

Nanoética buena - Nanotecnología buena¹

ROGER STRAND*
RUNE NYDAL**

Este artículo no identifica “lo nuevo” de los productos nano en sí, sino el hecho de que la nanotecnología emerge como una fuerza fuerte y expansiva de desarrollo científico y tecnológico en un momento histórico en el que hay un consenso emergente de que la reflexión ética tiene que incluirse en la fase inicial; un consenso que por lo menos parece estar en el ámbito político europeo.

Los retos institucionales parecen coincidir con los principales retos intelectuales, surgiendo del mismo contexto histórico. En vez de analizar los “problemas éticos” concretos y a menudo muy limitados que se han identificado alrededor de la nanotecnología actual, proponemos una investigación y reflexión sobre las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad tal y como se han estudiado e investigado en los últimos años dentro de la filosofía y sociología de la ciencia y la tecnología, así como en los estudios “CTS” (Ciencia, Tecnología y Sociedad). Lo que hace falta, es entender y aplicar este conocimiento en el contexto de los retos institucionales que quedan por resolver. Dígase, ¿Cómo llegar a la buena sociedad nanotecnológica?

INTRODUCCIÓN: EL CAMINO QUE LLEVÓ A LA NOCIÓN DE QUE LA ÉTICA ES UNA PARTE NORMAL DEL DESARROLLO NANOTECNOLÓGICO

Cuando se exige la “nanoética”, ¿qué exactamente es lo que hace falta?

Varios informes de diversos países (véase: NSF, 2001; NFR, 2005; RE/RAE, 2004; RNA, 2004; UNESCO, 2006; NAF, 2006) ya recomendaron desde hace años que el desarrollo nanotecnológico siguiera en paralelo al de las competencias éticas. Uno de los puntos comunes de dichos informes es que la nanotecnología es vista como un ámbito de la mayor importancia estratégica; una importancia que incluso se comparara con la revolución industrial del siglo XIX. Además, se puede observar que los informes subrayan la importancia de introducir la ética desde el inicio del desarrollo de la nanotecnología con el objeto de apoyar y reforzar la legitimidad y el reconocimiento de este nuevo campo de la ciencia y la tecnología como una actividad y fuerza positiva para la sociedad.

El propósito de esta reflexión es identificar algunos retos destacados para la ética de la ciencia y la tecnología en este contexto. Nuestra pregunta es metodológica: ¿Cómo formar competencias nano-éticas que pueden contribuir al desarrollo bien pensado, responsable, razonable y **bueno** de la nanotecnología? Esto llamamos el sentido positivo de la ética, contrastado por el sentido negativo que suele dominar actividades éticas, preguntando por los **problemas** éticos que hay que resolver y eliminar. Estamos de acuerdo con Johnsen (2007) y otros de que existe el peligro de que la nanoética se limite a lo negativo, y que las competencias académicas que se están formando, consistan en saber cómo identificar y evitar efectos secundarios dañinos, producto de un desarrollo que en sí se ve como algo positivo.

Las políticas “nano” de Europa y Estados Unidos (EUA) parecen seguir con la misma retórica de legitimización que dominaba la introducción de

* Centro para el Estudio de las Ciencias y las Humanidades, Universidad de Bergen, Noruega.

** Programa de la Ética Aplicada, Universidad Nacional Politécnica de Noruega (NTNU), Noruega.

¹ El trabajo es una versión adaptada de un artículo originalmente escrito para lectores noruegos y publicado en la revista *Etikk i Praksis* (Revista Nordica de Ética Aplicada).



la genómica. Esta retórica se puede ver como reconocimiento, al menos implícito, de que el desarrollo científico-tecnológico está conectado y es parte del desarrollo de la sociedad en general. Para aplicar un término de la filosofía de la ciencia y los estudios CTS; parece emerger la comprensión de que hay una **coproducción** de ciencia, tecnología y sociedad (Jasanoff, 2004). Desde esta perspectiva, la ética tiene un lugar que no es controvertido **dentro** de los procesos de desarrollo. Un ejemplo de nuestro país, Noruega, servirá para ilustrar. En 2001, el Consejo Científico Noruego (NFR) organizó una jornada para la promoción de la genómica funcional. En las comunicaciones de invitación no había duda sobre el mensaje clave: sean como sean nuestros deseos o actitudes hacia la biotecnología, la llegada de la sociedad biotecnológica es un hecho inevitable. En la invitación a la jornada —ampliamente enviada a científicos, políticos, la prensa, la industria y el gobierno— quedó claro que la pregunta no era si la biotecnología sería una fuerza importante en la sociedad futura, sino **cómo** este desarrollo se podría manejar, en qué dirección se podría navegar, y quién tomaría las decisiones. Una de las conclusiones fue alocar 3-5% de los recursos totales públicos para investigación genómica a estudios “ELSA” (aspectos éticos, legales y sociales) siguiendo el modelo del Proyecto Genoma Humano de EUA.

El objetivo de dichos estudios ELSA en Noruega, resultó ser muy parecido a los de EUA. Es decir, la identificación y predicción de aspectos problemáticos, para evitar o minimizar las implicaciones negativas sociales (Fisher 2005). En el plan nacional noruego de la genómica funcional se dijo:

...como cualquier tecnología potente, la biotecnología puede ser objeto de uso y abuso. Por tanto, es necesario conseguir que la investigación siempre siga los principios éticos fundamentales de nuestra cultura.” (FUGE, 2001a; FUGE, 2001b).

La ética aparecía con la función de control, de policía, en el sentido que buscaría evitar los malos usos, abusos e infracciones de valores establecidos.

Es difícil dejar de lado la significancia de la biotecnología y la bioética para entender la demanda por la nanoética y, sobre todo, el deseo de llegar “con antelación” con la ética. Este deseo se entiende mejor en términos de experiencias negativas entorno al avance científico tecnológico propiamente de postguerra, pero también con la recepción negativa —y sorprendente de la biotecnología por las poblaciones europeas occidentales en las décadas de 1980 y 1990: “¡No queremos otro debate transgénico!”

