

## Aprendiendo del futuro: Gobernando la nanotecnología

### *Learning from the future: Governing Nanotechnology*

Anna García Hom \*

“A vosotros los audaces buscadores e indagadores y a quienquiera que alguna vez se haya lanzado con astutas velas a mares terribles, -a vosotros los ebrios de enigmas, que gozáis con la luz del crepúsculo, cuyas almas son atraídas con flautas a todos los abismos laberínticos: -Pues no queréis con mano cobarde seguir a tientas un hilo; y allí donde podéis adivinar, odiáis el deducir...” (Nietzsche, 1892: 228)

El desarrollo científico y tecnológico actual nos conduce innegablemente a, como mínimo, dos resultados: primero, un incremento sin precedentes de la complejidad y la incertidumbre y, con ello, de sus efectos sobre los procesos de toma de decisiones. Segundo, actualmente, y a tenor de una cada vez mayor presencia de nuevas tecnologías, la necesidad de desarrollar un nuevo modelo de gestión de aquellas incertidumbres que exige superar y complementar los modelos de gestión de riesgos hasta hoy al uso. Precisamente por ello, este artículo centra su principal objetivo en la propuesta de un modelo de gestión que denominamos de gobernanza anticipatoria y que usa la prospectiva y las técnicas de análisis de inteligencia como las herramientas más adecuadas para tratar con aquellos fenómenos. Así, en primer lugar, se abordará el debate aún pendiente de la distinción entre peligro y riesgo para después adentrarnos en la descripción de lo que consideramos los tres modelos de gestión de riesgos, si bien centrandó nuestra atención en la propuesta de desarrollar un modelo basado en la anticipación y la comprensión de un futuro incierto y complejo.

261

**Palabras clave:** riesgo, peligro, gobernanza anticipatoria, prospectiva, futuro

*Current scientific and technological developments will undeniably lead to, at a minimum, two results: 1) an unprecedented increase in complexity and uncertainty which will have multiple effects on decision making processes; and 2) due to the increasing presence of new technologies today, the need to develop a new model to manage those uncertainties: the creation of this new model demands going beyond and complementing current risk management models. The main objective of this article is to propose a management model that we call anticipatory governance and that uses future studies (foresight) and intelligence analysis techniques as the tools most adapted to deal with those phenomena. In this way, we not only participate in the still open debate on the distinction between danger and risk, but we also describe what we consider to be the three models of risk management, focusing on our proposal to develop a model based on the anticipation and comprehension of a complex and uncertain future.*

**Key words:** risk, danger, anticipatory governance, foresight, future

\* Investigadora principal del Centro de Investigación en Gobernanza de Riesgos de la Universitat Autònoma de Barcelona (GRISC-UAB). Sitio web: [www.grisc.cat](http://www.grisc.cat). Correos electrónicos: [anna.garcia@uab.cat](mailto:anna.garcia@uab.cat) y [agahom@gmail.com](mailto:agahom@gmail.com).

## Introducción

Cuenta la leyenda que Dédalo, gran arquitecto del laberinto de Creta, fue condenado a cumplir condena junto a su hijo Ícaro en el laberinto que él mismo había construido. Vigilado día y noche por tierra y por mar, el aire era su única vía posible de escape. En el intento de huir, solicitó a sus carceleros plumas y cera y con todo ello creó unas alas para él y para su hijo. Tras numerosas pruebas y ensayos, finalmente aprendieron a utilizarlas y, lo que es aún más importante, los peligros que conllevaba su uso. Así llegó el día de huida. Si bien antes Dédalo advirtió a Ícaro muy seriamente que no se acercase mucho al sol, porque la cera se fundiría, ni tampoco al mar, porque la sal endurecería la cera y la haría demasiado pesada. Juntos emprendieron el vuelo y se mantuvieron siempre en una posición adecuada para sus necesidades tal y como habían ensayado tantas y tantas veces. Pero Ícaro se confió, y empezó a subir más y más alto, admirado de todo cuanto le rodeaba, y en su descuido se acercó tanto al sol que se desprendieron sus sujeciones, se derretió la cera y las plumas se separaron, haciéndole caer al mar.

En el mito de Dédalo e Ícaro, la libertad es el principio del arte entendido como ciencia. Una ciencia no exenta de peligros, que puede ser al mismo tiempo tan liberadora como mortal si se usa con imprudencia y que en los albores de este nuevo milenio nos permite asistir atónitos al nacimiento de una nueva tecnología como si de una cosmogonía se tratara. Las nanotecnologías, objeto de atención de este artículo, parecen ofrecernos, no sólo profundos cambios en potentes áreas de aplicación, sino que brindándonos la oportunidad de volar más alto nos permiten soñar en un futuro, quizás, mejor.

