tecnología*, León, Contextos, 2008, p. 58.

¹¹ *Ibidem*, p. 59.

¹² <http://apps.who.int/medicinedocs/pdf/s5509s/s5509s.pdf>

tratamientos a enfermedades que afectan sobre todo al 10 % de la población mundial, que concentra las mayores rentas; mientras tanto, a investigar tratamientos más eficaces para las enfermedades que afectan al 90 % de la población, tan sólo se dedica el 10 % de los recursos¹³.

Es de temer, a la vista de los datos disponibles en la actualidad, que este fatídico desequilibrio se siga manteniendo, en relación al uso de la nanotecnología en el desarrollo de nuevos medicamentos. No en vano, en este ámbito más que en ningún otro, resultan hoy ser decisivos los impulsos activadores o inhibidores de la inversión, que provienen de las expectativas de negocio. Iniciativas como la «Alianza para la nanotecnología en el cáncer», del estadounidense NCI (National Cancer Institute)¹⁴ despiertan una expectación considerable, que se traduce en un interés de los inversores por las empresas biotecnológicas que aparecen vinculadas a ella. Algo similar habría que decir, por citar algunos ejemplos más, de las creaciones de tecnocientíficos como Robert Freitas, del Instituto de Fabricación Molecular de California, quien ha elaborado un glóbulo rojo artificial, con capacidad para liberar en la sangre 236 veces más oxígeno que uno natural. Otro tanto habría que señalar a propósito de los ingenios nanotecnológicos que ha creado, capaces de perseguir y destruir determinados microbios que circulan por la sangre¹⁵. Casi no es necesario subrayar, en este sentido, que esos *nanorobots* o los *biochips* nanotecnológicos, utilizados para detectar la presencia de células cancerígenas, forman parte de una medicina que sólo está al alcance de unos pocos. Así pues, el aumento, gracias a la nanotecnología, de la eficiencia en la detección y tratamiento de las más aterradoras enfermedades es ya un lujo que está por encima de las posibilidades de la mayoría de la población. Esta desigualdad en el acceso a los recursos nanotecnológicos supone, por sí misma, aquí como en cualquier otro caso análogo, un grave problema ético.

Pero, llegados a este punto, hay que insistir en una idea que más arriba tan sólo hemos llegado a presentar: a pesar de todos los rasgos que presentan los avances nanotecnológicos, en común con las consecuencias del progreso tecnocientífico en general¹⁶, lo cierto es que la nanotecnología plantea determinados problemas éticos específicos, derivados de su misma naturaleza. En efecto, la propia escala del nanomundo supone la supresión de barreras para la introducción de nanoelementos en los biomateriales y tejidos orgánicos, en general. De ello derivan dificultades de control con respecto a las complejas situaciones nuevas que pueden presentarse y, por tanto, nuevos retos para la ética aplicada.

Así, junto al aumento de los riesgos en campos como la tecnología de uso militar, las tecnologías de vigilancia y control sobre los ciudadanos, la contaminación

¹³ *Fatal Imbalance*, MSF, 2001.

¹⁴ <http://www.cancer.gov>

¹⁵ www.rfreitas.com

¹⁶ CÓZAR ESCALANTE, J.M. DE, *Nanotecnología, Salud y Bioética*, Gijón, SIB, 2010, p. 24.

[Esta obra puede descargarse en formato PDF, desde la página web de la Sociedad Internacional de Bioética, www.sibi.org].





ambiental o las diferencias en la medicalización de la población¹⁷, la introducción de la nanotecnología viene a transformar las relaciones del ser humano con la naturaleza, también con respecto a su propia naturaleza, de una forma específica, diferente de las propias de otras tecnologías empleadas hasta ahora. Es frecuente escuchar, de labios de sus más acérrimos defensores, que la nanotecnología tan sólo supone una novedad relativa, ya que los elementos nanotecnológicos existen desde siempre en la Naturaleza. Es un argumento que sugiere que, como algo natural que es, nada hay que temer en la nanotecnología, pues todo lo que la Naturaleza ha creado es, por definición, bueno. Es obvio que no es así, al menos si estamos refiriéndonos a lo que es bueno en relación con los parámetros humanos. Tampoco lo sería, por otra parte, si aludimos con ello a lo que es bueno, en lo que se refiere a la preservación de la Naturaleza.

