

Divulgación de nanociencias y nanotecnologías para el desarrollo

*Miguel García Guerrero**
*Guillermo Foladori***

La emergencia de las nanociencias y las nanotecnologías —una nueva tecnología de amplio espectro—, ofrece oportunidades de desarrollo que requieren de agentes informados y participativos para aprovecharlas como motor para mejorar las condiciones de vida de la población. La divulgación científica cobra un papel relevante en las primeras instancias de la construcción social de los procesos de desarrollo y de formación y participación de los agentes económicos, políticos, sociales y educativos.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo es un proceso de construcción social que involucra al gobierno, sector privado, actores sociales y agentes científico-tecnológicos. Significa la construcción de mejores condiciones de vida desde “una visión centrada en la sociedad”.¹ Por su capacidad

de innovación, la ciencia y la tecnología (cyt) son elementos trascendentales para responder a la problemática de la salud, la alimentación, la vivienda, el transporte, la generación de energía, el manejo de residuos, etc.; además de generar nuevos productos y procesos capaces de dinamizar la economía. Pareciera que el progreso científico-tecnológico es capaz, por sí solo, de impulsar el desarrollo, sin embargo, la realidad no es tan sencilla. Con frecuencia el avance de la cyt conduce a un crecimiento económico desigual, que beneficia a unos cuantos sin conseguir una mejora real en las condiciones generales de vida.

Para utilizarlas como palanca de desarrollo, es necesario que los diferentes actores se comprometan a impulsar la cyt, apoyando a los sectores estratégicos con

*Estudiante del Doctorado en Estudios del Desarrollo de la Universidad Autónoma de Zacatecas y miembro de la Red Latinoamericana de Nanotecnología y Sociedad, la Red de Popularización de la Ciencia y la Técnica en América Latina y el Caribe y la Sociedad Mexicana para la Divulgación de la Ciencia y la Técnica. Correo: miguel@grupoquark.com.

**Profesor-investigador del Doctorado en Estudios del Desarrollo de la Universidad Autónoma de Zacatecas y miembro de la Red Latinoamericana de Nanotecnología y Sociedad. Correo: gfoladori@gmail.com.

pertinencia local, en atención a oportunidades y riesgos. Sin embargo, la construcción del conocimiento de vanguardia generalmente se limita a círculos académicos altamente especializados y espacios privilegiados de toma de decisiones. Ante la restringida divulgación científico-tecnológica, la mayor parte de la sociedad carece de fundamentos para entender los avances y asumir una postura al respecto, por lo tanto, se fortalecen los desequilibrios de poder que excluyen a la mayoría de las personas y agentes de desarrollo de la definición del camino que deben tomar la CyT en sus sociedades.

En las últimas tres décadas hemos atestiguado el avance de las nanociencias y nanotecnologías (NT), que pudiera significar una nueva revolución industrial.² Se trata de un sistema multidisciplinario de tecnologías, con una amplia gama de aplicaciones, que aprovecha las propiedades de la materia a escala atómica y molecular para crear productos con ventajas nunca antes vistas. Sus promotores afirman que las NT podrían resolver muchos de los grandes problemas de la humanidad, pero esto no se ajusta a los intereses económicos de las empresas que ostentan el monopolio de la investigación científico-tecnológica: la creación de productos rentables en el mercado, especialmente en los sectores de consumidores de más alto poder adquisitivo, lo cual impulsa el avance de productos suntuarios sobre el de bienes capaces de resolver problemas sociales.

¿Ha de limitarse la sociedad a ser una beneficiaria o víctima pasiva de las consecuencias de estos avances científico-tecnológicos?, o ¿puede convertirse en el eje de un proyecto de desarrollo apoyado en las NT?³ En este sentido, ¿qué obstáculos representa el carácter esotérico, oculto o reservado de la ciencia y tecnología modernas?, y ¿cómo puede la divulgación de las NT transformarse en una importante herramienta para el desarrollo?