262

Un vuelo que, sin embargo, tal y como Dédalo advirtió a Ícaro, no está exento de peligros. O mejor, en nuestro caso, de incertidumbres. Dédalo jugaba con una gran ventaja que hoy en día nosotros no poseemos. Él sabía positivamente que si volaba demasiado alto la cera se derretiría y si lo hacía demasiado bajo la cera se endurecería. Y con esta información trazó una ruta, que de haber sido respetada habría llevado a Ícaro sano y salvo a tierra firme.

La práctica de la predictibilidad (como un vector de control o monitorización, tal y como nosotros lo consideraríamos) por parte de los humanos era una cuestión algo incierta. Seguramente la adquisición de conciencia de los peligros corre pareja con el desarrollo de métodos para identificar las conexiones causales entre los efectos adversos y los distintos tipos de actividades peligrosas.<sup>1</sup> De acuerdo con Bernstein, este nuevo dispositivo conceptualizador creó una línea divisoria histórica:

1. Esto sería el caso de los análisis modernos del riesgo, los cuales tienen su raíz en la teoría de la probabilidad y en el desarrollo de mecanismos para determinar la fuente del daño y sus consecuencias o efectos adversos. (Molak, 1997: 3-4)

“Qué es aquello que distingue los millones de años de la historia de aquello que nosotros pensamos como tiempos modernos. La respuesta va más allá de progreso de la ciencia, la tecnología, el capitalismo y la democracia (...) La idea revolucionaria que define el límite entre los tiempos modernos y el pasado es el dominio del riesgo: la noción de que el futuro es algo más que un capricho de los dioses y que los hombres y mujeres no son pasivos ante la naturaleza. Hasta que los seres humanos no descubrieron una forma de cruzar ese límite, el futuro era el espejo del pasado o el dominio oscuro de los oráculos y adivinos que retenían el monopolio sobre el conocimiento de anticipar los acontecimientos (...) La capacidad de definir qué podría suceder en el futuro y escoger entre alternativas se encuentra en el corazón de las sociedades contemporáneas. La gestión del riesgo nos guía sobre un vasto abanico de toma de decisiones: desde la distribución de riqueza a la protección de la salud pública, desde la lucha contra la inflación a la planificación de una familia, desde el pago de prima de seguros a llevar cinturón de seguridad, desde planificar el cultivo de maíz hasta comercializar cereales”.<sup>2</sup>

Más aún, el método científico solo se impuso en la medida en que el hombre empezó a concebir el mundo como una mera relación de causa y efecto y asumió que el objetivo principal de toda búsqueda de conocimiento era el descubrimiento de las conexiones causales desprovistas de cualquier finalidad u objetivo. En este sentido, coincidimos con Elías en que “no ha habido separación de forma y contenido: cuando apareció la concepción mecánica del mundo, apareció al mismo tiempo un método de investigación adecuado a ésta” (Elías, 1990).

263

En el caso de las nanotecnologías, hoy nosotros carecemos de información suficiente para determinar con absoluta certeza a qué nos enfrentamos y cómo lo afrontamos. No sabemos con exactitud qué peligros acechan nuestro camino, lo que nos dificulta en nuestra tarea de desarrollar un análisis preciso de riesgos y nos obliga a caminar por un sendero de tinieblas, sin ningún mapa, sólo con una brújula que se actualiza a cada instante.

Frente a esto, y a tenor de ciertas experiencias que han precedido nuestro desarrollo científico y tecnológico, deberíamos desarrollar un método que ayudándonos a orientarnos en la oscuridad, nos permita gobernar un futuro, hoy, más incierto. La gobernanza anticipatoria aplicada al campo de las nanotecnologías podría pensarse como una nueva ruta para gobernar dicho futuro.

El objetivo de este artículo es apuntar una aproximación a la idea de gobernanza anticipatoria como una metodología para la gobernanza de las tecnologías

2. Como explica el autor (Bernstein, 1996), fue este dispositivo el que usaron los reyes del Antiguo Régimen para calcular su población futura en vistas a las necesidades militares y financieras. Pero fue la probabilidad, y de manera fundamental, la que llevó al desarrollo de planes de seguros, en primer lugar con vistas a los barcos, a los seguros de vida y a los seguros contra incendios.

emergentes y más específicamente, en nuestro caso, para las nanotecnologías.<sup>3</sup> Tecnologías que, como a Dédalo, nos deberían permitir hacer lo que nada ni nadie antes hizo. Nuestro objetivo no es entrar en consideraciones ético-morales ni debates vinculados al principio de precaución pues entendemos que ambas cuestiones se ubican en otro ámbito: el del aprendizaje del presente.

