

## La comprensión pública de la nanotecnología en España \*

### *Public understanding of nanotechnology in Spain*

Javier Gómez Ferri  \*\*

La nanociencia y la nanotecnología son un campo reciente de investigación, desarrollo e innovación científica del que se esperan importantes transformaciones sociales. Tras la reacción en numerosos países contra innovaciones tecnológicas como los organismos genéticamente manipulados, nanociencia y nanotecnología se han convertido en un ámbito emblemático de la comprensión social de la ciencia y de la percepción del riesgo por ser un campo en ciernes que permite ir sondeando, observando y midiendo a la opinión pública en vivo, e ir testando sobre la marcha hipótesis acerca de cómo la gente percibe la ciencia y la tecnología contemporáneas. Sobre la sociedad española no se ha llevado a cabo ningún estudio específico de comprensión social de la nanociencia-nanotecnología. Los pocos datos que hay disponibles nos los proporcionan los eurobarómetros de la Comisión Europea, y la escueta pintura que emerge de ellos, con sus peculiaridades, no es muy distinta de la que existe a nivel general. Aquí ofrecemos algunos de esos datos disponibles. La nanociencia y la nanotecnología también son un desafío para la educación, la divulgación científica y la participación ciudadana, todo ello encaminado al aumento de la cultura de la sociedad y la gobernanza de la tecnología, aspectos que han quedado en un segundo plano hasta ahora y que son el reto pendiente en la comprensión pública de la nanociencia-nanotecnología.

**Palabras clave:** nanotecnología, percepción social, comunicación pública

177

*Nanoscience and nanotechnology are emerging fields of scientific research, development and innovation which are expected to produce important social transformations. After the backlash in various countries against techno-scientific innovations such as genetically modified organisms, nanoscience and nanotechnology have become a key area to understand how the public sees science and perceives risk, as it is a burgeoning field that allows us to canvass, observe and measure public opinion live, and to test the hypothesis of how people perceive contemporary science and technology as we go. No studies have been carried out on how Spanish society understands nanoscience and nanotechnology. The little data available comes from the European Commission's eurobarometers and the sparse picture that emerges from them is not much different from that which already exists on a general level, with some particularities. This article presents some of the available data. Nanoscience and nanotechnology are a challenge for education, science outreach and public participation, all aimed at increasing public education and the governance of technology, aspects that have remained in the background until now and that are a challenge to be met in the public understanding of nanoscience and nanotechnology.*

**Key words:** nanotechnology, social perception, public communication

\* La investigación que se recoge en este texto ha sido apoyada por la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional (FEDER) mediante el proyecto "Evaluación del proceso de transferencia de nuevos materiales nanotecnológicos en equipos de diagnóstico y tratamiento médico", Evalnanomed (C200801000076).

\*\* Profesor de Sociología en el Departamento de Sociología y Antropología Social de la Universitat de València (España). Correo electrónico: javier.gomez-ferri@uv.es.

## La sociedad y la nanotecnología

La creciente relevancia y los efectos que tiene el conocimiento científico-técnico en la mayoría de las facetas de la vida social contrastan fuertemente con el desconocimiento que la mayor parte de la sociedad tiene respecto de la ciencia y la tecnología. Es un hecho que el conocimiento científico y tecnológico resulta muchas veces extraño e incomprensible a la mayoría de las personas. Este hecho, unido al reciente cambio de roles entre ciudadanía y comunidad científica, son dos factores que explican que el interés por estudiar científicamente a la opinión pública trascienda el ámbito académico y lo sea también de los poderes públicos. Interesa conocer y explicar las actitudes y las creencias de la gente sobre la ciencia y la tecnología. Básicamente se trata de saber cuál es su nivel de familiaridad con ellas, así como sus intereses, valoraciones, miedos, preocupaciones, temores, expectativas y esperanzas. Asimismo, también es relevante conocer a través de qué medios obtiene el público la información científica o qué imagen tiene de los científicos y en cuánta estima.

Es sabido que la opinión pública puede legitimar o deslegitimar políticamente determinadas opciones científicas o tecnológicas. O que puede utilizarse para ello, por ejemplo, a través de la financiación con fondos públicos, por no mencionar la cuestión de la participación pública en la gobernanza de la ciencia y la tecnología. De ahí que en el interés por conocer lo que la gente piensa y sabe sobre la ciencia se pueda detectar una componente pragmática. Y en la situación en que se encuentra la nanociencia y nanotecnología esto parece más claro todavía.

178

En el caso de la nanotecnología, ya desde los primeros análisis se advirtió que el potencial de negocio no es ajeno a la opinión pública, sobre todo en la medida que puede ser un factor que afecte a las futuras líneas prioritarias de financiación pública de la nanociencia-nanotecnología (Rocco y Bainbridge, 2001; Rocco, 2003; Petersen et al, 2007). O bien por simple racionalidad democrática, la opinión pública debería moral y políticamente ser tenida en cuenta en muchas cuestiones concernientes al desarrollo de la nanociencia-nanotecnología (de Cózar, 2009; Nanobioraise, s/f).

Dos ejemplos recientes donde se ve claramente el peso de la opinión pública en su vertiente negativa son la energía nuclear y los ámbitos de la biotecnología relacionados con la manipulación genética de organismos, sobre todo en el caso de plantas de uso agrícola y demás alimentos: los organismos genéticamente modificados (OGM). Ambos se mencionan como dos casos del riesgo que conlleva no tomar en cuenta adecuadamente a la opinión pública, y una lección que la nanociencia y nanotecnología deben tener presente (Einsiedel y Goldenberg, 2004; Mehta, 2004; Macoubrie, 2006; Currall et al, 2006).

De hecho así está siendo. Se puede afirmar que la nanotecnología y la nanociencia son el primer ámbito científico-tecnológico en el que preocupan abiertamente las percepciones sociales que existen sobre él. Dicho ámbito nace y se desarrolla pendiente o preocupado por las percepciones y actitudes públicas. Como acabamos de advertir, se puede pensar que en parte o en gran medida será una preocupación meramente instrumental o estratégica -más que sincera- cuyo fin sería evitar la

estigmatización social que han tenido o tienen otras áreas de la innovación y el desarrollo científico. Pero en realidad debemos verlo en un contexto más amplio, el de las relaciones ciencia-sociedad, donde nos encontramos en un momento y con un contexto que es diferente del de cualquier otra época anterior. En todo caso, se puede afirmar, como Hayhurst et al (2005: 227), que la “nanotecnología [y la nanociencia] está entrando en una fase donde la implicación del público va a ser crucial en lo que respecta a la aceptación social, potencial de mercado y gobernanza política”. Su futuro está condicionado por muchos factores. Dos de ellos, no independientes entre sí, son, respectivamente, lo que el público piense, sienta o crea sobre la nanociencia y la nanotecnología, y lo que institucionalmente se haga o se deje de hacer al respecto.