Entre las diversas líneas históricas que se permiten dibujar, nos gustaría señalar el crecimiento gradual de voces críticas públicas en EUA en los años de postguerra via los movimientos para derechos civiles en los 60, también con un enfoque creciente en aspectos normativos de las implicaciones de CyT, que llevaron al *Informe Belmont* y a la consolidación de la bioética como la herramienta para proteger los derechos del individuo de los efectos no deseados del desarrollo de las tecnologías de medicina y genética (Rommetveit, 2007). Visto así, no debe sorprender la iniciativa de James Watson para incluir estudios de “implicaciones éticas, legales y sociales” en el Proyecto Genoma Humano. No (solamente) como un juego estratégico de asegurar la legitimización pública, sino también como una expresión del reconocimiento de que el desarrollo científico y tecnológico no produce autónoma y automáticamente un futuro mejor. Sobre todo, se trataba de identificar y evitar legalmente el riesgo de una injusta e inmoral explotación económica de la información genética; escenarios casi personificados por los esfuerzos y actuaciones de Craig Venter. (Rommetveit, 2007).

Además, ambos lados del Atlántico se enfrentaron con los obvios problemas éticos implicados por los aspectos biopolíticos de la biotecnología humana. En Europa Occidental, incluso la biotecnología agrícola resultó profundamente controvertida; proponentes afirmando la ausencia de evidencia de daño y críticos subrayando la diferencia entre ausencia de evidencia de riesgo y evidencia de ausencia de riesgo. Eventualmente, la resolución del asunto fue un compromiso al Principio de Precaución, sin ningún consenso de cómo aplicar este principio correctamente (Mayer y Stirling, 2004).

Nuestro ejemplo de la jornada en Noruega sobre la Sociedad Biotecnológica en 2001, lo entendemos como una expresión del conjunto de procesos de aprendizaje de las décadas de 1980 y 1990. Los proponentes del desarrollo tecnológico todavía veían la biotecnología como una oportunidad excelente para el desarrollo y mejora de la sociedad, produciendo mejores soluciones en la medicina y la salud pública, la industria y la economía. Sin embargo, esta oportunidad no venía sin riesgos, sobre todo si otros actores no sabían o no querían colaborar y ajustar sus prácticas en la presencia de una tecnología nueva. Ahora los riesgos no solamente consistían en efectos imprevistos de la propia tecnología. Se sumaron también los problemas relacionados a la falta de aceptación de parte de la población, así como los derivados de la ineficiencia de la introducción de dicha tecnología.

El mensaje de la perspectiva de coproducción se había entonces aprendido. Ahora, en el momento de planificar y producir la nanotecnología, tanto los proponentes como los adversarios y críticos de la nueva tecnología

pueden estar de acuerdo entre ellos de que los aspectos éticos y sociales tienen que atenderse con antelación. Sin embargo, la pregunta ha sido, ¿en qué consisten esos aspectos? Una preocupación perfectamente legítima y deseada sobre qué exactamente es el objeto de reflexión.

El asunto ha sido difícil. Primero, porque la nanotecnología era escazamente definida como concepto uniforme, al tiempo que era mucho menos desarrollada y presente, en cuanto tal, que la biotecnología. Segundo porque dentro del conjunto de productos nano —de protección solar, materiales ligeros para coches, y las visiones más abstractas de la convergencia hipotética entre la física, química y biología molecular, etc.—, los rastros de la postulada sociedad nanotecnológica no eran muy bien definidos.

Más adelante volveremos a esta ambigüedad, intangibilidad, oscuridad o simplemente falta de definición como algo mucho más significativo que meramente una falta lamentable de información. Y es que se trata de una característica que define el objeto de una nanoética buena. Una nanoética buena —responsable, razonable, etc.— tiene que ser, en nuestra opinión, una ética para **ciencia y tecnología desconocidas**. Esto es verdad para cualquier ética de ciencia y tecnología, pero es particularmente visible y relevante para la nanotecnología porque la ética se involucra en la fase inicial. Se trata de desarrollar una ética para un “X” todavía no existente. Es esta situación histórica que le da a la nanoética su reto principal y su posibilidad de desarrollar el concepto y los contenidos de ética aplicada como disciplina, conocimiento y práctica. Este reto tiene un carácter doble, intelectual e institucional. Para llegar a esta conclusión, tenemos primero que explicar por qué —en nuestra opinión— los recursos intelectuales e institucionales actuales no sirven para acercarse a responder la pregunta de cómo llegar a la nanosociedad buena.

BIOÉTICA PROFESIONAL, NANOÉTICA Y LA RESPONSABILIDAD PULVERIZADA

Las publicaciones sobre nanoética y estudios ELSA de lo “nano”, ya presentes en la década de 1990, llegaron a una fase de crecimiento exponencial en el primer decenio del siglo XXI. Kjølberg y Wickson (2007) observaron una llamativa falta de progreso cualitativo en la primera literatura nanoética puesto que una gran cantidad de los artículos tienen como afirmación principal que la ética es importante y que la reflexión ética tiene que llegar a tiempo.

Tal vez podamos decir que se observan esfuerzos e intentos iniciales de entender la llegada de la nanotecnología en la sociedad y en la academia, pero también que tales artículos son los primeros resultados de las decisio-

nes políticas de hacer disponibles recursos para estudios nanoéticos antes de la presencia de una comunidad madura de investigadores de nanoética y ELSA-nano. Actualmente, en EUA, la Unión Europea y otros países europeos no miembros, los investigadores ELSA disfrutan de programas para ELSA-nano, financiados con el mismo mecanismo empleado para el caso de los ELSA en biotecnología. Eso es, con 3-5% de los recursos públicos para CyT en este ámbito. La diferencia, sin embargo, es que el dinero total para nanotecnología es mucho más abundante, implicando un posible crecimiento de estudios ELSA. Por ejemplo, estudios ELSA de genómica recibieron 125 millones de dólares en los años de 1990 a 2003, mientras que los estudios ELSA-nano actualmente reciben unos 40 millones de dólares al año.²

Se suma el hecho de que el contenido y los métodos de los estudios nanoéticos y de ELSA-nano también se parecen a los de bioética y ELSA de biotecnología, sobre todo porque los investigadores se han reclutado de las mismas comunidades académicas.