La estructura de estas líneas pretende, en primer lugar, problematizar, brevemente, la cuestión epistemológica relativa a los conceptos de peligro y riesgo y su incorporación al ámbito de la denominada gobernanza anticipatoria. En segundo lugar, apuntar a una propuesta de un modelo de toma de decisiones basado en la gobernanza anticipatoria que tiene la incertidumbre como protagonista del proceso y que acorde con un contexto de ciencia post-normal (Funtowicz y Ravetz, 1992: 85-123) propone una fórmula que consiste en la creación colectiva de escenarios futuros y de herramientas para su gestión.

### **Sobre el peligro y el riesgo**

El primero de los aspectos a analizar hace referencia a la construcción del significado de peligro y de riesgo en un contexto de tecnologías emergentes y, más concretamente, en el contexto de las nanotecnologías. A modo de catalizador tecnológico, las nanotecnologías parecen revolucionar gran parte del conocimiento científico acumulado hasta la fecha. Para los propósitos de nuestro artículo, trazan además una clara frontera entre lo que podríamos calificar como peligro ontológico y riesgo epistemológico.

264

A lo largo de las últimas décadas, en los estudios sociales sobre riesgos, ha existido una cierta tendencia a utilizar los conceptos “peligro” y “riesgo” de manera confusa e intercambiando a menudo sus significados, dando lugar a un sistema interpretativo del peligro y del riesgo insuficiente para abordar, en nuestro caso, las nanotecnologías. Ambos significados son incluso demasiado estáticos y rígidos al estar excesivamente desvinculados de la acción y de la vida humanas.<sup>4</sup> Para ello consideramos necesario avanzar en el desarrollo de modelos conceptuales más acordes a aquellos, permitiéndonos una aproximación a nuestro caso de estudio a partir de una distinción fundamental: la prevención de peligros y la gobernanza de riesgos.

3. Entendemos por tecnologías emergentes aquellas que se derivan de los nuevos conocimientos o de la aplicación innovadora del conocimiento existente y que llevan a un rápido desarrollo de nuevas capacidades. Las tecnologías emergentes están proyectadas para tener importantes repercusiones económicas, sociales y políticas con impactos sistémicos y de larga duración. A estas tecnologías se las conoce con las siglas NBIC (Nano, Bio, Info, Cogno), GRINN (Genética, Robótica, Información, Neurociencias y Nanotecnologías).

4. Es el caso de las definiciones clásicas de la “cindínica”, la ciencia de los riesgos y del peligro, Bourg y Schelgel sostienen: “El peligro es la tendencia de un sistema a dar lugar a uno o varios accidentes. El peligro posee dos propiedades: su probabilidad y su gravedad. La probabilidad mide las oportunidades que hay de que se materialice. La gravedad mide el impacto de esta materialización por el daño máximo correspondiente”. El riesgo es definido como “la medida del peligro. Combinando por multiplicación las dos dimensiones del peligro, su probabilidad y su gravedad, el riesgo da una medida sintética del peligro. En cálculo de probabilidades, el riesgo tiene pues una estructura de esperanza matemática” (Bourg y Schlegel, 2001).

En lo que respecta a la primera pareja de nociones relacionadas, esto es, peligro y prevención, nuestra aproximación consideraría la naturaleza ontológica del peligro su característica principal, pues considerando el peligro la anticipación mental de un daño (y por tanto basada en una experiencia anterior) lo convierte en una propiedad objetiva e inherente al sujeto, objeto o acción. Siendo por tanto el peligro la capacidad de daño que está implícita (al objeto, sujeto o acción), y que cuenta además con el hecho de ser cuantificable, constatable, gestionable y previsible, la prevención se presenta como la herramienta de gestión más adecuada. Esto es, la intervención sobre los peligros se realiza mediante la implementación de estrategias de prevención que tienen el objetivo de anticipar o actuar de manera calculada sobre la fuente del peligro antes de que dicho peligro se materialice. La prevención, pues, sólo tiene sentido para aquellos fenómenos sobre los cuales disponemos de suficiente conocimiento para saber qué pasará (experiencias previas) y actuar frente a ello con el objetivo de evitar la materialización de los daños que los acompañan.