Sin duda, para analizar estas cuestiones, lo más coherente es situar la nanotecnología dentro de los avances tecnocientíficos recientes. Así, de la misma forma que la existencia de la radioactividad natural no convierte en superflua la creación de la bomba atómica ni hace inofensiva para los seres humanos y la propia Naturaleza la energía que su explosión desprende, el uso de la nanotecnología plantea serios dilemas, ante los que es necesario posicionarse. Como ya se ha apuntado, la aparición de la nanotecnología supone la entrada en un terreno novedoso y, como suele suceder, esto genera una mezcla de temores y esperanzas. Hasta ahora, los desastres ecológicos que el ser humano ha provocado han tenido, como único efecto positivo, la aparición de una sensibilidad ecológica cada vez más acusada. De igual manera, habría que ubicar en ese lado del balance la puesta en cuestión del optimismo acrítico que en otras épocas acompañó al progreso tecnocientífico. Como hasta el momento ha sucedido en tantos otros campos, también con la nanotecnología nos hemos lanzado a explorar un terreno desconocido sin sospechar apenas lo que podíamos encontrar en él. Parece ser algo innato en el ser humano este dejarse conducir por su curiosidad y seducir por lo novedoso. Lo que ocurre en este caso, no es ya que la curiosidad sea la antesala de una destructora voluntad de dominación, sino que no parece posible, hoy por hoy, controlar, apelando tan sólo a la autorregulación de la comunidad investigadora, algunos de los elementos que la nanotecnología trae consigo.

Por referirnos al campo más evidente, el control de los nanotóxicos genera problemas inéditos, cuya solución es de una dificultad que hoy por hoy nos desborda. No es necesario ser catastrofista ni tener una visión negativa, cerrada y determinista del futuro, para sostener que debe hacerse uso en este ámbito del principio de precaución¹⁸.

Pero quizá la cuestión más relevante venga de la gran dificultad para poner coto al uso inadecuado, desde un punto de vista ético, de estas tecnologías. En efecto, ya sea en la medicina, en la producción de materiales industriales o en los sistemas de

¹⁷ *Ibidem*, p. 26.

¹⁸ DUPUY, J.P., «Rational Choice before the Apocalypse», *Anthropoethics*, vol. 13, núm 3, 2008, pp. 4 y ss.

seguridad y control, los nanomateriales generan cada vez más desconfianza porque, aunque sea de forma intuitiva, los ciudadanos perciben dicha dificultad¹⁹.

En efecto, la especificidad del peligro está aquí asociada a la indetectabilidad del agente al que se asocia, cosa que no sucede con otras tecnologías. De esta forma, por ilustrar la cuestión con otro ejemplo, si se generalizara el uso de vectores nanotecnológicos —cuya eficacia ya ha sido probada— para administrar vacunas, contribuiríamos a solucionar el problema de ampliar la eficiencia de los programas de vacunación, pero introduciríamos en millones de seres humanos elementos nanotecnológicos de los que aún ignoramos cómo se comportarán a largo plazo en esos organismos.

Además de ello, aparecen vinculados a la nanotecnología nuevos riesgos de dominación y discriminación, que no deben en ningún caso despreciarse. En este sentido, sumándolos a los ya apuntados, podríamos traer aquí a colación algunos otros, como los tratamientos contra el cáncer, basados en la nanotecnología y desarrollados experimentalmente en el Michigan Nanotechnology Institute for Medicine and Biological Sciences, por James Baker²⁰, que permiten transportar de forma precisa hasta el interior de una célula cancerosa el elemento químico adecuado para destruirla. O también, los nuevos tratamientos de la diabetes, desarrollados por la profesora Tejal Desai, quien ha conseguido crear mediante nanotecnología un páncreas artificial²¹. Estos constituyen una muestra de procedimientos eficaces pero de alto coste económico, dirigidos, además, a tratar las enfermedades más frecuentes en los países desarrollados.