EMERGENCIA DE NANOCIENCIAS Y NANOTECNOLOGÍAS

Hay revoluciones que van de lo pequeño a lo grande, pero ninguna de forma tan radical como la de las NT: un sistema científico-tecnológico que trabaja con las partículas más pequeñas que el ser humano puede manejar. Las nanociencias y nanotecnologías estudian y manipulan la materia en escala de 1 a 100 nanómetros — milonésimas partes de milímetro — para obtener materiales, aparatos y sistemas con propiedades novedosas y utilidad práctica. La referencia plural de las nanotecnologías

se debe a su naturaleza convergente: implica una amplia gama de disciplinas científico-tecnológicas que sólo tienen un factor de unión, el tamaño.

A partir de 2000, cuando Estados Unidos lanzó la Iniciativa Nacional en Nanotecnología (NNI), la inversión pública y privada en la materia aumentó de forma considerable en el mundo; de 2000 a 2011, el sector público mundial destinó 67.5 miles de millones de dólares para apoyar investigaciones en el área;³ en 2011, el mercado global de materias primas de nanotecnologías alcanzó un valor de más de 20,000 millones de dólares⁴ y, para 2017, se espera que llegue a 48.9 miles de millones de dólares.⁵

Uno de los elementos más trascendentes de las NT es su condición de tecnología de utilidad general o de amplio espectro (*General Purpose Technology*), lo cual implica que son capaces de generar aumentos de productividad y crecimiento económico a largo plazo en una amplia gama de industrias,⁶ o bien, desde una definición más general, que se trata de un conjunto de avances que pueden transformar tanto la forma de vida de las personas como la manera en que las empresas llevan a cabo sus negocios.⁷ Lo que lleva a las nanotecnologías a ubicarse como tecnologías de amplio espectro es la gran diversidad de aplicaciones posibles para su acción: generación y distribución de energía, diferentes productos de consumo (alimentos, ropa, cosméticos, electrónicos, artículos deportivos, etc.), nuevos dispositivos para la industria de las armas, purificación de agua, nuevos materiales para construcción de edificios y vehículos de todo tipo, así como medicinas y tratamientos para todo tipo de enfermedades.

Como ocurre siempre que aparece un importante avance científico-tecnológico, los promotores de las NT intentan convencernos de que se trata de un paradigma capaz de ofrecer soluciones a los grandes problemas de la humanidad. Smalley señala que con las nano puede resolverse el problema de producción de energía y, con él, muchos otros retos de la sociedad moderna.⁸ Según Salamanca y colaboradores,⁹ tienen el potencial para resolver más de la mitad de los objetivos del milenio propuestos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU). En términos técnicos, esto parece verosímil, aunque hay que recordar que la mayoría de las agendas de financiamiento a la investigación dejan de lado las necesidades sociales para favorecer a elementos comerciales más rentables. El potencial revolucionario de las NT aún está lejos de concretarse; hay más de 1,000 productos con nanotecnologías en el mercado, pero se orientan más a la comodidad del consumidor que a solucionar

problemas sociales. Hay una desconexión entre la retórica y la realidad de las nanotecnologías.¹⁰

Aunque la falta de atención a las necesidades sociales es un problema importante, no es el único tema preocupante respecto al avance de las NT. Entre el entusiasmo por el potencial del nuevo campo y el afán de publicar en revistas prestigiosas, muchos investigadores han pasado por alto el estudio de los riesgos. Como señala Foladori,¹¹ en la mayoría de los casos —salvo respetables excepciones—, los académicos consultados al respecto responden que no hay suficiente información y que se requiere más investigación. El problema es que cuando esta necesidad se cruza con el mercado, generalmente prevalecen los intereses privados: “lo cual no significa que gana el consumidor, sino el capitalista”.¹² En todo caso se debe prestar atención a los efectos no deseados de las nanotecnologías para poner en una balanza los beneficios y los nuevos riesgos de estos avances.