La nanociencia y la nanotecnología son campos emergentes de la investigación, el desarrollo y la innovación científica y técnica. Sus orígenes inmediatos suelen situarse a mediados de la década de los 80, aunque han pasado mundialmente desapercibidas prácticamente hasta la gran apuesta del gobierno estadounidense de poner en marcha la NNI (*Nanotechnology National Initiative*) en 2000, bajo el gobierno de Bill Clinton (*National Science and Technology Council*, 2000). De hecho algunos fijan el año 2000 como el despertar del “*nano hype*” o campaña a gran escala sobre la nanotecnología (Schmidt Kjærgaard, 2010). En consonancia con ello, los primeros análisis sociales se publicaron en el 2001 (Roco y Bainbridge, 2001), precisamente el año en que tal iniciativa se puso en marcha, y se pasaron las primeras encuestas de percepción social (Comisión Europea, 2001; Bainbridge, 2002).

La nanociencia-nanotecnología se suelen caracterizar como el estudio, control y manipulación de la materia a escala nanométrica (átomos y moléculas), es decir: a escalas del orden de la mil millonésima parte de metro. Son, dicho más coloquialmente, “la ciencia y la tecnología de lo sumamente pequeño” (Riechmann, 2009). Trabajando a esas escalas la materia tiene propiedades diferentes de las que presenta a nivel micro y macroscópico, lo cual crea escenarios y desafíos para muchos campos, ya que abre la puerta a la producción de materiales, estructuras, sistemas y dispositivos con un enorme potencial práctico en muchas áreas (energía, biomedicina, tecnologías ambientales, industria aeroespacial, tecnologías de la información y de la comunicación, microelectrónica e investigación militar, entre otros). Debido a ello, se prevé que en pocas décadas una gran parte de productos lleven el sello de la nano y que pocos ámbitos de la actividad humana queden exentos de su alcance. Si los pronósticos se cumplen, su impacto económico será patente, de ahí que no haya tardado en ser proclamada como la revolución científica y tecnológica del siglo XXI, o como el catalizador de la próxima revolución industrial (*National Science and Technology Council*, 2000). En consonancia con tales expectativas, es un área que ha atraído enormes fondos de investigación en muy poco espacio de tiempo.

Con tal panorama, y como sucede con muchas tecnologías emergentes en sus primeras etapas, es habitual que se disparen las expectativas de una mudanza social profunda y se las asocie a algún tipo de nueva revolución. Pero también lo es que haga saltar muchas alarmas y provoque temores y preocupaciones ante muchas de sus posible repercusiones sociales.

Brossard et al (2008) suponen que el bajo nivel de polémica suscitada hasta ahora se debe en gran parte a que los sectores de aplicación no han sido especialmente controvertidos, como lo sería el agroalimentario, sobre todo en los países del sur de Europa. De hecho, recientes estudios (Siegrist et al, 2007a, 2007b; Vandermoere et al, 2011) muestran que, frente al optimismo cauto que caracteriza la actitud ante la nanotecnología, cuando hablamos de cuestiones de alimentación, en determinadas sociedades como la suiza y la francesa a las que corresponden sendos estudios las actitudes son ambiguas, cuando no pesimistas. Es una situación que no se da, por ejemplo, en Nueva Zelanda, como testimonian Cook y Fairweather (2007).

### **La comprensión y percepción pública de la ciencia y la tecnología**

Sobre comprensión pública de la ciencia y la tecnología es difícil ofrecer unas pautas válidas para todos los países, pero en general, podemos afirmar que el público conoce poco los aspectos de la ciencia en detalle y que el interés que tiene es medio-bajo, aunque sí le preocupan las cuestiones concernientes a los riesgos. Ello no obsta para que se tenga una actitud positiva en general hacia la ciencia y la tecnología y sus desarrollos. En los países de mayor desarrollo científico y tecnológico suele haber posturas más polarizadas: más conocimiento implica más recelo, como también más confianza, ya sea respecto de agregados o de individuos. Respecto de las experiencias y el interés por la participación social en torno a cuestiones científicas, son los países más desarrollados los que más las tienen y ponen en práctica. Finalmente, es de destacar un cierto desencuentro entre profesionales de la comunicación, periodistas principalmente, y científicos en lo que respecta a la información sobre la ciencia y la tecnología.

180

Hacer una síntesis de los resultados de todos estos años para el caso español conlleva perder muchos detalles. Pero en general la pintura que reflejan de la sociedad española podría ser la siguiente. Los españoles tienen un interés medio-bajo por la ciencia. También su nivel de conocimiento científico es bajo. En relación con ello, consideran que la formación científica recibida durante su paso por el sistema educativo es bastante deficiente.

Sin embargo, la confianza o apreciación de la ciencia y la tecnología es más bien alta. Sobre esto se observa, en conjunto, un lento pero progresivo descenso desde 1982 hasta 2006, volviendo a subir en las dos últimas encuestas generales de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), las de 2008 y 2010. Por ejemplo, el porcentaje de personas que consideran que los beneficios de la ciencia y la tecnología son mayor que sus perjuicios era del 58,4% en la encuesta del 2010. Sólo el 8% de los ciudadanos considera que los perjuicios son mayores que los beneficios. Para encontrar un porcentaje superior de optimismo tendríamos que remontarnos a la encuesta inicial de 1982 (la de 1992 es también superior, pero la pregunta está planteada de manera que no permite una comparación válida). Las preocupaciones sobre la tecnología se asocian a campos concretos de aplicación, no tanto a las tecnologías en conjunto. La profesión de científico es una de las mejor valoradas: segunda por detrás de los médicos.

La mayor parte de la información científica la obtienen los españoles a través de la televisión, aunque los jóvenes lo hacen cada vez más a través de Internet. En general, se tiende a culpar a los medios de comunicación de no darles más y mejor información.

### **Tipos de estudios sobre comprensión pública de la nanotecnología <sup>1</sup>**

En referencia a la nanotecnología, en un informe conjunto de 2004, la *Royal Society* y la *Royal Academy of Engineering* subrayan la necesidad de atender y estudiar las opiniones públicas en los momentos iniciales de desarrollo de un campo tecnocientífico. Como señalábamos anteriormente, la nanotecnología ha sido un terreno pionero en este sentido, ya que los estudios de percepción pública se han anticipado a cualquier respuesta social. La preocupación de algunos actores sociales involucrados en la nano ha ido por delante de la preocupación de los ciudadanos. La explicación que se da de ello es lo sucedido en la biotecnología, donde algunas aplicaciones han despertado un amplio rechazo social, como ya hemos señalado anteriormente.

Los primeros datos de percepción pública sobre la nanotecnología que tenemos para España corresponden al Eurobarómetro de 2001. Pero en dicha encuesta sólo se incluyen dos preguntas al respecto: una sobre interés y otra sobre familiaridad. Hay que reseñar, además, que en ella se pregunta por “nanotecnología”, no por “nanociencia”, lo cual es la tónica en la mayor parte de los estudios. Esto es interesante porque refleja mayor preocupación por gestionar las actitudes públicas que por paliar los déficits de conocimiento científico sobre ella; una cuestión que ha quedado en segundo plano y que muy previsiblemente adquiera relevancia en breve. De hecho, los estudios que abordan la cuestión de la comprensión conceptual de la nanociencia-nanotecnología con la mirada puesta en la educación son prácticamente inexistentes (Castellini et al, 2007).