Por otro lado, consideraríamos el riesgo en tanto construcción -económica, política, social, jurídica, mediática y ética-, y que ubicado en un mundo de probabilidades, incertidumbres y percepciones, nos inclinaría a pensar más en su naturaleza epistemológica y los factores constructivistas que lo caracterizarían.

De este modo, los riesgos visibilizarían o construirían numéricamente los efectos potenciales que los peligros probablemente causarán sobre terceros -riesgo como probabilidad- o bien describirían aquellas situaciones que, resistiéndose a cálculos meramente estadísticos, vagarían en el limbo de lo incierto y desconocido -riesgo como incertidumbre-. Por último, también podrían manifestar la valoración negativa (o positiva en el caso de los mercados de riesgos financieros, "*risk appetite*" por ejemplo) por parte de los individuos con independencia de la existencia real de peligro (percepción individual), ya que los individuos no quieren saber sólo cómo de probable es un resultado adverso, sino también cuánto de malo (o bueno) será ese resultado (para qué y para quién). O sea: riesgo como percepción.

265

Como vemos, el riesgo orbitaría en la región de las probabilidades, de las incertidumbres y de las percepciones. Todas ellas ancladas, por el momento, en un territorio de difícil delineado y donde las estrategias preventivas, propias de los peligros ciertos, verían claramente limitadas o incluso imposibilitadas sus funciones de control, minimización y reducción. En el caso de las nanotecnologías, esta capacidad de previsión y anticipación que vinculamos directamente con la prevención de peligros hallaría su talón de Aquiles en la realidad tecnológica de aquellas que, en su fase inicial de desarrollo, precisamente por la inexistencia de experiencia anterior en que basar el peligro, se resisten a ser vistas y tratadas como objetos pasivos de predicción y control.

Efectivamente, ésta sería la situación en la que hoy en día situaríamos las denominadas tecnologías emergentes y, en ellas, las nanotecnologías: un contexto caracterizado por las incertidumbres y las ignorancias que distinguen a un estadio de precocidad tecnológica y -por ende- económica, social, política, jurídica y ética. Además, y dada la inherente complejidad de las interacciones entre las tecnologías y la sociedades (García Hom, 2005), se hace aún más difícil prever con exactitud los

cambios que dichas tecnologías pueden ocasionar en el tejido social en el cual se introduzcan y desarrollen.

Es decir, las incertidumbres acerca de los efectos que las nanotecnologías puedan acarrear corren paralelas a las incertidumbres acerca de cómo controlarlas y gestionarlas.<sup>5</sup> ¿Quiénes pueden ser capaces de definir los peligros “ciertos” de las nanotecnologías? ¿Quiénes serían los responsables de prevenir los peligros de las nanotecnologías? ¿Quiénes decidirían cual es el riesgo y qué es un nivel de riesgo aceptable? ¿Cómo se deberían gobernar esos riesgos? Mientras existen regulaciones y estándares de seguridad para algunos sectores tecnológicos (Moles, 2011), la mayoría de estas regulaciones son difícilmente trasladables al contexto que imponen las tecnologías emergentes. Volviendo al caso de las nanotecnologías, su carácter multidisciplinar las sitúa ante el peligro de caer en claros vacíos regulatorios.<sup>6</sup> ¿Cómo regular una tecnología tan incierta en sus usos y aplicaciones como heterogénea en sus raíces disciplinares? ¿A quién podemos atribuir esta capacidad regulatoria?

No es objetivo de este artículo dirimir esta discusión. Nos limitamos a poner de manifiesto que las tecnologías emergentes en general, y las nanotecnologías en particular, deben afrontar la tensión derivada de promover: por un lado, innovaciones científico-tecnológicas de gran impacto económico y estratégico; y por el otro, integrar las demandas de un público resistente hoy a aceptar pasivamente las consecuencias socio técnicas de aquellas tecnologías (Bosso, 2010). Una toma de decisiones bajo estas circunstancias debe ampliar el conocimiento de los peligros y prevenirlos a la vez que extender los mecanismos mediante los cuales puedan ser gobernados los riesgos.

En este contexto, si el análisis de peligros y la posterior implantación de estrategias de prevención para su control van de la mano del quehacer acumulativo científico, es necesario desarrollar modelos de gobernanza (que no de prevención) de riesgos que nos ayuden a englobar en un mismo proceso holístico todas las dimensiones que caracterizan su “construcción”. Atendiendo a esta naturaleza multidimensional del riesgo, podemos atrevernos a insinuar un modelo de gobernanza que anticipe escenarios para introducir las tecnologías emergentes en el tejido social.