Con tal profesionalización de la bioética, la pregunta ahora es si la nanoética experimentará una profesionalización parecida y del mismo grado. En nuestra opinión, no es evidente que la nanoética deba consolidarse en la misma forma que se ha visto en la fase inicial, afirmando que ética es importante y luego tratando de identificar problemas específicos para prevenirlos y evitarlos. En los artículos, y no menos en los informes gubernamentales y no gubernamentales, se ven estos intentos bastante convencionales de identificar problemas no sólo específicos y concretos sino también supuestamente únicos para nanotecnología. Se pregunta ¿qué peligros son nuevos y únicos por el uso de nanopartículas en la salud y el medio ambiente? ¿qué amenazas hacia la privacidad y la confidencialidad aparecerán con la nano-informática? ¿cuáles son los límites aceptables para aumentar las capacidades biológicas del ser humano? ¿habrá una “nano-división” entorno a quienes pueden acceder a los beneficios producto del avance nanotecnológico? Etcétera (RE/RAE, 2004 y NFR, 2005). En fin, la nanoética parece incorporarse como elemento nuevo en el conjunto de subdisciplinas de ética aplicada, como bioética, ética médica, ética empresarial, etc. Este desenvolvimiento es positivo, en el sentido de que hace falta el desarrollo de formas y foros de discusión y debate sobre nanotecnología, y esfuerzos para definir problemas y aclarar conceptos y argumentos. Pero, la pregunta es si esto es suficiente para una ética de ciencia y tecnología todavía no existente. Lo dudamos, y nuestras razones se encuentran no sólo en la

² “Nanoethics”: The elsi of 21st Century Bioethics? Publicado en el blog de “Editors of The American Journal of Bioethics” (AJOB). (<http://blog.bioethics.net/2006/01/nanoethics-the-elsi-of-21st-century-bioethics/>) Jan 29, 2006.

historia de la ciencia y la tecnología, sino también en la historia contemporánea de la **bioética**, incluso de su genealogía y función actual.

Stephen Toulmin (1982) explicó cómo “la medicina salvó la vida de la ética”. Esta última colocó los aspectos aplicados, y sobre todo la bioética, en el centro de su enfoque, heredando y adoptando los elementos claves de la ética médica tal y como se canonizaban en la Declaración de Helsinki. Estos elementos son: (1) la protección del individuo (paciente) de daño, riesgo y abuso; y (2) el derecho del individuo (paciente) de poder actuar con autonomía. Esta herencia ha tenido implicaciones amplias. Primero, dirige y define las cuestiones éticas en términos de los derechos del individuo en su encuentro directo con la tecnología —es una ética individualizada (Hofmann, 2002). Segundo, no pregunta, ni acepta normalmente como pregunta legítima— si el desarrollo tecnológico es algo deseado o no, ni en el contexto general, ni en muchos contextos particulares. La función de la ética que surge de esta herencia es por tanto la de proveer una *red de seguridad* (safety net) para evitar o manejar el riesgo de efectos secundarios, del mal uso, del abuso, y para asegurar respeto y tolerancia cuando el individuo quiere actuar en base a sus preferencias idiosincráticas (y tal vez, desde esta perspectiva, irracionales). Por ejemplo optando por no participar en proyectos de investigación médica-tecnológica (y así impedir el “progreso”).

Karlsen y Strand (2008) señalan las consecuencias de esta ceguera en el caso de la “regulación ética” europea de colecciones de material biológico humano: los dichosos “biobancos”. Afirman que los elementos éticos en las normativas —sobre todo la institución del consentimiento informado— se redujeron a meras herramientas para conseguir un bien supuestamente indiscutible, es decir, la facilitación de investigaciones de epidemiología genética de gran escala. La función verdadera del consentimiento informado en este caso, las personas siendo **donadores** y ya no pacientes, ya no es la de proteger a un individuo vulnerable de riesgo. Estos individuos a menudo no son muy vulnerables, y el riesgo físico de donar una gota de sangre es casi inexistente. La función más bien es **hacer posible**, legal y “éticamente justificada” la transferencia de material biológico humano, un material potencialmente de gran valor, incluso en sentido económico (Karlsen y Strand, 2008).

En el ámbito de la bioética, hay razones para preguntarse si la ética aplicada no llega a jugar el papel de “idiotas útiles” al servir actores y agendas de ciencia y tecnología, comercio y biopolítica. Un análisis especialmente interesante (y brutal) de la “apolítica de la ética” se dio por un grupo de expertos nombrado por la Comisión Europea (European Commission, 2007). En este informe, muy amplio y teóricamente profundo, se afirma que la ética ha contribuido al déficit democrático en el sentido de que cues-

tiones biopolíticas importantes se han perdido de la vista pública. Dentro de esta forma de ética, los marcos estructurales e institucionales y fuerzas y relaciones de poder se aceptan tácitamente porque no se ven.

Una mirada a los contenidos de asignaturas y libros de texto de bioética no es menos inquietante. En nuestra experiencia, se enseña posiciones y debates de la filosofía moral clásica; y los alumnos aprenden que bioética y ética aplicada en general, consiste en saber analizar y a veces contribuir en llegar a conclusiones en casos (individuales) moralmente difíciles, por ejemplo los “dilemas éticos”. El papel del ético es apoyar y ayudar al actor (el médico, el investigador, el político) en su aclaración de qué es lo moralmente correcto y qué debe hacer, según tal o cual contexto.

La competencia que se exige del ético es entonces saber trabajar con “casos”, identificar y entender la perspectiva del actor y dar consejos relevantes de la perspectiva de ese actor. El camino hacia dichas competencias es a través de filosofía analítica, aprendiendo a delimitar, tipologizar, definir y aclarar. Una *totalkritik*, una crítica total de la civilización occidental o, digamos, una crítica de la mezcla creciente de ciencia y capitalismo monopolístico, no se ve útil en ayudar al actor a tomar su decisión —es decir, si el actor no está dispuesto a tomar acciones radicales que tal vez rompan con las prácticas políticamente correctas. Así ha emergido una disciplina profesional que se puede organizar y diferenciar “científicamente” en expertos de eutanasia; embriones humanos; células madre; derechos de animales; confidencialidad y provacidad; formularios de consentimientos informados, etc. Todo bajo el supuesto implícito de que la solución global de los retos éticos se obtiene sumando las “respuestas éticas expertas” de cada subtemática. En nuestra experiencia se trabaja así en muchos comités que evalúan aspectos éticos de propuesta de proyectos científicos: se hace un “check list”, enumerando los problemas particulares del proyecto, e investigando si hay una solución o manejo aceptable de cada subproblema. Dentro de este marco, discusiones amplias de implicaciones sociales del proyecto no tienen ningún lugar.

Precisa decirse que no estamos en contra del consentimiento informado o las otras prácticas de la ética aplicada. Sin embargo, los análisis “brutales” de la bioética corren el peligro de que —parafraseando un proverbio noruego— “al buscar lo mejor, se acabe siendo enemigo del bien”; esto es que al tratar de alcanzar una solución perfecta, uno desecha buenas opciones y acabe con algo peor. Dicho de otro modo: la situación antes descrita, podría llevarnos a perder de vista la significancia y el valor operacional de comités de ética, regulaciones éticas y la institucionalización de la ética como disciplina ética. Y si bien todo este trabajo tiene valor, el problema ocurre cuando este trabajo se identifica como ética y llena todo el espacio

para la ética. Dado que esto es justo lo que hasta ahora ha pasado, en la sociedad biotecnológica, la responsabilidad ética se ha fragmentado — si no es que pulverizado.