Foladori distingue tres importantes fortalezas y riesgos de las NT.¹³ Sus ventajas están en la posibilidad de hacer más eficientes los productos que conocemos, la oportunidad de hacer otros multifuncionales, así como reducir y sustituir significativamente la cantidad de materia prima necesaria en muchas ramas industriales. En cuanto a los riesgos, encontramos que la materia trabajada en nanoescala tiene propiedades toxicológicas desconocidas, además de que no es preciso saber quiénes verán afectada su salud por esas tecnologías ni los efectos en el empleo y la división social del trabajo. Hasta ahora esto se discute poco en la escena pública, pero, como toda nueva tecnología, las NT implican riesgos que deben ser considerados por cualquier estrategia que las impulse.

Justo aquí, antes de abordar la discusión pública del tema, vale la pena detenernos para definir qué es la divulgación científico-tecnológica, y establecer cuál es su trascendencia para el desarrollo, antes de entrar al caso específico de la divulgación de las nanociencias y nanotecnologías.

COMUNICACIÓN DE LA CIENCIA Y TECNOLOGÍA: DE LA DIFUSIÓN A LA DIVULGACIÓN Y EL COMPROMISO PÚBLICO

La comunicación es parte esencial de la CYT en diferentes niveles; sirve para 1) dar a conocer, validar y retroalimentar los aportes realizados por una persona o equipo; 2) establecer la primicia y proteger los derechos de ex-

plotación de un avance; 3) preparar a nuevas personas que desean investigar un tema específico (o que buscan aprovecharlo de otra manera); 4) ofrecer resultados de los recursos recibidos para realizar una investigación, así como gestionar nuevos apoyos, y 5) informar a la sociedad de los diferentes avances y posibles implicaciones.

Los primeros tres puntos están directamente ligados a la labor cotidiana de los investigadores y dirigidos a la comunidad especializada de investigadores afines al tema, por lo cual utilizan un lenguaje especializado con un alto contenido de conceptos técnicos. Esta comunicación dirigida a los pares, o colegas, se conoce como difusión,¹⁴ y es la razón por la que muchas personas piensan que no pueden entender la ciencia: “Las publicaciones y otros medios encargados de la difusión de la investigación científica, generalmente son incomprensibles para un público no especializado, lo que hace que sea casi imposible saber lo que sucede en el mundo de la ciencia y qué consecuencias podría acarrear”.¹⁵

Ante el complicado lenguaje de la difusión científica se crea un falso muro para el acceso de personas no especializadas en CYT; y decimos falso porque no es que la gente no sea capaz de asimilar los conocimientos y la forma de trabajo de la ciencia, simplemente se necesita usar un formato de comunicación adecuado para lo que se busca:

Divulgar la ciencia se trata de establecer una comunicación pertinente entre la ciencia y el público no especializado, o sectores específicos de éste. Esto implica considerar las condiciones de las personas a las que nos dirigimos para mediar su realidad entre los contextos cotidiano y científico. Mientras a la difusión no le interesan las características del receptor; pues parte del supuesto de un paradigma compartido, la divulgación requiere considerar las características específicas de su público para ser efectiva.¹⁶

Entonces la divulgación no se limita a traducir un mensaje entre diferentes códigos lingüísticos, el especializado y el coloquial, se trata de recontextualizar conocimientos, prácticas, métodos y hasta tareas pendientes de la CYT. Así se ofrece al público la oportunidad de entender en qué consisten los avances científico-tecnológicos y cuáles son sus implicaciones sociales, para que sea capaz de asumir una postura propia al respecto. Su labor implica seleccionar, redirigir, adaptar y recrear un conocimiento producido en un ámbito especializado para que —una vez transformado— pueda cumplir una función social en un contexto distinto al que le dio origen.¹⁷

Como herramienta de construcción social de conocimientos relacionados con los avances científico-tecno-

lógicos, la divulgación resulta esencial para el desarrollo en tres sentidos: el efecto en la definición de líneas estratégicas en que pueden sacarse ventaja de las innovaciones, la apertura del mercado a nuevos productos y la preparación de la sociedad frente a los riesgos o resultados imprevistos que pueden aparecer con las nuevas tecnologías. Aunque se trata de tres elementos de gran trascendencia, no todos son igualmente explotados en los procesos de divulgación. Con frecuencia se convierten en actividades de propaganda que apoyan la inserción de nuevas tecnologías en el mercado, sin impulsar la participación de actores sociales para definir las rutas que deben tomar la ciencia y tecnología con miras al desarrollo.