El primer estudio específico sobre actitudes públicas hacia la nanotecnología es el realizado por Bainbridge en 2001 en los Estados Unidos (Bainbridge, 2002). Desde entonces los estudios empíricos realizados sondeando a la opinión pública para captar sus percepciones, conocimientos y representaciones sociales respecto de la nanotecnología-nanociencia no han parado de crecer. En ello se ha recurrido a diferentes técnicas de investigación, con diferentes objetivos, estudiándose diferentes grupos poblacionales, sectores. Dada esta diversidad, consideramos conveniente hacer una sistematización previa en torno a una serie de notas distintivas:

- *Según su naturaleza epistémica*, dichos estudios pueden ser descriptivos, comprensivos, explicativos o interactivos. Estas diferencias las iremos viendo con más detalle en el desarrollo del texto.

1. En el título del apartado ponemos sólo “nanotecnología” porque la mayoría de estudios no incluyen el término “nanociencia”. De alguna manera queda implícito que sí está incluida, pero la ambigüedad persiste.

• *Según la técnica empírica empleada*, encontramos tanto técnicas cualitativas como cuantitativas, destacando entre todas ellas la encuesta, seguida de una serie de dinámicas experimentales que podríamos calificar de cuasi-experimentales, dado que no se tiene un control absoluto de las variables que pudieran concurrir, pero sí están basados en diseños de tipo experimental. También ha habido grupos focales o de discusión, entrevistas semi-estructuradas o en profundidad, análisis de contenido de los medios de comunicación. Por último, debemos destacar la realización de diversos tipos de dinámicas de grupo, generalmente enfocadas a tratar la cuestión de la participación ciudadana.<sup>2</sup> La técnica elegida suele estar en función de los objetivos que persigue el estudio, los intereses de los investigadores y los recursos disponibles.

• *Según quien realiza la investigación*, básicamente encontramos personas o grupos académicos de investigación o instituciones públicas (NSF, *Royal Society*, Comisión Europea, FECYT), o bien organizaciones vinculadas a ellas, con estudios que muchas veces son utilizados de manera descriptiva. De todos modos, hay que señalar que muchos investigadores recurren a las bases de datos de las encuestas institucionales para realizar sus análisis y probar sus hipótesis sobre comprensión pública de la ciencia y la tecnología.

• *Según los objetivos que se persigue*, los estudios de comprensión pública se han planteado para obtener indicadores que sirvan de base a las políticas públicas de divulgación y comunicación, o de política científica, para testar hipótesis sobre la percepción del riesgo, para generar conocimiento sobre la gobernanza de la tecnología o para anticipar qué puede pasar en breve con un campo científico o técnico (Satterfield et al, 2009).

• *Según la población estudiada*, la cual generalmente ha sido el gran público. Pero también los expertos han sido objeto de atención. En tal caso, habitualmente lo ha sido para centrarse en la percepción de riesgos (Besley et al, 2008; Powell, 2007; Hosseini y Rezaei, 2011). Por ejemplo, Powell (2007) entrevista a dos grupos de científicos de lo nano de Estados Unidos, a los que califica de “*upstream*” y “*downstream*”, encontrando entre ellos diferencias respecto de la percepción de riesgos, las cuales atribuye a marcos o a posiciones en relación con la investigación en nanotecnología. Por su parte, el de Besley et al (2008) consiste en una encuesta centrada en cuestiones de riesgos y beneficios, y cuestiones de regulación. Por lo que respecta a Hosseini y Rezaei (2011), estos han pasado un cuestionario a una muestra de científicos iraníes del ámbito de la agricultura, para ver su receptividad ante la nanotecnología. Entre los resultados se revela que, además de mostrar cierta desconfianza ante sus efectos, también entre los científicos existe poca familiaridad con la nanotecnología. También el estudio Delphi sobre el uso de nanomateriales en productos de alimentación y consumo realizado por Zimmer et al (2010) en Alemania va dirigido a expertos, incluyendo nanotecnólogos y no nanotecnólogos.<sup>3</sup>

2. Sobre esta tipología nos extenderemos un poco más adelante.

3. Queremos señalar al respecto que aquí no tenemos en cuenta los estudios realizados a expertos que no están directamente relacionados con la comprensión pública de la ciencia, como puede ser el estudio de prospectiva dirigido por Azkarate (2008) y realizado en España.

También se pueden incluir en este apartado los trabajos que comparan las diferencias de percepción de riesgo entre el público en general y los expertos. El resultado es que el público percibe más los riesgos y menos los beneficios de la nanotecnología que los expertos en el campo (Siegrist et al, 2007; Keller et al, 2007; Ho et al, 2011). La excepción la representan algunos aspectos concretos en que es al revés, como en algunas cuestiones relacionadas con la contaminación medioambiental y los impactos sobre la salud a largo plazo (Sheufele et al, 2007). El trabajo diario con la nano y el contacto con otros investigadores e informes de instituciones como la *Royal Society* (2004) son factores que pueden dar perfecta cuenta de estas actitudes.

En uno de los estudios que acabamos de mencionar, el de Ho et al (2011), sus autores encuentran que el público general y los expertos razonan de manera diferente respecto de los riesgos de la nanotecnología. El público basa más sus análisis en heurísticos de todo tipo y poco en la ciencia, mientras los científicos lo hacen basándose en conocimientos que ofrece la ciencia.

- *Según la amplitud*, los estudios se pueden ocupar de un conjunto de nuevas tecnologías, o bien de la nanotecnología de manera específica y, por último, de áreas o aplicaciones concretas dentro de ésta. La mayoría de los realizados han sido de carácter general, sobre la nanotecnología en su conjunto. Los primeros estudios que se realizaron sobre áreas específicas datan de 2006, en concreto el de Nerlich et al (2006), centrado en nanomedicina, en el que se planteaba a un grupo de estudiantes universitarios un dilema hipotético sobre dos formas de tratar una enfermedad, siendo una de ellas mediante nanotecnología. Otros temas específicos abordados han sido los siguientes: energía, salud, alimentación y agricultura. Comparando unos y otros, mientras que se ha encontrado en todos los estudios generales un optimismo cauto hacia la nanotecnología, ese resultado no se obtiene siempre para algunos de los campos concretos de aplicación. Como señalan Vandermore et al (2011), la aplicación condiciona la percepción, siendo la salud y la alimentación las áreas específicas que más controversia y recelo suscitan. Al menos eso es lo que señalan los estudios de Siegrist et al (2007a, 2007b) y Vandemore et al (2011) para Suiza (en la zona germana) y Francia (en los alrededores de París), respectivamente.