Se añade a todo esto que los daños adicionales ocasionados, caso de producirse, no serían detectables hasta fases tardías en las que, como ha sucedido ya con trabajadores empleados en el sector, la solución a los problemas de salud creados es muy difícil cuando no ya imposible. Frente a ello la respuesta normativa que hasta ahora se ha dado ha de calificarse, cuando menos, de tibia e insuficiente. En algunos países, diversas asociaciones, como la *American National Standards Institute* (ANSI), el *International Council on Nanotechnology* (ICON), la *US Environmental Protection Agency* (EPA), así como la *International Organization for Standardization* (ISO)²², realizan recomendaciones y tratan de conseguir que los agentes implicados sometan su actividad a ciertos códigos. Poco o nada de esto se da en los países emergentes, en los que se centra parte de la producción nanotecnológica actual. En este sentido, cabe decir que tan sólo China se ha sumado a la iniciativa de la OCDE de crear un «grupo de trabajo sobre la ingenierización de nanomateriales»²³. Por su parte, la Unión Europea estableció, en febrero de 2008, el *Código de conducta para una investigación responsable en el campo de las nanociencias y nanotecnología*, pretendiendo orientar con

¹⁹ BUXÓ, M.J. y CASADO, M. (Coord.), *Nanotecnología y Bioética Global*, Barcelona, Observatori de Bioètica i Dret, 2010, p. 30.

²⁰ www.nano.med.umich.edu

²¹ http://www.nanotech-now.com/news.cgi?story_id=18228

²² BUXÓ, M.J. y CASADO, M. (Coord.), *op. cit.*, p. 32.

²³ *Ibidem*.





esta iniciativa la regulación de este campo de actividad en los Estados miembros. Sin embargo, una debilidad esencial de esta iniciativa es que la adopción de tal código por parte de los investigadores es voluntaria²⁴. Por ello, la *Resolución de 24 de abril de 2009, sobre los aspectos reglamentarios de los nanomateriales*, adoptada por el Parlamento Europeo, cuestionaba la postura de la Comisión, demandando una respuesta legislativa concreta²⁵. En líneas generales ha de resaltarse que, como señala Anna M. Badía Martí, «no existe en la actualidad un marco, ni siquiera programático, que establezca los principios jurídicos internacionales que operan en las nuevas tecnologías»²⁶. La *Declaración Universal sobre Bioética y Derechos Humanos* de la UNESCO, de octubre de 2005²⁷, no ha encontrado, por lo que se refiere al ámbito de la nanotecnología, la continuidad que las prometedoras líneas que abría permitían augurar. En efecto, además de ampliar la presencia de los Comités de Ética, a los que se refiere su artículo 19, tendría que reforzarse el entramado legislativo para imposibilitar o, cuando menos, hacer más difícil un uso pernicioso de la nanotecnología, en línea con lo apuntado en su artículo 20, relativo a la gestión de los riesgos del progreso tecnológico. En suma, todo lo expuesto viene a poner en evidencia la necesidad de una regulación y monitorización más rigurosas de las actividades que se van realizando en este sector. Podríamos concluir estas reflexiones subrayando, una vez más, que las expectativas de beneficio económico ni deben ser el incentivo primordial para el desarrollo de la nanotecnología ni justificar aquello que, desde una perspectiva ética, carece de justificación. Vivimos tiempos en los que la economía ha arrinconado a la política, por ello hoy es más de temer que nunca que acabe asimismo aplastando a la ética. Lo que viene sucediendo en el ámbito nanotecnológico, en el que el espectacular nivel de inversión económica al que hacíamos referencia al inicio de estas páginas no ha venido acompañado de la mejora en la eficiencia de los mecanismos de regulación y control, nos ofrece un elocuente ejemplo de ello.

Recibido: marzo de 2012

Aceptado: junio de 2012.

²⁴ *Ibidem*, pp. 33-4.

²⁵ LECUONA, I. DE, «Nanotecnologías y alimentación humana, implicaciones bioéticas», en, CASADO, M. (Coord.), *Bioética y Nanotecnología*, Pamplona, Aranzadi, 2010, pp. 224-5.

²⁶ BADÍA MARTÍ, A.M., «Nanotecnología, elementos de conexión con el ordenamiento jurídico internacional», en CASADO, M. (Coord.), *Bioética y Nanotecnología*, Pamplona, Aranzadi, 2010, p. 121.

²⁷ <http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001461/146180s.pdf>