En este tenor, Elzinga y Jameson¹⁸ señalan que los divulgadores y líderes de opinión influyen los marcos conceptuales en que se discuten las políticas de la ciencia, convirtiéndolas en una batalla retórica sobre la forma de interpretar la CYT, así como la visión sobre la organización y el uso del conocimiento. Los divulgadores cuentan con agendas propias y, como indica Hilgartner,¹⁹ hay una “montaña” de evidencia que muestra que la forma en que los expertos simplifican la ciencia busca persuadir al público para apoyar sus objetivos.

Lo anterior está asociado a una forma específica de entender la divulgación, el modelo conocido como déficit, que implica un público carente de información relevante frente a los expertos poseedores del “conocimiento”, dando lugar a flujos lineales y unidireccionales de información que buscan justificar decisiones ya tomadas y conseguir recursos para apoyar el trabajo científico-tecnológico.²⁰ En contraste, el modelo de diálogo (o interactivo) considera a las personas no especializadas como participantes activos del proceso de comunicación,²¹ un público al que se debe escuchar, con aportes significativos para las políticas científico tecnológicas y cuya confianza en los científicos debe ser reconstruida.²²

Trascendiendo la dicotomía del modelo de déficit con el de diálogo,²³ plantea la idea de un continuo de participación pública en la CYT que, desde nuestra perspectiva, conduce a lo que se conoce como compromiso público (*public engagement*). Recoge elementos valiosos de las dos posturas para complementar el suministro de información científico-tecnológica con diferentes mecanismos de participación social. Pretende construir los procesos de comunicación, producción y uso del conocimiento científico-tecnológico a partir del contexto y las circunstancias de una sociedad.²⁴ Con esto podría aspirarse a que surja una “ciencia orientada a los ciudadanos”.²⁵

Cuando se logran establecer procesos de compromiso público en las etapas tempranas de una revolución tecnológica, antes de que se le haya dado forma en una sociedad, se establece una participación “aguas arriba” (*upstream*).²⁶ Aquí entra en juego la gobernanza anticipatoria:²⁷ la habilidad de una variedad de ciudadanos interesados, tanto expertos como no especializados, que mediante una serie de mecanismos de retroalimentación colectivamente imaginan, critican y dan forma a los retos planteados por tecnologías emergentes antes de que se materialicen de una forma particular.

Sin embargo, aún en condiciones de diálogo o compromiso público, la información que reciben los actores está determinada por la divulgación. Y como el contenido y el enfoque adoptado por la divulgación de la CYT están consciente o inconscientemente cargados de intereses, debemos asumir que los conocimientos que ayudan a construir socialmente afectan la postura de los actores del desarrollo sobre el tema en cuestión. Así la divulgación incide en las acciones que los agentes emprenden, una situación especialmente sensible si los temas en cuestión son novedosos, disruptivos y esotéricos como ocurre con las NT. Frente a esto, y la posibilidad de incidir en la dirección que el avance de las NT pueda tomar en una sociedad, cobra gran relevancia la perspectiva que la divulgación del tema le ofrece a los actores del desarrollo y la forma en que se aborden las nanociencias y nanotecnologías para beneficiar a sus intereses.