5. Las incertidumbres a las que hacemos referencia en este texto no sólo indican incertidumbres “científicas” sobre la existencia de potenciales riesgos, sino también las incertidumbres sociales, económicas, políticas y éticas que trae consigo el desarrollo tecnológico. En este sentido, la certidumbre científica sobre la “inocuidad” de una actividad tecnológica no tiene por qué traducirse en una clara aceptación social (por ejemplo, el caso de la selección de embriones o la biorrobótica).

6. Incluso, aún encajando en algunas regulaciones, éstas podrían no tener sentido. ¿Es lo mismo, por ejemplo, desde un punto de vista regulatorio, usar dióxido de titanio para las cremas solares que usar nanopartículas de dióxido de titanio?

## **Pasado, presente y futuro: de la participación y la gobernanza del riesgo a la gobernanza anticipatoria**

Los desafíos que se presentan con el desarrollo y la implementación de tecnologías emergentes como las nanotecnologías crean la necesidad de desarrollar nuevos modelos de gestión que den una respuesta más adecuada a los cambios que aquellas generan en nuestro entorno. De manera sucinta, hasta hoy, los conflictos entre actores en el seno de la gestión de los riesgos en entornos tecnológicos complejos se sitúan, en sentido general, en un contexto correspondiente tanto a la evolución de la regulación como a la evolución de la participación social en los procesos de toma de decisiones así como el derecho a la información. Sirva como ilustración los conflictos originados alrededor de la energía nuclear, donde la apuesta por un modelo de gestión de riesgos claramente participativo puso de manifiesto la urgente necesidad de poner en circulación la información fuera de los círculos especializados generando de este modo una mayor transparencia y apertura del proceso (López Cerezo y Luján, 2000). Si en este estadio los riesgos presentaron un nivel de complejidad que fue disminuyendo a la par que se perfeccionaban las evaluaciones probabilísticas de los mismos, no sucedió lo mismo con la aparición de tecnologías más recientes como la telefonía móvil, los organismos genéticamente modificados y la ingeniería genética, donde no sólo no fue ni es posible un cálculo de probabilidades, sino que además se incrementa la percepción de los potenciales riesgos asociadas a esas nuevas tecnologías.

En este contexto toma forma y consistencia la noción de gobernanza de riesgos ahondando en la idea de agrupar los intereses y los objetivos tanto científicos como políticos, económicos y de la sociedad civil en general, con el objetivo de consensuar las bases para una gestión democrática de aquellos.

267

Tomando como punto de partida un sentido más tradicional del concepto de gobernanza, en el ámbito de las tecnologías anteriormente citadas se reelabora dicho significado acentuando más la naturaleza inclusiva de los procesos de gobernanza en la medida en que se busca fomentar la integración tanto de los conocimientos de los expertos como los valores (percepciones) de los actores (no expertos) realmente capaces de contribuir al conocimiento global de los procesos de decisión (Renn, 2008).<sup>7</sup> En este sentido, la gobernanza de riesgos considera que los procesos de elaboración y toma de decisiones son procesos inclusivos (quién, qué y cómo se incluyen la diversidad de valores y conocimientos) y, por ende, de exclusión (quién, qué queda fuera y por qué). Este modelo, presente aún en nuestras sociedades, presupone cambios sustanciales respecto al primer modelo: voluntad de cambio y una ciudadanía más y mejor informada con la ayuda de distintas metodologías que fomentan la interacción entre los distintos actores en juego.

7. La gobernanza se entiende como un proceso configurado por una multiplicidad de reglas formales e informales que establecen las normas del juego entre los distintos actores (y niveles) que intervienen en el proceso de toma de decisiones (instituciones, mecanismos y procesos). Desde esta perspectiva, la gobernanza es vista como el resultado "político" de una "red de gobernanza" que vinculan los actores y sus interdependencias para lograr decisiones basadas en la negociación, en la transparencia del proceso de toma de decisiones y en la construcción de consensos.

De este modo, podríamos concluir que los riesgos en el modelo participativo son vistos y tratados como “probabilidades” mientras que el modelo de gobernanza los asumiría también en tanto que “percepciones”. Ahora bien, ¿cómo definiríamos los riesgos asociados a las tecnologías emergentes -las nanotecnologías, para continuar con nuestro ejemplo- en la medida en que, como comentábamos con anterioridad, restarían aún por determinar sus peligros? Frente a este escenario de “incertidumbres” los modelos anteriores verían claramente limitadas sus funciones al no poder establecer con exactitud qué peligros prevenir y/o qué riesgos gobernar.