183

El primero de los dos estudios anteriores es una encuesta a ciudadanos y se centra en alimentos y envases; el segundo, sólo sobre alimentos. Esta actitud negativa no la encontraron Cook y Fairweather (2007) para los neozelandeses. La salud y la energía también han sido áreas específicas de estudio, sin que Pidgeon et al (2009) hayan encontrado un aumento significativo de la preocupación en un estudio realizado en Estados Unidos y Gran Bretaña sobre el público en general.

- *Según el ámbito geográfico*, se han realizado estudios en ciudades, regiones, países, e incluso a nivel supranacional, como es el caso de los Eurobarómetros de la Comisión Europea. En cuanto a países, Estados Unidos es donde más estudios se han llevado a cabo, por delante de Gran Bretaña y Canadá. La lista de todos modos no es muy extensa. Otros países donde se ha realizado algún tipo de estudio de percepción social de la nanotecnología son Francia (Ile-de-France, 2007; Vandermore et al, 2011), Alemania (Zimmer et al, 2007; Grobe et al, 2008; Zimmer et al, 2010;

Donk et al, 2012), Austria (Schütz y Wiedemann, 2008), Dinamarca (Schmidt Kjærgaard, 2010), Holanda (Te Kulve, 2006), Suiza (Rey, 2006; Siegrist et al, 2007; Burri y Bellucci, 2008; Burri, 2009), Italia (Neresini, 2006), Japón (Fujita et al, 2006), Nueva Zelanda (Cook y Fairweather, 2007), Australia (Katz et al, 2005; *Market Attitude Research Services*, 2008), Irán (Hosseini y Rezaei, 2011), Brasil (Macnaghten y Guivant, 2011), la India (Patra, 2012) y Eslovenia (Groboljsek y Mali, 2012). En varios casos son análisis comparativos, como el de Macnaghten y Guivant (2011), que se fijan en Brasil y Gran Bretaña siguiendo la estela de los pioneros en esta faceta: el trabajo de Gaskell et al (2004, 2005), en que se comparaban las percepciones sociales en Europa y Estados Unidos, o el de Einsiedel (2005), que lo hace entre Canadá y Estados Unidos.

## **Planteamientos metodológicos y técnicas empleadas**

Cuando se habla de comprensión o percepción pública de la ciencia se tiende a pensar en las encuestas, que es la herramienta más empleada, pero no la única. Son los objetivos que se persiguen, los intereses de los promotores o los recursos de que se dispone los que determinan el tipo de técnica o de técnicas empleadas. Con el fin de obtener una visión panorámica de los estudios realizados, podemos distinguir seis aproximaciones, las cuales están relacionadas con el tipo de trabajo de campo.

184

### **1. El análisis de contenido**

El análisis de contenido se ha aplicado sobre todo al análisis de la información de la prensa escrita, siguiendo la idea de que los medios de comunicación son el heurístico clave que estructura la percepción de lo nano en el público (Scheufele y Lewenstein, 2005). En situaciones de falta de familiaridad, la manera en que es presentada la información sobre la nanotecnología desempeña un papel fundamental en la formación de las actitudes públicas.

Los resultados de dichos análisis muestran, no obstante, que la cobertura recibida por la nano en prensa es escasa, que los temas más tratados son los de salud y medioambiente y, en todo caso, que en las informaciones predomina los tonos positivos y optimistas (Gorss y Lewenstein, 2005). Lo mismo encuentran Anderson et al (2005) en su estudio de la prensa la prensa británica en un periodo de poco más de un año tomando noticias de diez periódicos, más otros tantos magazines dominicales. El porcentaje de cobertura sobre noticias relacionadas con las implicaciones sociales y el riesgo es solo del 9%. En este sentido, Friedman y Egolf (2005) encuentran que cuando se habla de riesgos estos no empañan los aspectos positivos. Los estudios siguientes confirman esta tendencia. Por ejemplo, Wilkinson et al (2007), analizando los mismos diarios que Anderson et al (2005), entre mitad de 2004 y mitad de 2006, no descubren ningún cambio en esa tónica. Sin embargo, este análisis lo complementan con una serie de entrevistas a periodistas y científicos encargados de temas de comunicación, encontrando que el tema de la seguridad y los riesgos sí que está entre sus preocupaciones sobre nanotecnología, por más que luego no tenga presencia en las noticias que escriben. Por su parte, Schmidt

Kjærgaard (2010) se ocupa de la presentación de la nanotecnología en la prensa danesa entre 1996 y 2006, encontrando que las versiones que se presentan están muy apegadas a la versión oficial y reflejan la agenda política estatal. Más recientemente, el estudio de Groboljsek y Mali (2012) sobre la prensa eslovena entre 2004 y 2009 revela la misma tendencia general. Sólo las entrevistas en profundidad hechas a nanotecnólogos respecto de la cobertura mediática muestran un alto nivel de insatisfacción con la calidad de los reportajes publicados sobre nanotecnología.

En los análisis comparativos que se han hecho, entre prensa estadounidense y británica se ha encontrado que la primera destila un tono más optimista que la segunda, lo cual también coincide con las respectivas percepciones del público en cada país (Gaskell et al, 2004; Stephens, 2005), y que pueden ser atribuibles a diferencias de valores culturales o a la confianza en las instancias reguladoras de la nanotecnología.

Te Kulve (2006), por su parte, compara cómo ha ido cambiando el repertorio informativo tomando un periodo de 13 años de la prensa holandesa, de 1992 a 2005. Bajo esta óptica, ve tres periodos diferenciados en la información sobre la nano: el de la “estrella naciente” (1992-1999), el de consolidación (2000-2002) y el de confrontación nanotecnología-sociedad (2003-2005).

Otro tipo de investigaciones, diferentes en su concepción, pero que tienen también cabida en este apartado, son las Kaplan y Radin (2011) sobre la polémica entre Drexler y Smalley, o el curioso estudio de Shummer (2005), en el que se analiza reticularmente qué otros libros adquiere la gente que compra por Internet libros de divulgación sobre nanociencia y nanotecnología. El resultado destacable es que muchos de ellos son libros de tono futurista sobre el tema y algunos de ciencia-ficción, lo cual podría tener influencia sobre la imagen y las actitudes que pueden tener o llegar a tener tales lectores. Sin embargo, esa parte del estudio no es llevada a cabo.

Esta primera línea de investigación, como hemos visto, se ha ocupado muy particularmente de la prensa. Pero la nanotecnología y la nanociencia aparecen y aparecerán en otros medios a los que apenas se ha atendido todavía (radio, televisión, Internet, blocs, comics, cine y revistas de divulgación, entre otros). De ahí que sea mucho el trabajo que queda pendiente por hacer a ese respecto.