DIVULGACIÓN DE LAS NANOCIENCIAS Y NANOTECNOLOGÍAS

La mayoría de las personas sabe muy poco sobre las NT como para aspirar a un compromiso público significativo. Al tratarse de un tema esencialmente esotérico, por el carácter abstracto de los conocimientos involucrados y la dificultad de la mayoría de las personas para asimilar la dimensión real del tamaño nano, el acercamiento de la sociedad al tema resulta aún más complicado que en otros temas científico-tecnológicos: “la divulgación de la nanociencia y la nanotecnología a través de cualquier medio se mira compleja porque implica la comunicación de una gran cantidad de conceptos no manejados por el público, pero necesarios para su comprensión”.²⁸

Una sociedad carente del conocimiento necesario para afrontar la revolución de las nanociencias y las nanotecnologías, e influir de forma activa en su formación,

está desprovista del poder necesario para aprovechar el nuevo avance con miras al desarrollo. Los ciudadanos necesitan ser capaces de lidiar con las nanociencias y nanotecnologías de forma independiente, informada y responsable,²⁹ por lo que los esfuerzos de comunicación orientados a preparar al público de todas las edades para esta toma de decisiones son imprescindibles.

Si las NT han de alcanzar su potencial, es imperativo contar con la participación de la sociedad.³⁰ Resulta imprescindible preparar a los diferentes actores, no sólo para reaccionar frente al avance de las NT, sino para asumir una posición proactiva sobre la vía que deben tomar en su sociedad. Se trata de involucrar a los actores del desarrollo en un diálogo antes de que se establezcan representaciones sociales y se fijen actitudes,³¹ en una práctica de gobernanza anticipatoria.³² Este tipo de interacciones entre los actores interesados le ofrece a los científicos, gobiernos y al sector privado la oportunidad de planear el desarrollo tecnológico con una comprensión informada de la percepción social y las posibles respuestas del público, tomando en cuenta sus miedos, esperanzas y expectativas.³³

Ya hemos señalado que la divulgación científico-tecnológica nunca es neutra, siempre conlleva un mensaje implícito que incide sobre los intereses de los diferentes actores del desarrollo. De acuerdo al modelo del “avaro cognitivo” (*cognitive miser*),³⁴ las personas no recurren a toda la información disponible para tomar decisiones sobre asuntos como nuevas tecnologías o descubrimientos científicos; en vez de eso, acuden a atajos cognitivos para establecer su postura. Éstos se encuentran en prejuicios, ideologías o la información más accesible que procede de la cobertura en diferentes medios de comunicación, incluyendo los esfuerzos de divulgación científica.

Cuando se trata del comportamiento social respecto a las nanociencias y nanotecnologías, la percepción es, quizá, más importante que la realidad. La forma en que un avance científico-tecnológico es percibido está poderosamente influenciada por el enfoque (*frame*) en el que el tema es presentado; acorde con la manera en que la narrativa destaca algunos aspectos sobre otros, de forma que se pueden influenciar ciertos juicios en el público, o bien, en que las personas perciben un problema y sus consecuencias.³⁵ Lively y colaboradores³⁶ identifican cuatro enfoques principales en la cobertura mediática de las nanotecnologías: *a)* el enfoque de progreso vincula el cambio tecnológico a un proceso natural de descubrimiento científico y mejora de las condiciones sociales; minimizan los temas de responsabilidad, elección,

prioridades y regulación; *b)* el enfoque de riesgo genérico aborda los posibles peligros asociados a las NT: llama la atención que podría haber un costo por los beneficios de las nuevas tecnologías, pero no llega a demandar una regulación que proteja a la sociedad en este sentido; *c)* el enfoque de regulación introduce procesos políticos de forma explícita, aunque abstracta, al destacar la necesidad de acción gubernamental para proteger al público, y *d)* el enfoque de conflicto destaca las disputas entre los intereses de diferentes actores, la forma en que las pugnas de poder definen la dirección del avance de las NT. A partir de lo anterior se presentan los temas en términos políticos concretos.