Otra vez basándonos en nuestra experiencia noruega, en este país el Parlamento y el Gobierno repetitivamente subrayaron sus esperanzas para la biotecnología, pero también su sincera preocupación; un sentimiento que produjo una serie de leyes (Ley Noruega de Biotecnología, Ley de Tecnología Genética, Ley del Biobanco, etc) que en sus preámbulos afirman que el propósito es asegurar una regulación éticamente responsable de la tecnología. Sin embargo, las medidas tomadas por estas leyes efectivamente son otra vez una diferenciación institucional en comités, organismos de consejo público, requerimientos de consentimientos informados, etc. También a nivel institucional, y muy práctico, se supone que la solución global de los retos éticos se obtiene sumando las partes éticas. Por tanto, de nuevo vemos que la cuestión fundamental queda sin atenderse: “¿es este un proyecto (científico-tecnológico) **bueno** para la sociedad?”

La expresión “responsabilidad fragmentada” muestra una actitud crítica de nuestra parte. “Responsabilidad delegada / diferenciada” suena diferente. Contra nosotros se podría decir que la sociedad —por lo menos en unos países— ya ha concluido a través de los procesos democráticos convencionales que las tecnologías nuevas son deseadas y bienvenidas (dado que los problemas éticos se resolverán). La innovación tecnológica genera, se podría decir, trabajo, crecimiento económico, y sobre todo una salud pública mejorada. La sociedad biotecnológica ya se ha definido como una visión buena.

Dejamos la discusión pro- y contra- de la biotecnología por ahora, y en cambio veamos cómo la nanotecnología es diferente en una manera que nos da razón para hablar no sólo de fragmentación sino de responsabilidad pulverizada.

Diferente de la bioética, hemos visto cómo proponentes y críticos quieren una nanoética que llegue con antelación. Modelizando la nanoética en la bioética, la paradoja emerge: la inversión masiva en nanotecnología se justifica precisamente por su supuesto potencial revolucionario, es decir, su potencial enorme para transformar la sociedad. Pero a la vez, la misma nanotecnología es una categoría no muy bien definida, diversa y ambigua. Por eso la ética tenía que llegar con antelación. Esto es diferente de la biotecnología ya que en este caso, por lo menos había una visión relativamente clara de las esperanzas y las preocupaciones (véase, por ejemplo, el libro *The Molecular Vision of Life* de Lily Kays (1993)).

Antes de la llegada de la sociedad nanotecnológica no existen las visiones claras y evidentes, pero las prácticas y modelos institucionales para

manejar esta tecnología, suponen que hay visiones bien definidas. Esto es verdad para la ética, pero también para el manejo del riesgo (Kjølberg *et al*, 2007; Kjølberg y Strand, 2008). Y es que se supone que las herramientas para evaluar y manejar riesgos conocidos tienen eficacia en el manejo de peligros poco definidos y parcialmente desconocidos. La situación tal vez parezca “normal”, en el sentido de que el control está en las manos de expertos de ética y riesgo respectivamente, pero la responsabilidad de que la situación verdaderamente está bajo control, se ha pulverizado.

En nuestra opinión, es necesario reconocer y aceptar que el desarrollo de una ciencia y tecnología tan potente como la nano, no está, no estará, ni puede estar bajo control. El desarrollo es **abierto** (Pickering, 1995) y evita predicción y control. El reto aún más urgente en la era nanotecnológica es aprender a vivir en la presencia de esta fuente de indeterminación y manejarla mejor. El trabajo ético no sólo debe avocarse al análisis de problemas éticos, sino también a investigar activa y creativamente, para luego ofrecer evaluaciones éticas de las posibilidades, acciones y prácticas novedosas que estas ciencias y tecnologías pueden crear. La actitud responsable se ve en **no** pretender tener la situación bajo control, sino más bien en participar en los procesos sociales que den forma a la nanotecnología —la gubernanza de la nanotecnología— siempre preguntándose qué futuro nanotecnológico deseamos.

Será evidente para nuestros lectores que el argumento aquí presentado tiene implicaciones radicales para la política actual de nanociencia y nanotecnología dado que un supuesto implícito en tales políticas de todos los países con un sector científico-tecnológico fuerte, es la creencia de que las consecuencias del desarrollo nano serán mayormente positivas. La implicación de esta creencia es que la política debe crear condiciones óptimas para la innovación nano, al tiempo que vigila los problemas éticos emergentes. No obstante, una nanoética adecuada no se puede introducir sin un debate de las políticas contemporáneas de innovación. Ello implica que la nanoética buena no debe aceptar ser relegada a una posición secundaria cuyo rol es apaciguar los aspectos negativos del desarrollo nano mientras que el desarrollo se conforma y se decide positivamente en foros, debates e instituciones donde la nanoética no tiene ningún papel o influencia. Relegar la ética de ese modo implica que el desarrollo nanotecnológico de hecho será resultado de una ética positivista, inmanente y no articulada que surge de los actores mismos y que es arbitraria en el sentido de no haber disfrutado de la articulación e investigación sistemática que la ética aplicada puede ofrecer.

La nanotecnología no es única en su actualización de la necesidad de una ética positiva articulada. Después de unas generaciones dominadas

por creencias optimistas en progreso, ciencia, tecnología, industria, instituciones políticas, crecimiento económico, instituciones de bienestar y, de modo más general, de racionalización, diferenciación y crecimiento en sociedades modernas, las dudas siguen creciendo en países occidentales, particularmente en los últimos decenios. Vemos el grito para “más ética!” como una de las expresiones de estas dudas. Los llamados por más interdisciplinariedad en las ciencias; nuevas formas de participación y deliberación en las democracias; y herramientas nuevas de transversalidad en gestión y gobernanza son otras expresiones parecidas. Todas señalan la necesidad de encontrar prácticas y discursos menos diferenciados y especializados para intentar recapturar la visión global y responsable del desarrollo de las sociedades. El concepto de desarrollo sustentable ha sido uno de esos intentos de manejar los problemas que se producen por la suma y las interconexiones de todas las prácticas y sectores que en sí parecen racionales y razonables.