## 2. La encuesta

La encuesta es la técnica de recogida de datos más empleada. Ya lo hemos comentado, así como también sus ventajas; que residen en su validez externa, es decir, en la posibilidad de extender sus resultados a amplios grupos de población; de ahí el gran uso que le dan las instituciones públicas, entre ellas los Estados. Sin embargo, uno de los problemas de tal técnica es que da poca información sobre cómo la gente interpreta y comprende la ciencia y la tecnología. Y en el caso de la nanociencia-nanotecnología más aún, por su carácter emergente, ya que el público tiene muy poca información sobre ellas. Para estudiar ese aspecto se debe recurrir a otras técnicas, como son las que veremos en los apartados que ahora siguen.

La mayoría de encuestas se han basado en datos recogidos telefónicamente. Otros menos, a través de Internet o el correo postal (sobre todo, tratándose de los expertos). Muy pocos son obtenidos cara a cara: prácticamente los Eurobarómetros (Comisión Europea 2001, 2002, 2005a, 2005b, 2005c, 2010), el de Fujita et al (2006) y alguno más. Los resultados que dan todos ellos apuntan en la misma dirección: escasa familiaridad, incertidumbre sobre su porvenir, un interés medio y un optimismo moderado. Por citar los más relevantes: Bainbridge, 2002; *Royal Society and Royal Academy of Engineering*, 2004; Gaskell et al, 2004; Cobb y Macoubrie, 2004; Scheufele y Lewenstein, 2005; *Canadian Biotechnology Secretariat*, 2005; Currall et al, 2006; Scheufele et al, 2007; Hart, 2006, 2007, 2008, 2009; Grobe et al, 2008; *Market Attitude Research Services*, 2008).

Cabe insistir en que las investigaciones basadas en encuestas no se han realizado sólo entre el público en general, sino que también se han hecho encuestas a expertos. E incluso en algunos casos a ambos, con el fin de poder establecer comparaciones, como ya hemos visto un poco más arriba sobre percepciones del riesgo.

Finalmente, en este punto también cabe contemplar estudios meta-analíticos sobre datos de encuesta, como el realizado por Satterfield et al (2009), en el que revisa y analiza veintidós estudios de encuestas publicados previamente que se ocupaban de la percepción de riesgos sobre la nanotecnología. De todo ello, un hecho destacable es que la falta de familiaridad sobre nanotecnología, a diferencia de lo que ha podido suceder con tecnologías previas, no va asociada a actitudes y percepciones negativas del riesgo.

186

### 3. Las dinámicas experimentales

Las dinámicas experimentales son por lo general investigaciones en las que se pretende comparar los resultados que se producen cuando se suministra (o manipula, en sentido positivo) información controlada sobre nanotecnología -pero distinta- a dos o más grupos de personas. Se trata de ver qué efectos tienen en la percepción pública y la formación de actitudes. En parte, con ello se obtienen datos sobre cómo van evolucionando las actitudes a medida que la gente tiene más información o va sabiendo más. Tales datos se suelen recoger a través de cuestionario, aunque también se puede hacer en grupos de discusión.

Muchas de estas investigaciones se ocupan de la nanotecnología no tanto por ella misma, es decir: porque exista un interés en conocer qué percepción se tiene de ella, sino por ser una tecnología emergente y novedosa sobre la que la gente tiene un gran desconocimiento, cuando no una ignorancia absoluta. Esto permite probar teorías generales sobre la percepción del riesgo, así como su dinámica en una tecnología que se halla en sus primeras etapas de desarrollo. La nanotecnología ofrece, en este caso, una especie de laboratorio vivo donde estudiar las reacciones de la gente sobre ella.

Cobb (2005) pretende ver qué efectos tienen diez presentaciones diferentes de la nanotecnología, sus riesgos y beneficios, y la confianza en los agentes empresariales involucrados. El estudio se realizó telefónicamente entre estadounidenses separados en formándose diez grupos. Uno de control y nueve experimentales. Los resultados mostraron la gran maleabilidad de la opinión pública. En todo caso, hemos de suponer que la capacidad de influencia por “*framing*” (encuadre o enmarcado) es mayor cuanto menos familiarizado (conocimientos) se está con el tema en cuestión.

Macoubrie (2006) forma cuatro grupos en tres localidades diferentes de los Estados Unidos para detectar las actitudes y la confianza en las instancias gubernamentales respecto de la nanotecnología. Dicha información, como en el caso anterior, es recogida individualmente. Los resultados no se van mucho de la investigación anterior, destacando la baja confianza en la capacidad regulatoria que puedan tener las instancias gubernamentales y la recomendación sobre la conveniencia de informar adecuadamente sobre los riesgos a medio plazo de la nanotecnología.

Con un planteamiento metodológico similar, formando sólo dos grupos, están los diversos estudios de D. M. Kahan et al (2007 y 2009), los cuales están orientados a reforzar un enfoque teórico en la percepción de riesgo, el de la “cognición cultural”. En concreto pretenden informar sobre la influencia de valores sociales como mediadores de las actitudes ante la ciencia. En todo caso, confirma el hecho de que poca variación en la información suministrada tiene un poderoso efecto sobre los individuos a la hora de formar sus actitudes. También el ya mencionado trabajo de Siegrist et al (2007) sigue esta metodología, aplicado a la alimentación.

187

Pidgeon et al (2008), en cambio, plantean su investigación en forma de talleres de varios días de duración y se ocupan de aspectos más concretos: la energía y la salud. Su estudio está realizado en Estados Unidos y Gran Bretaña y los resultados muestran la relevancia que tienen los contextos nacionales en la percepción pública en cada país, así como señalan la importancia de gestionar la información sobre los riesgos de la nano desde el principio.

Schütz y Wiedemann (2008), en un estudio experimental realizado entre estudiantes austríacos de la Universidad de Innsbruck sobre los beneficios y riesgos de la nanotecnología, encuentran que lo que más influye en la valoración que se da a las tecnologías emergentes es el contexto en el que se desarrollan e investigan y no los beneficios y riesgos por sí mismos, sobre todo si apenas se dispone de información sobre ellas. Entre esos factores que condicionan la percepción se encuentra la dirección global del beneficio al que está orientada la investigación. Esto es, si prima el interés económico y lucrativo o el social general.

Finalmente, el estudio ya mencionado de Nerlich et al (2007) encontraba, a partir del caso planteado, que esa aplicación de la nanotecnología no generaba ni grandes expectativas ni grandes temores. Lo que sí eran significativas eran las diferencias de género. Los varones eran más favorables que las mujeres a la aplicación planteada, lo cual es un resultado general no sólo para la nanotecnología, sino para la tecnología en su conjunto.

Este tipo de dinámicas experimentales, junto con las encuestas, son las técnicas que más cerca están de los enfoques positivistas de la ciencia. Las siguientes lo están de los enfoques interpretativos.

#### 4. Las entrevistas

La entrevista en profundidad es una técnica que no permite obtener información de muchos individuos, pero sí mucha información de muy pocos de ellos. En el caso de la comprensión pública de la nanotecnología, en muchos casos se ha empleado de manera complementaria a técnicas cuantitativas, como la encuesta, con fines exploratorios o de comprobación. No obstante, a menudo se han obtenido resultados que muchas veces tienen valor por sí solos. En todo caso la técnica de la entrevista en profundidad permite acceder al punto de vista de los sujetos a través del discurso, y al sentido que los actores dan a sus acciones y al mundo en que viven.