Después del enfoque adoptado, y la construcción de conocimientos resultante, muchas personas se van a los extremos, pues consideran estas tecnologías como una panacea o una razón para entrar en pánico. Para entender la postura que los agentes de diferentes sociedades asumen frente al avance de las NT es importante tener un panorama de los procesos de divulgación y participación pública que se ha impulsado en el tema para cada caso. Esto implica un análisis de las estrategias de comunicación pública de la ciencia en varios niveles:

1. Contexto de la estrategia. Es importante conocer las condiciones en las que se desarrolló el esfuerzo para acercar las nanociencias y nanotecnologías al público: el perfil de las personas involucradas, origen del financiamiento y agentes involucrados en la estrategia.
2. Modelo de divulgación utilizado. Distinguir si la estrategia de divulgación obedece a un modelo de déficit, diálogo o compromiso público.
3. El enfoque general de la información. La retórica usada para influir en la percepción pública de las NT y la reacción de los diferentes actores ante el tema.
4. Balance entre riesgos y beneficios. Toda tecnología implica riesgos, esto es, una realidad ineludible, pero se aborda poco en la divulgación. Es preciso abordar este tema para que, por la precaución y la regulación, se maximicen beneficios y los efectos negativos se minimicen.

¿QUÉ SE HACE EN DIFERENTES PAÍSES?

A partir del análisis integral que acabamos de describir, es posible realizar una caracterización de la influencia del contexto, con los intereses que implica, en la forma que

toma la construcción social de conocimientos sobre las NT en una sociedad determinada. Actualmente, se ha iniciado, desde la Unidad Académica de Estudios del Desarrollo de la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ) y la Red Latinoamericana de Nanotecnología y Sociedad (Relans), una investigación orientada a contrastar el contexto, el enfoque y el contenido de las estrategias de divulgación de las NT en Estados Unidos, España, Brasil y México.

Específicamente, se abordarán las acciones realizadas en tres medios: libros, exposiciones interactivas y videos documentales disponibles en el portal de Internet *YouTube*. Esta selección busca abordar diferentes formas de acercarse al público, desde lo más tradicional hasta la innovación con diferentes estrategias tecnológicas,

para caracterizar la relación dialéctica entre el contexto que origina las estrategias y la forma que éstas toman con el público.

Con este esfuerzo se busca obtener una caracterización que sirva de base para delinear un modelo de estrategia de divulgación de las nanociencias y nanotecnologías, e incluso otros avances de la CYT posteriores, con miras a construir un compromiso público que involucre a los diferentes actores en la definición de un verdadero uso de las NT para el desarrollo. Estos resultados servirán para enriquecer las estrategias que ya se llevan a cabo desde la propia Relans y otras instituciones preocupadas por una adecuada divulgación de las nanociencias y nanotecnologías.

— • notas • —

¹Oswaldo Sunkel (2009), "En busca del desarrollo perdido", *Problemas del Desarrollo*, núm. 37, p. 147.

²Edgar Záyago y Guillermo Foladori (2010), "La nanotecnología en México: un desarrollo incierto", *Economía Sociedad y Territorio*, año x, núm. 32, p. 167.

³Científica (2011), *Global Funding of Nanotechnologies-2011 Edition*, <http://www.cientifica.com/research/market-reports/nanotech-funding-2011/>

⁴BCC Research, 2012.

⁵*Ibid.*

⁶OECD (2010), *The Impacts of Nanotechnology on Companies Policy Insights from Case Studies*, p. 7.

⁷Boyan Jovanovic y Peter Rousseau (2005), "General Purpose Technologies", en *Handbook of Economic Growth*, p. 1184.

⁸Richard Smalley (2005), "Nanotechnology and Our Energy Challenge", en *Nanotechnology: Science, Innovation, and Opportunity*, Upper Saddle River, Prentice Hall, p. 17.

⁹F. Salamanca-Buentello, D.L. Persad, E.B. Court, D.K. Martin, A.S. Daar y P. Singer (2005), "Nanotechnology and the Developing World", *PLoS Medicine*, 2(5).

¹⁰Adam Corner y Nick Pidgeon (2012), "Nanotechnologies and Upstream Public Engagement. Dilemmas, Debates and Prospects?", en *The Social Life of Nanotechnology*, Nueva York, Routledge, p. 169.