Aunque un lector quiera darnos “el beneficio de la duda” y aceptar la perspectiva presentada, quedan dos puntos claves en contra de nuestra perspectiva. Primero, la nanoética positiva que queremos básicamente no existe en términos de instituciones y prácticas operativas y funcionales. ¿Qué va a hacer concretamente la ética de antelación? Segundo, hay una fuerte resistencia intelectual en ver cómo se puede cambiar el supuesto de que la ciencia y el desarrollo tecnológico son algo positivo en sí, que no necesita otra justificación que demostrar el control de los efectos secundarios. El valor de la ciencia está sentado muy profundo en nuestra cultura.

Nuestra hipótesis es que los dos puntos están conectados. Las posibilidades constructivas de una nueva nanoética positiva sólo serán visibles al pasar la mencionada barrera intelectual. Por tanto, tenemos que recordar la multitud de análisis diferentes (pero a menudo convergentes) de los últimos 20 años de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad. En lo siguiente vamos a mencionar algunas ideas que consideramos relevantes.

EL DESAFÍO INTELLECTUAL

La obra mayor de Thomas Kuhn (1970), *La Estructura de las revoluciones científicas*, todavía tiene relevancia. Kuhn señalaba que,

...si se considera a la historia como algo más que un depósito de anécdotas o cronología, se puede producir una transformación decisiva de la imagen que tenemos actualmente de la ciencia.

Esta declaración se ha citado muchas veces, quizás porque transmite algo como lo siguiente: Como civilización, no sabemos exactamente en qué



consiste nuestra imagen de la ciencia. Sea como sea, esta imagen sí tiene algunos rasgos que no entendemos o de los cuales no estamos muy conscientes. Sin embargo, nuestra imagen cultural —y filosófica— de la ciencia en gran medida se ha dado por supuesto. En este sentido podemos decir que esta concepción de la ciencia es “nuestra”.

La imagen convencional de la ciencia —que carga de ideales al investigador y a la investigación— se ha mostrado difícil de articular. Dentro de la disciplina emergente de Estudios de Ciencia y Tecnología (CTS), desde hace años se habla de la llamada “visión vieja” (*old view*) y la “visión recibida” (*received view*) (véase: Edge, 1995: 5). Brevemente se puede decir que los estudios CTS con su concepto de “la visión recibida” articulaban una crítica fuerte de la concepción convencional de atribuir a la ciencia una autoridad exagerada. La fuente, o quizá más bien la articulación, de esta autoridad, se encuentra en una forma muy pura en la parte de la filosofía llamada la *epistemología*. Al menos desde Descartes, y a través de los siglos de filosofía de la ciencia, sobre todo en la filosofía anglosajona, la cuestión de la autoridad legítima de la ciencia se tradujo en debates filosóficos sobre la superioridad del conocimiento científico, definido como teorías con ciertas características. El problema, y en el mundo filosófico alemán, francés y español esto se sabía ya en la primera parte del siglo, es que la epistemología solía tener una imagen muy estilizada de la ciencia. Basta mencionar los nombres de Edmund Husserl, Gaston Bachelard y José Ortega y Gasset.

Los últimos 30 años, pero, también en nivel empírico los estudios CTS han conseguido mostrar estas limitaciones, formulando una deconstrucción de casi todos los conceptos claves de la visión recibida (Hacking, 1981): demarcación, acumulación de conocimiento, realismo, la unidad de la ciencia, empiricismo, la distinción entre los contextos de justificación y descubrimiento, la diferencia absoluta entre teoría y observación, y la unicidad de conceptos científicos.

Es preciso afirmar que estas críticas no implican que la ciencia no tenga valor, ni que la ciencia no sea la forma más avanzada de producción de conocimiento. Sin duda, hay contextos y casos donde el debate, e incluso, la lucha sobre la autoridad de la ciencia y de otras formas de conocimiento tiene relevancia y, a veces, urgencia. Este artículo, no obstante, se trata de otra cuestión: de cómo producir —co-producir— una nanoética y una nanotecnología que sirvan a la sociedad. Por tanto, nuestro interés en las críticas de la visión recibida se basa no en algún deseo nuestro de menospreciar la ciencia, sino en la necesidad de encontrar perspectivas constructivas para entender las dinámicas de desarrollo de ciencia y tecnología. En este sentido, vemos que los estudios CTS han logrado (al menos parcialmente) girar los debates y las reflexiones sobre la ciencia de las discusiones bastante

estrechas de la epistemología y hasta perspectivas más institucionales, enfocándose en las relaciones entre ciencia, o mejor, las *ciencias* en plural, y la sociedad, tal y como son y están cambiando.

Permítanos recordar algunos ejemplos. La distinción de Silvio Funtowicz y Jerome Ravetz (1993) entre ciencia normal y *ciencia posnormal*, así como la de Michael Gibbons y colegas (Gibbons *et al*, 1994; Nowotny *et al*, 2001) entre dos formas de producción de conocimiento que denominan “modo 1” y “modo 2”. Ambos casos son ejemplos de propuestas para entender la relación entre ciencia y el mundo; de cómo es la relación y de cómo debería ser. La ciencia posnormal —o las condiciones modo 2— generan un contraste ante la imagen recibida (ciencia normal o modo 1) que por razones diferentes necesita una revisión. Ambas perspectivas señalan que la actividad científica no se puede entender bien como actividad delimitada y autónoma. Funtowicz y Ravetz demuestran como una parte creciente de la investigación científica implica riesgos ecológicos y/o económicos o, digamos, éticos. Gibbons y sus colegas explican cómo el sector de producción de conocimiento está cambiando porque la investigación ya no se encuentra en buena medida en “la torre de marfil”, sino organizada dentro y por redes industriales-políticas-académicas. Esto es, lo que Ziman (2000) llamó la ciencia post-académica. En fin, hay que reflexionar acerca de que está cambiando lo que se ha llamado “el contrato social” de la ciencia (Winner, 1993; Guston y Keniston, 1994; Lubchenco, 1997; Gibbons, 1999; Demeritt, 2000; y Gallopin, Funtowicz, O’Connor y Ravetz, 2001).