Esto nos obligaría a repensar y reelaborar un nuevo modelo basado no ya (o mejor, no sólo) en la participación (¿en qué?) o en la búsqueda de consenso (¿qué?) sino en la anticipación de sucesos futuros, es decir: una nueva aproximación que permita obtener información para así anticiparnos a posibles escenarios futuros. Lo que podríamos denominar gobernanza anticipatoria (Barben et al, 2008: 979-1000). Para este nuevo modelo de gestión de las incertidumbres resultaría clave la aplicación de herramientas consistentes en técnicas de prospectiva (cómo y por qué) e inteligencia (qué) -“business intelligence” e inteligencia competitiva- con el objetivo de desentrañar los mecanismos que propician el advenimiento de determinados sucesos en detrimento de otros.<sup>89</sup> Debe prestarse atención al estudio y comprensión de cómo sucederá este futuro y por qué.

268

Como decíamos, la caracterización general de la gobernanza de riesgos en el contexto de las tecnologías emergentes, para los propósitos del presente artículo contendría algunos déficits (Renn y Rocco, 2006b). Sin embargo, también es cierto que algunos de sus elementos nos pueden servir de orientación para desarrollar un modelo de gestión de las incertidumbres basado en dicha gobernanza anticipatoria.

El objetivo de este último apartado es describir brevemente qué elementos caracterizarían este modelo de gobernanza anticipatoria que se fundamentaría, por un lado y en términos generales, en la integración de las distintas capacidades dispersas en lo social y donde la interacción de una variedad de inputs nos ayude a gestionar las tecnologías basadas en el conocimiento (Guston, 2011). Por el otro, señalar qué métodos hoy existentes podría ayudar en esta compleja tarea de descripción de hechos o sucesos futuros así como su proceso de evolución con el objetivo de servir para una correcta toma de decisiones en el futuro.

Como venimos insistiendo, uno de los principales retos a los que hoy se enfrentan las sociedades tecnológicamente más avanzadas tiene que ver con las incertidumbres asociadas tanto a la aplicación del desarrollo tecnológico como al impacto económico, social y ético de ese desarrollo. Se trata de un problema crucial: mientras se constata un incremento de esas incertidumbres, se va ampliando la

8. La prospectiva permite buscar información y trazar la conexión entre datos dispersos analizando también los posibles efectos de cada línea de acción. Es decir, “rellena huecos de esas áreas de incertidumbre para que podamos tomar decisiones fundamentales sobre temas de futuro gracias a un mejor conocimiento de las consecuencias de esas decisiones” (Serra, 2008: 211-222).

9. El concepto de prospectiva, en tanto denominador común, englobaría las actividades de investigación sobre el futuro. En inglés se conocen como “*future studies*” (“*foresight*” en terminología más reciente).



percepción de posibles daños en aquellas dimensiones. Esta sensación se incrementa y se hace más intensa ante importantes decisiones que deben ser tomadas y frente a las cuales la experiencia, los criterios y marcos de referencia anteriores ya no sirven. Sin embargo, la toma de decisiones no espera y, sin tomar la altura del vuelo de Ícaro, algo debe hacerse.<sup>10</sup>

Como explicábamos con anterioridad, el concepto de gobernanza hace referencia, normalmente, a un movimiento que va desde un enfoque de gobierno de arriba abajo hacia una aproximación donde se hace posible una gestión por parte de los individuos y las instituciones sin una autoritaria y compartimentalizada regulación dirigida desde arriba. En el caso que nos ocupa, entre los extremos de la adaptación a una próxima e inminente revolución de las tecnologías emergentes y el de detener su desarrollo existen una serie de opciones de gobierno: licencias, responsabilidad civil, seguros, indemnizaciones, pruebas, regulación, autorregulación, etiquetaje, modulación de diseños y prácticas de investigación.

El término de gobernanza anticipatoria tiene aún un recorrido académico inexistente, tanto por su reciente aparición como por las limitadas tendencias en sus ámbitos de aplicación: originariamente en los estudios ambientales y de la administración y gestión pública, hasta los actuales sobre tecnologías emergentes (Karinen y Guston, 2010). De acuerdo con la visión ofrecida por estos autores, y a tenor del contexto emergente que las nanotecnologías ejemplifican, la gobernanza anticipatoria nos sugeriría la posibilidad de preguntarnos sobre qué forma de gobernanza se podría efectivamente desarrollar si los aspectos técnicos y sociales fueran debatidos de una manera conjunta, sistemática e integrada.