¹¹Guillermo Foladori (2010), "Las nanotecnologías en contexto", *Sociología y tecnología*, vol. 2, núm. 0, p. 45.

¹²*Ibid.*

¹³*Ibid.*

¹⁴Luis Estrada (2002), "La divulgación de la ciencia", *Ciencias*, núm. 27, pp. 69-76.

¹⁵*Ibid.*, p. 69.

¹⁶Miguel García Guerrero (2010), "Los talleres de divulgación científica como agentes para el desarrollo de una cultura científica", Maestría, Universidad Nacional de Quilmes, p. 16.

¹⁷Miguel Alcibar Cuello (2004), "La divulgación mediática de la ciencia y la tecnología como recontextualización discursiva", *Análisis: Cuadernos de Comunicación i Cultura*, 31, p. 45.

¹⁸Aant Elzinga y Andrew Jamison (1995), "Changing Policy Agendas in Science and Technology", en *Handbook of Science and Technology Studies*, Londres, Sage, p. 574.

¹⁹Stephen Hilgartner (1990), "The Dominant View of Popularization: Conceptual Problems, Political Uses", *Social Studies of Science*, 20, núm. 3, p. 531.

²⁰Bruce Lewenstein (1995), "Science and the Media", en *Handbook of Science and Technology Studies*, 343-360, Londres, Sage.

²¹Edna Einsiedel (2008), "Public Participation and Dialogue", en *Handbook of Public Communication of Science and Technology*, Routledge, Nueva York, pp. 172-184.

²²Simon Lock (2011), "Deficits and Dialogues: Science Communication and the Public Understanding of Science in the UK", en *Successful Science Communication: Telling It Like It Is*, Cambridge, pp. 17-30.

²³Einsiedel, *op. cit.*, p. 175.

²⁴*Ibid.*

²⁵A. Irwin (1999), "Science and Citizenship", en *Communicating Science: Contexts and Channels*, Nueva York, Routledge, p. 33.

²⁶Corner y Pidgeon, *op. cit.*, pp. 169-170.

²⁷Daniel Barben, Erik Fisher, Cynthia Selin, y David Guston (2008), "Anticipatory Governance of Nanotechnology: Foresight, Engagement and Integration", en *The Handbook of Science and Technology Studies*, Cambridge, MIT Press, p. 992.

²⁸Carmen Sánchez-Mora y Julia Tagüeña (2011), "Divulgación y formación en nanotecnología en México", *Mundo Nano*, año 4, núm. 2, p. 89.

²⁹Antti Laherto (2010), "An Analysis of the Educational Significance of Nanoscience and Nanotechnology in Scientific and Technological Literacy", *Science Education International*, 21, 3, pp. 169-170.

³⁰Mihail Rocco y William Bainbridge (2005), *Nanotechnology: Societal Implications-Maximizing Benefit for Humanity*, Washington, National Nanotechnology Coordination Office, p. 83.

³¹Corner y Pidgeon, *op. cit.*, p. 171.

³²Barben *et al.*, *op. cit.*, pp. 992-993.

³³Jennifer Rogers-Brown, Christine Shearer, Barbara Herr Harthorn y Tyronne Martin (2012), "Different Uses, Different Responses. Exploring Emergent Cultural Values Through Public Deliberation", en *The Social Life of Nanotechnology*, Nueva York, Routledge, p. 218.

³⁴Dietram Scheufele y Bruce Lewenstein (2005), "The Public and Nanotechnology: How Citizens Make Sense of Emerging Technologies", *Journal of Nanoparticle Research*, 7, 6, p. 660.

³⁵Erica Lively, Meredith Conroy, Meredith Weaver y Bruce Bimber (2012), "News Media Frame Novel Technologies in a Familiar Way. Nanotechnology, Applications and Progress", en *The Social Life of Nanotechnology*, Nueva York, Routledge, pp. 227-229.

³⁶Lively *et al.*, *op. cit.*