El desafío intelectual de construir una alternativa a la visión recibida, consiste en (a) entender mejor cuáles ideales científicos siguen operativos, y (b) hacer una revisión crítica de los ideales basándose en la descripción actualizada de la ciencia. Gibbons *et al*. (1994) lo expresan así en la introducción de *New Production of Knowledge*:

Este volumen esta dedicado a explorar los cambios en el modo de producción del conocimiento en la sociedad contemporánea [...] Ningún juicio de valor es hecho sobre tales tendencias —esto es, si son buenas y por tanto deben ser estimuladas, o malas y por tanto rechazadas— pero sí se muestra que esos cambios aparecen más frecuentemente en aquellas áreas que actualmente definen la frontera y entre aquellas que se consideran como líderes en sus distintos campos (Gibbons, 1994: 1)

La nanotecnología con todo y su vínculo a la retórica de la convergencia de las ciencias naturales, parece ser hoy por hoy la arena (o frente) *por excelencia* de cambio y desarrollo dentro de las ciencias naturales, apta para comprensiones de los aspectos dinámicos de ciencia, tecnología y sociedad.

Por lo anterior, vale preguntarse entonces qué cambios y tendencias merecen apoyo. Ante tal interrogante, las grandes líneas de análisis de la *modernidad* pueden ayudar a clarificar, explicando por qué ha sido tan difícil a través de los últimos siglos producir una imagen alternativa de la ciencia. Queremos destacar a Charles Taylor y Bruno Latour cuyas perspectivas, bastante diferentes, complementan a la otra y describen y luego critican la constelación de discusiones y actividades epistémicas y éticas en la modernidad (véase también Nydal, 2006).

Latour (1993) describe la escenificación de las condiciones para la ética dentro de la modernidad como un “trabajo de purificación”. Esto forma una categoría distinta y característica de la modernidad, complementada por el “trabajo de traducción” que se hace en la producción de sistemas socio-tecnológicos grandes y robustos. El trabajo de purificación adopta varias formas de vigilio intelectual, argumentando e insistiendo en la separación entre la esfera humana, social y cultural de lo material y técnico. Por ejemplo, en la modernidad ya no hay signos y sentido en la naturaleza; esto es algo que existe en nuestras cabezas humanas y en nuestras *interpretaciones* de la naturaleza. El trabajo de purificación, según dice Latour, es importante para mantener la constitución moderna, y apoya y refuerza el trabajo de traducción haciendo invisible el carácter de ese último.

Podemos decir que el esfuerzo intelectual de Latour y otros autores que elucidar el trabajo de traducción ha conmovido el orden normativo que Latour denominó como la constitución moderna (Latour, 1999; Latour, 2004). El concepto del trabajo de traducción dirige la atención hacia la ética immanente dentro de la ciencia, y la gobernanza de la ciencia que normalmente elude la atención ética. Este orden normativo se caracteriza, por ejemplo, en divisiones de trabajo con sus respectivas identidades profesionales que delimitan los papeles legítimos de los expertos.

Esto se ve aún más claro en los análisis del filósofo Charles Taylor, que —como Latour— critica el papel destacado de las discusiones epistemológicas en la cultura occidental. Las preguntas epistemológicas se han presentado como “fundamentales”, en el sentido de que se entendían como cuestiones que se tienen que plantear y resolver **primero**, antes de pasar a cuestiones políticas o éticas (Taylor, 1995). El punto común de Latour y Taylor es que tenemos que enfrentarnos a la tradición epistemológica no sólo por su contenido (los debates epistemológicos), sino también investigando y entendiendo el papel que ese contenido ha tenido en la organización y mantenimiento de nuestra sociedad. En otras palabras, revisar o corregir tal contenido, implica una reflexión y revisión de las prácticas de las que el contenido intelectual forma parte. Se trata de algo más grande y más difícil que solamente corregir unas ideas equivocadas.



En *"Philosophy and its History"* (1984), Taylor introduce el concepto de modelo epistemológico. El análisis de tal modelo lo entendemos como aquel de tipo cultural de la modernidad, que pretende articular el orden normativo implícito que participa en la formación de ideales del buen comportamiento, en una pletera de prácticas en las culturas occidentales. Taylor no analiza el modelo epistemológico como pensamiento equivocado, sino a la luz del contexto histórico del establecimiento de esta tradición y su concepto de conocimiento —conocimiento como representaciones del mundo. Este concepto de conocimiento era la reacción histórica al desarrollo de las ciencias mecanicistas alrededor del siglo XVI y XVII. El hecho que la epistemología luego parecería la disciplina fundamental, en vez de una reacción y un intento de dar sentido a un desarrollo científico particular, revela una forma de olvido colectivo de las razones particulares de dicha reacción, dice Taylor. El problema, sin embargo, es que nuestra sociedad contemporánea es tan diferente de la del renacimiento, que las ideas y argumentos de esa última ya no son adecuados —a los que normalmente todo el mundo nos adherimos espontáneamente en pensamiento o práctica. Necesitamos reflexionar mejor. La sociedad, dice Taylor, "...ya no es fiel al original" (Taylor, 1984: 25).

Lo que pretendemos señalar entonces, es que las ideas y las prácticas éticas que criticamos arriba, están basadas en la constitución moderna y en el modelo epistemológico heredados casi como parte de nuestro patrimonio cultural. El contenido de ese patrimonio sin embargo, no tiene que ser válido hoy en día, ni adecuado, ni obligatorio.

DESAFIOS PRÁCTICOS E INSTITUCIONALES

Expresábamos arriba nuestra duda sobre un desarrollo de una nanoética que surge y continúa desde la tradición de la bioética y sus prácticas. Creemos que el contexto histórico actual de la nanotecnología crea oportunidades para desarrollar y probar en la práctica una ética no-moderna, o digamos una ética para condiciones posnormales y/o modo 2.

Daremos algunos ejemplos que otra vez se limitan a nuestra experiencia en Noruega y el continente Europeo. Queremos disculparnos por este fallo. Con suerte hay algo aplicable o relevante en nuestro análisis, o más bien en nuestras propuestas.

En Noruega, el Comité Nacional de Ética en Investigación de Ciencia y Tecnología (NENT; vease <http://www.etikkom.no/English/NENT>) adoptó en 2007 directrices nacionales de ética en investigación. Tratan explícitamente la responsabilidad social de la ciencia, y la necesidad de una ética que acepta responsabilidad para las consecuencias sociales en sentido

amplío y con antelación. Debido a que Noruega también tiene una *Ley de Ética en Investigación* (de 2006), las directrices tienen un cierto poder, pero no queda muy claro cómo se tienen que implementar. Los requerimientos negativos se pueden implementar a través de procesos de aprobación y sanción, tal como hacen casi todos los comités de ética hoy en día. La responsabilidad amplía, sin embargo, se expresa más bien en requerimientos positivos. Por ejemplo, “la investigación tiene que apearse al principio de desarrollo sostenible” o “la investigación tiene que contribuir a la paz y la democracia”. La implementación en este caso tiene que ser diferente.