269

La gobernanza anticipatoria constaría pues de la capacidad de una variedad de “stakeholders” tanto expertos como no especializados, tanto individualmente como mediante una serie de mecanismos de participación, para imaginar colectivamente, criticar y por lo tanto compartir la problemática que presentarían determinadas “derivadas” tecnológicas, evitando así la materialización de ciertas formas de rechazo, oposición y moratoria. Este modelo de gestión de riesgos basado en la anticipación perseguiría reforzar el modelo de gobernanza anterior, si bien acentuando dos cuestiones fundamentales: a) la aceptación política que denotaría las estrategias y prácticas políticas relacionadas con la influencia de la aceptación pública así, como la elección de mecanismos para su gobernanza; y b) ajustar las interrelaciones de los científicos expertos con los gobiernos y empresas, por un lado, y la sociedad civil, por el otro, en cada fase del proceso.<sup>11</sup>

10. A este contexto descrito debe añadirse el clima de tensión entre las distintas agencias (ciencia, gobierno, empresas y sociedad civil) afectadas por las decisiones tomadas en asuntos de ciencia y tecnología así como la brecha de desconfianza que se abre entre el público y las instituciones a cargo de la seguridad.

11. Fisher, Mitcham y Mahajan proponen un modelo de los procesos de gobernanza de la ciencia y tecnología basado en lo que denominan “corrientes” (*stream*) y en el que distinguen tres estadios: superior (*upstream*), medio (*midstream*) e inferior (*dowstream*). Cada uno de estos estadios está dotado de un contenido relevante para sus propósitos: el primero corresponde a la decisión de desarrollo tecnológico, el segundo corresponde a la investigación propiamente dicha, el tercero corresponde a la visualización y cristalización de intereses en relación a las tecnologías. Cada una de estas fases va acompañada, además, de un nivel de información y decisión determinado (Calleja López, 2009: 157-165).

El otro elemento que anunciábamos como imprescindible para el desarrollo de este nuevo modelo anticipatorio de gestión de las incertidumbres está relacionado con las herramientas y técnicas hoy disponibles para la construcción de escenarios futuros (Bishop, Hines y Collins, 2007: 5-25). Dichos escenarios se definen en tanto descripciones de hechos o sucesos futuros con el objetivo de conocer las distintas alternativas en juego, así como también la evolución o el desarrollo de sus procesos intrínsecos. Para ello disponemos de gran cantidad de técnicas provenientes tanto de la prospectiva como de la inteligencia que permiten realizar un “vuelo” cualitativamente más seguro que los anteriores, o quizás, al menos, cuantitativamente más preciso. De este modo, a partir de los factores sobre los cuales se quiere incidir (aceptación social, negociación político-científica y consenso social) las técnicas a aplicar para la construcción de escenarios variarán. Siendo la reducción de la incertidumbre y la complejidad los dos factores objeto de estas técnicas, su encuadre en procesos de percepción y construcción de riesgo, de generación de ventajas competitivas, del ejercicio del poder de influencia y de la defensa de los propios intereses, hace del modelo anticipatorio o de gobernanza anticipatoria, hoy por hoy uno de los más prometedores y audaces. Para ello la imaginación, como señaló Einstein, es fundamental: “La imaginación es más importante que el conocimiento. Mientras que el conocimiento define aquello que ya sabemos e entendemos, la imaginación señala todo lo que aún podríamos descubrir y crear”.

## Conclusiones

270

Dada la creciente complejidad que el desarrollo científico y tecnológico ha impuesto a nuestras sociedades y el dominio de las incertidumbres sobre los efectos de aquel desarrollo, el presente artículo plantea la necesidad de repensar las nociones de riesgo y peligro aplicadas hoy al contexto post-normal de las tecnologías emergentes. Para dicha revisión es necesario generar un nuevo marco interpretativo que permita distinguir, por una parte, peligro y prevención, y por otra, riesgo y gobernanza. Si bien la primera pareja de conceptos se constituye a partir de anticipaciones mentales de daños que, por sí mismas son identificables, mensurables, cuantificables y, por ello, gestionables, la segunda -riesgo y gobernanza- da cuenta de la dimensión constructivista de los riesgos en la medida en que los distintos intereses en juego y la heterogénea naturaleza de los actores que concurren a dicha labor sitúan los riesgos en los ámbitos de las probabilidades, las percepciones y las incertidumbres. Las interdependencias resultantes de aquella combinatoria unida a contextos regulatorios, sociales y políticos diversos, elevan los riesgos a categorías de difícil control y monitorización.