Debido a que la información que poseen los individuos sobre nanociencia-nanotecnología es escasa, la entrevista, o bien se dirige a expertos o se lleva a cabo en investigaciones donde se estudian concepciones generales de los individuos acerca de diversos temas, para finalmente focalizarla en la tecnología. Entre los pocos trabajos basados en entrevistas están los de Wilkinson et al (2007), que como ya hemos visto es complementario de un análisis de contenido sobre información en prensa de la nano, al igual de que el Groboljsek y Mali (2012). Otro uso que se ha dado a la entrevista es el que le dan Powell y Kleinman (2008). Estos entrevistan a un grupo de personas que participaron en la conferencia de consenso de Madison (Estados Unidos) en 2005. Es un caso parecido al proyecto *Nanologue* (2006), destinado a recoger las opiniones sobre los aspectos legales, éticos, sociales y medioambientales de los principales agentes involucrados, desde los investigadores a los políticos, pasando por otros agentes sociales como empresarios y ONG.

188

#### 5. Los grupos focales o de discusión

Los grupos focales o de discusión pueden entenderse, siendo sintéticos, como entrevistas en grupo. No permiten obtener datos estadísticamente generalizables a una población, pero sí permiten indagar con más profundidad en las visiones que tienen los individuos y los discursos sociales más o menos establecidos. Por ejemplo, qué lenguaje emplean los escolares para hablar entre ellos de la nanotecnología o qué significados le van dando a esta tecnología y a las cuestiones derivadas de su uso y aplicación. Es lo mismo que sucedía con la técnica anterior, sólo que aquí se busca que la entrevista quede enriquecida por la interacción entre individuos. Con ello, muchas veces se persigue la obtención de determinadas representaciones sociales que no suelen salir a la luz con un cuestionario. En el caso de la nano, sobre la que la gente está muy poco informada, esta técnica de los grupos focales es más adecuada que la entrevista. E, igual que en el caso anterior, encontramos que muchas veces sirve de complemento a otro tipo de técnicas de recogida de datos. Cada vez más empresas e instituciones encargadas de realizar encuestas nacionales

de tipo institucional realizan también grupos de discusión. Ejemplo de ello son los siguientes casos: *Royal Society* y la *Royal Academy of Engineering* (2004), Pollara (2004), *The Canadian Biotechnology Secretariat* (2005), Hart (2008, 2009), *Market Attitude Research Services* (2009). El caso más paradigmático de complementación de técnicas es la llevada a cabo en el seno del proyecto *Nanoyou* (Hochgerner et al, 2010) que hace uso de todas las que aquí estamos exponiendo.

La técnica del grupo focal o de discusión también puede ser el instrumento elegido para poner en práctica mecanismos deliberativos y evaluativos sobre la nanotecnología, como es el caso de Rey (2006), tema del que trataremos en el punto siguiente.

El *Canadian Biotechnology Secretariat* (2005), como complemento a la encuesta que pasó tanto en Estados Unidos como en Canadá, organizó 24 grupos en diez ciudades de ambos países. Burri y Bellucci (2008) emplean la técnica para detectar las percepciones de los suizos sobre la nanotecnología y sus expectativas sobre el medioambiente, la salud, el empleo y otros aspectos. Macnaghten y Guivant (2011) compararon las percepciones sociales entre Brasil y Gran Bretaña realizando doce grupos de discusión en dos ciudades de ambos países, encontrando que en Gran Bretaña la nanotecnología no es una tecnología que suscite controversia, aunque se la mira con un poco de cautela. En cambio, en Brasil no hay ninguna prevención especial. Los autores atribuyen las diferencias de percepción al contexto cultural en el que la ciencia y la tecnología se desarrollan en cada caso.

Por último, podríamos mencionar el estudio de Davies (2011), que recurre a los grupos de discusión con el fin de detectar qué recursos lingüísticos, culturales y cognitivos emplea la gente para dar sentido a algo que les es desconocido, como es la nanotecnología. En la práctica se recurre al bagaje personal de cada uno, lo cual puede condicionar las percepciones de la gente y, por lo tanto, las estrategias comunicativas que haya que emplear una vez adquieran un punto de vista más o menos formado.

189

## 6. Las dinámicas participativas

Finalmente, estaría lo que podemos denominar “dinámicas participativas”, un conjunto de experiencias donde lo que se busca es sobre todo obtener datos orientados a la implicación y participación de la sociedad en la deliberación o en la toma de decisiones sobre nanotecnología, incluyendo a los no expertos. Se trata de detectar puntos de vista, prioridades sociales y de financiación, valoraciones, dificultades y problemas, de obtener una serie de recomendaciones, aunque también preparan a los ciudadanos para tomar parte en la toma de decisiones y la evaluación de tecnologías, en cuanto tienen de formas democráticas de deliberación.

Entre los problemas que se subraya es que este tipo de experiencias son minoritarias y que su alcance poblacional general es muy limitado, sobre todo teniendo presente su finalidad y que, además, suelen participar personas que ya

están previamente interesadas en participar. Una descripción y análisis global de este tipo de estudios puede verse en Nanologue (2006), Doubleday (2007), Bowman y Hodge (2007), Nanobioraise (s/f), Laurent (2009) y Schomber y Davies (2010).

Las dinámicas de grupo establecidas son muy variadas, aunque hay algunas formas ya institucionalizadas como las conferencias de consenso, los “juegos de tarjetas” (por ejemplo, Decide) o, en el caso de la nanotecnología, los nanojuicios (NanoJury, 2005; Pidgeon y Rogers-Hayden, 2007). También los grupos de discusión pueden utilizarse para tal fin (Kearnes et al, 2006). Generalmente, tales experiencias suelen contar con la participación de una variada serie de expertos, que exponen sus puntos de vista en seminarios o conferencias, y luego los participantes interactúan con ellos o entre sí a partir de la información recibida con el fin de llegar a acuerdos.

Algunas de las experiencias realizadas en este sentido son, por ejemplo, las de Mee et al (2004) y Katz et al (2005), quienes en 2004 realizaron sendas actividades relacionadas con la participación ciudadana, a saber: un taller participativo en la localidad de Bendigo (Australia) y un panel de ciudadanos en 2004 en Melbourne; la de Stilgoe (2006) sobre medioambiente y nanotecnología; la de Kearnes et al (2006) sobre sostenibilidad; la de Zimmer et al (2007) en Alemania, con un grupo de consumidores para evaluar su confianza sobre dicha tecnología; la del Consejo Regional de Ile-de-France (2007), en general sobre la nanotecnología y para obtener percepciones y recomendaciones sobre derecho a la información y sobre seguridad; la de Rey (2006), un “publifocus” con cuatro grupos de discusión en Suiza; la conferencia de consenso ciudadano de Madison, celebrada en 2005 (Powell y Kleinman, 2008), en la que se trata de aproximarse a los efectos que tiene dicha experiencia participativa sobre el aprendizaje de la nano, los procesos de investigación, los aspectos sociales de la ciencia, la regulación, así como los cambios que se producen en la percepción social, los cuales, aunque no tengan un efecto inmediato a nivel de políticas públicas, sí preparan a los ciudadanos para participar en la toma de decisiones sobre asuntos científicos y tecnológicos.