Las exigencias positivas tienen un lugar todavía más destacado en la recomendación de la Comisión Europea sobre un código para una investigación responsable en el campo de las nanociencias y las nanotecnologías (European Commission, 2008). Incluso, se afirma que las recomendaciones se dirigen a todas las “partes interesadas en las nanociencias y las nanotecnologías” (preámbulo (9)) —hasta ONGs y la “sociedad en general”. A todos se invita al desarrollo bueno de la nanotecnología, ya sea como expertos, profesionales o sencillamente ciudadanos. Por supuesto, tales recomendaciones son exigentes y realmente controversiales porque desafían patrones establecidos de división del trabajo. Por ejemplo, obligan a la comunidad de investigadores a ser responsables de explicar el **sentido** de la investigación para la sociedad en general:

...las actividades de investigación sobre nanociencia y nanotecnología deben ser comprensibles para el público. Deben respetar los derechos fundamentales y llevarse a cabo en interés del bienestar de las personas y de la sociedad en su diseño, ejecución, difusión y uso. (European Commission, 2008: Art. 3.1)

Más concretamente que nunca, estas recomendaciones abren el camino para medidas y procesos que tienen el objetivo de “democratizar” la ciencia, en buena correspondencia con varias teorías sobre ciencia, tecnología y sociedad de la década de 1990 (véase: Stengers, 1997; Funtowicz y Ravetz, 1993). No es casual que la nanotecnología sea el “caso de prueba” de esta ética pos-normal, no normal, posacadémica, no moderna —la etiqueta depende del gusto teórico— y lo interesante es que los teóricos de esos campos de repente se sitúan en *posición* y no sólo en oposición a los discursos de poder. El desafío personal a los críticos es si ahora tenemos aptitud y voluntad para tomar responsabilidad y ver con una mente abierta y humilde, si las nuevas respuestas funcionan y verdaderamente contribuyen a mejorar la nano-sociedad.

En términos prácticos, los trabajos de comités, prohibiciones, aprobaciones y sanciones no parecen muy adecuados para implementar las directrices noruegas y las recomendaciones europeas. Conforme a la perspectiva de coproducción, lo lógico sería exigir y/o estimular el debate público y un nivel de contacto y coordinación mejor entre sectores diferentes y entre expertos diferentes. Las directrices, normativas y recomendaciones a lo mejor funcionarán mejor con el objetivo de entendimiento y reconocimiento, que mediante la coerción y la fuerza. No se trata tanto de descubrir y penalizar lo malo, sino hacer un esfuerzo colectivo de aclarar lo bueno. Luego, el colectivo que hizo el esfuerzo puede buscar medidas —un grupo de investigación puede ajustar la dirección de sus proyectos; una universidad, un consejo de ciencia o un ministerio puede dar prioridades a ciertas estrategias de investigación; etcétera.

Lo más enérgico que sea la aclaración, lo más fuerte será la transformación de algunas de las prácticas convencionales de la ética, el derecho y la política. Por lo tanto, la ética positiva sobre todo se tiene que implementar en procesos abiertos buscando un entendimiento colectivo y no en forma de jueces éticos.

La ética positiva no debe intentar monopolizar el debate público sobre la sociedad nano, ni debe ser la forma preferida de experiencia ética que monopolice la nanoética. Eso sería antidemocrático e involucraría el riesgo de lo que el grupo europeo de expertos llamó “la apolítica de la ética”.

Somos optimistas en lo que refiere a la contribución constructiva futura de la ética y de los especialistas en dicha disciplina. También porque nuestra propuesta es que esa ética continuamente se tiene que medir y codesarrollar en términos de las contribuciones buenas que dé a los procesos de desarrollo del sistema nanotecnológico socio-técnico. Es importante, sin embargo, que tal coproducción no sea una armonía cooptada; los especialistas en ética siendo el lubricante para la máquina industrial de innovación y crecimiento económico. El papel del ético no es él de facilitar el desarrollo nanotecnológico. Las estructuras de poder se visibilizan, desaffan y se demandan a la acción cuando el ético toma (o tenga que tomar) el papel del “outsider”, o del bufón, y cuestione la necesidad de algunas nanopartículas o la conveniencia de la política de innovación de tal o cual gobierno. El papel del ético es argumentar y también osar dejar la conversación cuando haga falta. La nanoética responsable exige la posibilidad de que los éticistas a veces sean insistentes, que sean una fuente de “ineficiencia”, una piedra en el máquina (por así decirlo).

Así vemos cómo el desafío institucional y el desafío intelectual están relacionados: hay que ver que la producción del conocimiento y de la nue-

va tecnología tiene que subordinarse al valor de la totalidad (de la sociedad, de la naturaleza), y no al revés.

BIBLIOGRAFÍA

- Demeritt, D. (2000) The New Social Contract for Science: Accountability, Relevance, and Value in US and UK Science and Research Policy. *Antipode* (32) 308-329.
- Edge, D. (1995) Reinventing the Wheel. En Jasanoff, S., Markle, G. E., Petersen, J. C. and Pinch, T. (eds.) 1995 *Handbook of Science and Technology Studies*. London: Sage Publications.
- European Commission (2007) *Taking European Knowledge Society Seriously*. Report of the Expert Group on Science and Governance to the Science, Economy and Society Directorate, Directorate-General for Research, European Commission.
- European Commission (2008) Code of Conduct Commission recommendation of 07/02/2008 on a code of conduct for responsible nanosciences and nanotechnologies research, C(2008) 424, Brussels (http://ec.europa.eu/nanotechnology/pdf/nanocode-rec_pe0894c_en.pdf)
- Fisher, E. (2005) Lessons learned from the Ethical, Legal and Social Implications program (ELSI): Planning societal implications research for the National Nanotechnology Program. *Technology in Society* (27) s. 321-328
- FUGE 2001a Funksjonell genomforskning i Norge — et sammendrag [Genómica funcional en Noruega — un resumen], Oslo: *Norges forskningsråd*.
- FUGE 2001b Funksjonell genomforskning i Norge — en nasjonal plan [Genómica funcional en Noruega — un plan nacional]. 2001 Oslo: *Norges forskningsråd*
- Funtowicz, S. y Ravetz, J. R. (1993) Science for the post-normal age. *Futures* 25, s. 739-755.
- Gallopín, G. C., Funtowicz, S., O'Connor, M. y Ravetz, J. 2001. "Science for the Twenty-First Century: From Social Contract to the Scientific Core". *International Social Science Journal* (53) s. 219-229.
- Gibbons, M. (1999) Science's new social contract with society, *Nature* 402, s. C81 - C84.
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P. y Trow, M. (1994), *The new production of knowledge*. London: Sage.
- Guston, D y Keniston, K. (1994) Updating the Social Contract for Science. *Technology Review* (97) 60-69.
- Hacking, I. (ed) (1981) *Scientific Revolutions*. Oxford: Oxford University Press
- Hofmann, B. (2002) Pasientautonomi som etisk rettesnor - en kritisk gjennomgang [Autonomía del paciente como guía ética — una investigación crítica], *Sykepleien*, 17, s. 39-44.