Los potenciales riesgos y los desconocidos peligros que puedan generarse en el ámbito de las nanotecnologías nos sitúan en una doble tesitura: por un lado, la inadecuación de los modelos de prevención de peligros y de gobernanza de riesgos propios de estadios tecnológicos anteriores; y, por el otro, la necesidad de elaborar un nuevo modelo de gestión de riesgos para las tecnologías emergentes que, basándose en la filosofía del modelo de la gobernanza de riesgos, incluya la anticipación como factor fundamental sobre el que pivotar el desarrollo de escenarios futuros. Esta

fórmula de la anticipación permite abrir el debate socio técnico a propósito de las trayectorias tecnológicas, su desarrollo y su presente-futuro.

Para aprender del futuro, antes debemos imaginarlo. Las técnicas de prospectiva y las herramientas de inteligencia nos abren un abanico de posibilidades sobre las cuales decidir qué trayectoria seguir, en palabras de Stephen Hawking, “mirando hacia las estrellas, no hacia nuestros pies”, intentando encontrar sentidos a lo que vemos y preguntándonos por aquello que hace que algo exista o pueda existir. Simple curiosidad.

## Bibliografía

BARBEN, D. et al (2008): “Anticipatory Governance of Nanotechnology: Foresight, Engagement and Integration”, en E. J. Hackett, O., Amsterdamska, M., Lynch, y J., Wajcman (eds.): *The Handbook of Science and Technology Studies, Cambridge y Londres*, MIT Press y Society for Social Studies of Science, pp. 979-1000.

BERNSTEIN, P. L. (1996): *Against the Gods: The Remarkable Story of Risk*, John Wiley & Sons.

BISHOP, P., HINES, A. y COLLINS, T. (2007): “The current state of scenario development: an overview of techniques”, *Foresight*, vol. 9, nº1, pp. 5-25.

BOSSO, C. J. (2010): *Governing Uncertainty. Environmental regulation in the age of Nanotechnology*, Eartscan.

BOURG, D. y SCHLEGEL, J. L. (2001): *Parer aux risque de demain. Le principe de précaution*, París, Seuil.

CALLEJA LÓPEZ, A. (2009): “Ciencia, tecnología e integración social: el proyecto STIR (Sociotechnical Integration Research)”, *Argumentos de razón técnica*, vol. 12, pp. 157-165.

ELÍAS, N. (1990): *Compromiso y distanciamiento. Ensayos de sociología del conocimiento*, Barcelona, Península.

FUNTOWICZ, S. y RAVETZ, J. R. (1992): “The Emergence of Post-Normal Science”, en R. von Schomberg (ed.): *Science, Politics and Morality*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, pp. 85-123.

GUSTON, H. D. (2011): *Anticipatory Governance: A Strategic Vision for Buiding Reflexivity into Emerging Technologies*, Tempe, AZ. Disponible en: [www.cspo.org/library/year/?action=getfile&file=404&section=lib](http://www.cspo.org/library/year/?action=getfile&file=404&section=lib).

KARINEN, R. y GUSTON, D. H. (2010): "Toward Anticipatory Governance: The Experience with Nanotechnology", en M. Kaiser et al (eds.): *Governing Future Technologies. Nanotechnology and the Rise of Assessment Regime*, Dordrecht, Springer, pp. 217-232.

LÓPEZ CERREZO, J. A. y LUJÁN, J. L. (2000): *Ciencia y política del riesgo*, Madrid, Alianza Editorial.

MOLAK VLASTA (1997): *Fundamentals of Risk Analysis and Risk Management*, New York, Lewis Publishers.

MOLES PLAZA, R. J. (2001): *Derecho y Calidad. El régimen jurídico de la normalización técnica*, Barcelona, Ariel.

MOLES PLAZA, R. J. (2004): *Derecho y Control de Internet. La regulabilidad de Internet*, Barcelona, Ariel.

NIETZSCHE, F. (2007): *Así habló Zaratustra*, Madrid, Alianza Editorial.

RENN, O. (2008): *Risk Governance: Coping with Uncertainty in a Complex World*. London: Earthscan Publications Ltd.

RENN, O. y ROCCO, M. C. (2006b): *White paper on nanotechnology risk governance*, white paper 2, Geneva, International Risk Governance Council. Disponible en: [www.irgc.org](http://www.irgc.org).

SERRA, J. (2008): "La prospectiva y la investigación del futuro", *Inteligencia y Seguridad: Revista de análisis y prospectiva*, vol. 4, pp. 211-222.