190

Este tipo de investigaciones y experiencias están en consonancia con la condición predominante en la ciencia contemporánea, una ciencia que Funtowicz y Ravetz (1993) denominan “ciencia posnormal”. Aunque evidentemente no toda lo es, gran parte de la ciencia actual tiene que ver con las aplicaciones del conocimiento experto, dando lugar a muchas incertidumbres que la misma ciencia no puede responder científicamente. De ahí que la voz ciudadana se haga necesaria en ella.

Como hemos visto, el estudio de la comprensión pública de la nanociencia-nanotecnología, a pesar de contar con sólo una década de andadura, ha dado lugar a una literatura cada vez más creciente que refleja una diversidad de enfoques, teorías, datos y resultados. Sintetizando mucho todo ello, se pueden destacar los detalles que a continuación expondremos.

Desde 2001, cuando se realizaron los primeros estudios (Bainbridge, 2002; Comisión Europea, 2001), lo que se encuentra es que existe un grandísimo desconocimiento hacia la nanociencia y la nanotecnología, el cual no condiciona las

actitudes, que serían optimistas o positivas respecto de sus beneficios-riesgos; una confianza que sigue casi intacta en la actualidad, y que en la mayoría de países está por encima de otras tecnologías, como la biotecnología.<sup>4</sup> Se podría, por tanto, hablar de un cauto optimismo. Este es mayor en Estados Unidos que en Europa, quedando Canadá en una posición intermedia.

A lo largo de estos diez años también se mantiene estable el desconocimiento o falta de familiaridad con la nanotecnología (Cacciatore et al, 2011) Es lógico prever que la confianza descienda a medida que aumente el conocimiento de la gente sobre la nanotecnología, dado que en parte se puede interpretar como el “beneficio de la duda” que mucha gente concede sobre lo que no ha oído hablar o no sabe lo que es (Einsiedel, 2005). Dada la situación inicial en que se encuentra la nanociencia y la nanotecnología, y dado el desconocimiento existente, es muy previsible que las percepciones, actitudes y representaciones sociales cambien significativamente (Selin, 2007). Estos cambios estarán condicionados por las políticas de comunicación y las actividades de divulgación y enseñanza que se lleven a cabo.

Si bien el primer estudio de encuesta fue de carácter descriptivo y con una muestra no elegida al azar, los posteriores corrigieron este hecho y trataron de detectar relaciones entre la percepción pública de la nanotecnología y determinadas variables. Sobre esto se puede destacar que conocimientos, interés y actitudes respecto a la nanociencia y la nanotecnología correlacionan con determinadas variables sociodemográficas. En primer lugar, con el género (los varones tienen más conocimiento e interés, y actitudes más optimistas que las mujeres); luego con el nivel de estudios (a mayor nivel de estudios, más optimista se es al respecto) y la edad (las personas de edades intermedias tienen una actitud más favorable hacia la nanotecnología que los jóvenes y las personas mayores). Y, en países como Estados Unidos, también la etnia es una variable relevante (las minorías tienen actitudes más negativas que la población anglosajona).

191

### **La comprensión pública de la nanociencia-nanotecnología en España**

Como hemos señalado, hasta ahora ninguna de las instituciones y organismos que en España se han ocupado de realizar encuestas sobre percepción pública de la ciencia han contemplado la nanociencia y la nanotecnología en sus estudios. No se puede decir que esto se deba a que su situación aquí sea secundaria o de retraso. Como señalan Serena y Tutor (2011: 49, 51) en primer lugar, los científicos españoles empezaron a auto-organizarse ya a finales de la década de los 90; en segundo lugar, la nano tiene un lugar especial los planes de I+D+i desde 2004 (teniendo en cuenta que el anterior es de 2000); por último, España ha llegado a ocupar el séptimo lugar en producción científica en ese ámbito.

4. Al menos en el modo en que sostendría el modelo clásico de “déficit” que debería hacerlo. Es decir, con manifestaciones de desconfianza y rechazo.

Contrastando con todo esto, y en consonancia con lo señalado al principio de este apartado, también en España es escasa la actividad divulgativa sobre la nanotecnología, sobre todo si nos fijamos en los textos publicados. Como también es escasa su presencia en el ámbito de la educación obligatoria y el bachillerato (Serena y Tutor, 2011). Quizá la explicación de esta carencia tenga que ver con que el ámbito de la comprensión pública de la ciencia está subdesarrollado en España y con que, cuando se institucionalizó a principios de la primera década del siglo XXI, al no existir una tradición previa se hizo con los recursos humanos disponibles en ese momento. A la hora de divulgar tampoco ha habido una tradición entre los científicos españoles ni incentivos para que se dediquen a ello.

Para saber acerca de la percepción pública de la nanotecnología en España tenemos datos de una década, gracias a los barómetros de la Comisión Europea, que son encuestas realizadas periódicamente en los diferentes países de la Unión Europea, ampliándose en algunos casos a otros que no son miembros (Comisión Europea, 2001, 2002, 2005a, 2005b, 2005c, 2010).<sup>5</sup> Sin embargo, hasta el 2005 los datos son muy escasos. La primera vez que se incluyó alguna pregunta respecto de la nanotecnología fue en el 2001, en la encuesta general *Europeans Science and Technology* (Comisión Europea, 2001).<sup>6</sup> Pero la información que se puede obtener es mínima, ya que sólo se pregunta a los ciudadanos sobre el grado de familiaridad y el nivel de interés. Y lo mismo ocurre en la del 2002, sobre biotecnología (Comisión Europea, 2002), en la que se pregunta por el impacto futuro que pueden tener un conjunto de tecnologías, entre ellas la nanotecnología.

192

Como se puede ver en la **Tabla 1**, el número de preguntas es escaso hasta la encuesta del 2005, duplicándose en la de 2010. Es de destacar que en todas ellas se pregunta por la “nanotecnología”, no mencionándose la “nanociencia” en ningún caso. Por otro lado, ninguna de estas encuestas es específica sobre la nanotecnología. O bien son sobre aspectos generales de ciencia y tecnología, o bien están focalizadas en la biotecnología. Además, en el caso de las preguntas que se hacen, se interroga sobre cuestiones que conciernen a diversas tecnologías. Tampoco, pues, la mayoría de las preguntas son específicas. Así, por ejemplo, una de las dos preguntas de la encuesta de 2001 pide al entrevistado que priorice entre un conjunto de tecnologías, según el interés que considera que tienen cada una de ellas. El resultado es que la nanotecnología ocupa el último lugar tanto en España como en los quince países en los que se pasó la encuesta. En concreto, en España el porcentaje es del 4,3, siendo la media del conjunto de 3,9.<sup>7</sup> La razón de esto la debemos atribuir en parte a la forma en que se formula la pregunta, pero sobre todo al desconocimiento existente sobre la nanotecnología, más que al posible desinterés. De hecho, sólo un 14% de los

5. El primer Eurobarómetro se realizó en 1973 a los países que entonces eran miembros. En España empezaron a hacerse en otoño de 1985. En 1989 se hizo el primero específico sobre ciencia y tecnología, el cual se hace periódicamente, lo mismo que el de biotecnología, que se pasa cada tres años desde 1991, y que es de donde se tienen la mayor parte de datos sobre nanotecnología.