- Jasanoff, S. (2004) *Ordering Knowledge, Ordering Society*. I Jasanoff, S. (ed.) *States of Knowledge: The Co-production of Science and the Social Order*. London: Routledge.
- Johnson, D. G. (2007) Ethics and Technology 'in the Making': An Essay on the Challenge of Nanoethics. *NanoEthics* (1), s.21-30.
- Karlsen, J. R. y Strand, R. (2008), The ethical topography of research biobanking, *manuscrito bajo evaluación*.
- Kay, L. (1993) *The Molecular Vision of Life*. Oxford: Oxford University Press.
- Kjølborg, K. y Strand, R. (2008), European Strategies for Regulating Nanoparticles, En, J. van der Sluijs, J. Ravetz y K, Kjølborg (red): Innovative approaches for the governance of complex science and technology issues: Towards a post normal practice, *en preparación*.
- Kjølborg, K. & Wickson, F. (2007) Social and Ethical Interactions with Nano: Mapping the Early Literature. *NanoEthics*, (1) s. 89-104
- Kjølborg, K., Delgado, G., Wickson, F. y Strand, R. (2007) Models of Governance for a Socially Robust Development of Converging Technologies, *Technology Analysis & Strategic Management*, (20) s. 83-97.
- Kuhn, T. (1970) *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago University Press, 2nd ed.
- Latour, B. (1993) *We Have Never Been Modern*. New York: Harvester Wheatsheaf.
- Latour, B. (1997) Stengers's Shibboleth. I Stengers, I. *Power and Invention. Situating Science*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Latour, B. (1999) *Pandora's Hope. Essays on the Reality of Science Studies*. Cambridge: Harvard University Press.
- Latour, B. (2004) *Politics of Nature - How to Bring the Sciences into Democracy*. Cambridge: Harvard University Press.
- Lubchenco, J. (1997) Entering the Century of the Environment: A New Social Contract for Science. *Science* (279) s. 491-497.
- Mayer, S. & Stirling A. (2004) GM crops: good or bad? *EMBO reports* 5 (11) s. 1021-1024.
- NFR (2006): National Academics Forum. Environmental, Social, Legal and Ethical Aspects of The Development of Nanotechnologies in Australia. A report for The National Nanotechnology Strategy Taskforce. Department of Industry Tourism and Resources. Parville Vic: National Academics Forum
- NFR (2005): Nanoteknologier & nye materialer: Helse, miljø, etikk & samfunn. [Nanotecnología y materiales nuevos: Salud, medio ambiente, ética y sociedad]. Oslo: Norges Forskningsråd.
- Nowotny, H., Scott, P. & Gibbons, M. (2001) *Rethinking Science*. Cambridge: Polity.
- NSF, National Science Foundation (2001) *Societal Implications of Nanoscience and Nanotechnology*. Report from the Workshop held at the National

- Science Foundation, Sept. 28-29, 2000. Roco M.C. and Bainbridge, W. (eds)
- Nydal, R. (2006) *Rethinking the topoi of normativity. Co-production as an alternative to epistemologically modelled philosophies of science*. Tesis de Dr. Art., Dept of Philosophy, Trondheim: NTNU.
- Pickering, A. (1995) *The Mangle of Practice*. Chicago: The University of Chicago Press.
- RE/RAE (2004) Royal Society and Royal Academy of Engineering: *Nanoscience and Nanotechnologies: Opportunities and uncertainties*. London: Royal Society.
- RNA (2004): Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences. *How big can small actually be? Some remarks on research at the nanometre scale and the potential consequences of nanotechnology*. Prepared for the Dutch Minister of Education, Culture and Science. Amsterdam: Royal Netherlands Academy.
- Rommetveit, K. (2007) *Biotechnology: Action and choice in second modernity. Tesis de Dr. Art.* Bergen: Universitetet i Bergen.
- Stengers, I. (1997) *For en demokratisering av vitenskapene*. Oslo: Spartacus forlag
- Taylor, C. (1984) Philosophy and Its History. I Rorty, R., Schneewind, J. B. and Skinner, Q. (eds.) *Philosophy in History*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Taylor, C. (1995) Overcoming Epistemology. *Philosophical Arguments*. Cambridge: Harvard University Press.
- Toulmin, S (1982) How Medicine Saved the Life of Ethics. *Perspectives in Biology and Medicine* 25, s. 736-750.
- UNESCO (2006): United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). *The Ethics and Politics of Nanotechnology*. Paris: UNESCO.
- Winner, L. (1993) A New Social Contract for Science. *Technology Review* (96) 65.
- Ziman, J. (2000) *Real Science. What it is and what it means*. Cambridge, The Cambridge University Press.

EVENTOS

▼ 25-28 de enero de 2009

Nanomedicine Conference 2009

Antigua y Barbados. Conferencia Internacional sobre “Nanomedicina y Nanotoxicología” organizada por Zing, el Imperial College de Londres (Inglaterra) y la Universidad College de Dublin (Irlanda).



Más información en: www.zingconferences.com/index.cfm?page=conference&intConferencelD=45&type=conference

▼ 27 de febrero de 2009

Nanotoxicology: Health & Environmental Impacts

Nanotoxicology: Health & Environmental Impacts



BioPark Hertfordshire. Welwyn Garden City, Hertfords hire, Reino Unido. Conferencia Internacional presidida por el Dr. Shareen H. Doak de la Universidad de Wales Swansea del Reino Unido. Abordará tópicos como las implicaciones a la salud de las nanopartículas;

los peligros de los nanotubos de carbono; la vinculación entre toxicología y ecotoxicología; efectos, comportamiento, destinos y ecotoxicología de las nanopartículas en aguas naturales; efectos tóxicos de nanomateriales en las truchas; etcetera.

Más información en: <https://www.regonline.co.uk/builder/site/Default.aspx?eventid=161852>