6. En Estados Unidos la primera encuesta institucional que incluía alguna pregunta sobre nanotecnología se llevó a cabo ese mismo año, entre finales del 2002 y principios del 2003.

7. Por dar algún dato más, en Irlanda es del 1,1% y en el otro extremo está Holanda, con el 6,6%.

españoles declara que cree saber de qué se le está hablando cuando se le habla de nanotecnología. Ese interés del que hacíamos mención está muy afectado por las variables de género y nivel educativo. Como hemos señalado, para la percepción que existe globalmente, los varones españoles declaran tener más interés por la nanotecnología que las mujeres, y los que tienen mayor nivel educativo también se muestran más interesados que los que tienen menores niveles educativos.

**Tabla 1. Preguntas sobre nanotecnología**

<b>Año</b>	<b>Temática de la encuesta</b>	<b>Nº de preguntas sobre nanotecnología</b>
2001	Los europeos y la ciencia y la tecnología	2
2002	Biotecnología	1
2005	Los europeos y la ciencia y la tecnología	1
2005	Valores sociales, ciencia y tecnología	1
2005	Biotecnología	7
2010	Biotecnología	15

Fuente: elaboración propia a partir de los datos de las encuestas de la Comisión Europea

La única encuesta donde podamos decir que hay un conjunto específico de preguntas sobre nanotecnología es la de 2010, en la que encontramos un paquete de diez preguntas que tratan de conocer las actitudes ante ella. En conjunto, las cuestiones conciernen a los siguientes aspectos:

193

- grado de interés personal y social
- grado declarado de familiaridad
- expectativas respecto de sus consecuencias sociales en un futuro próximo
- grado de aceptabilidad
- grado de apoyo o fomento
- grado de confianza
- obtención de información

De los eurobarómetros que estamos tratando, dos aspectos negativos que queremos destacar son que, en primer lugar, hay preguntas que no se repiten en encuestas posteriores y, en segundo lugar, que algunas de las que se repiten son formuladas en términos distintos en cada una de ellas, impidiendo en ambos casos comparar resultados o hacer comparaciones adecuadas.

El primer dato que destaca para los diferentes preguntas que conciernen a la nanotecnología es el alto porcentaje de no respuesta o de “no sabe”. Puede oscilar, según la pregunta, entre casi el 30% y el 70%. La nanotecnología es la tecnología del “no sabe”. Este hecho, aparte de ser un dato global importante a tener en cuenta a la hora de determinar determinadas políticas públicas o actuaciones, también minimiza

muchas de las comparaciones que se puedan establecer entre años o entre países.

Es un hecho destacable que la familiaridad respecto de la nanotecnología sea realmente baja, pero también es bastante comprensible por su novedad, sobre todo en los primeros años. Aunque quizá ya no tanto si pensamos en los resultados de 2010. Si nos fijamos en los últimos datos disponibles, los de 2010, encontramos que un poco más de la mitad de la población europea no ha oído hablar para nada de la nanotecnología: el 54%, en concreto. En el caso de España el porcentaje es del 68%. Mirando el conjunto, es Irlanda el país de la Unión Europea que tiene el porcentaje más alto, un 74%, y Dinamarca el más bajo, un 21%.

De todos modos, las cifras suben todavía más si incluimos a aquellas personas que han oído hablar de ella, pero no saben lo que es. Para la Unión Europea estaríamos hablando de un 75%. Es decir, que tres de cada cuatro ciudadanos europeos no saben realmente qué es la nanotecnología. Para España no tenemos el dato, pero la cifra puede ser algo superior, aunque suponemos que ligeramente por debajo del 86% de la encuesta de 2001. Recordemos que en ella sólo el 14% creía saber de qué se le estaba hablando cuando se le mencionaba la palabra “nanotecnología”. Nosotros estimamos que la cifra de españoles que tienen una noción clara de lo que es la nanotecnología ronda el 5%. Como ya hemos visto, esta ignorancia no es óbice para que predominen actitudes positivas al respecto.

Sin embargo, con tales datos se podría cuestionar que las respuestas sobre confianza y aceptación social de la nanotecnología tengan mucha validez interna. Debemos entender que muchas de las respuestas que se dan fuera del “no sabe” representan posiciones muy inestables y de personas que seguramente responden por asimilación con la innovación tecnológica en general o por palabras específicas que llaman fuertemente la atención en los encuestados cuando se les lee la caracterización de qué es la nanotecnología. En todo caso, diríamos que se trata de una confianza que se tiene sobre unas bases precarias.

En relación con la baja familiaridad, los ciudadanos no manifiestan un interés en buscar información sobre la nanotecnología. Los más interesados e informados se informan a través de revistas y declaran estar dispuestos a saber más. Para los que están menos informados, la televisión es la principal fuente de información. Esta es una tónica general de todos los países de la Unión Europea.

Si nos fijamos en los resultados de encuesta de Estados Unidos, Europa y España en los años 2002, 2005 y 2010, encontramos en general que la actitud hacia la nanotecnología es positiva. Esta es más alta en Estados Unidos que en la Unión Europea (**Tabla 2**). En el caso de España, ésta es más alta que la media de la Unión Europea, donde se observa que entre 2002 y 2005 crece el índice de optimismo, pero baja en 2010, debido a que aumenta el número de escépticos respecto al porvenir futuro de la nanotecnología. Es fácil pensar que este aumento proviene del núcleo de personas que anteriormente respondieron que no sabían.

**Tabla 2. Percepción de la nanotecnología en Estados Unidos, la Unión Europea y España**

Cree usted que con la nanotecnología...									
2002	US	UE	ESP	2005	UE	ESP	2010	UE	ESP
<i>mejorará la situación (opt.)</i>	50	29	39	<i>mejorará (opt.)</i>	40	-	<i>mejorará (opt.)</i>	41	42
<i>empeorará (pesim.)</i>	4	6	3	<i>empeorará (pesim.)</i>	5	-	<i>empeorará (pesim.)</i>	10	8
<i>No efecto</i>	12	12	7	<i>No efecto</i>	13	-	<i>No efecto</i>	9	3
<i>No sabe</i>	35	53	52	<i>No sabe</i>	42	-	<i>No sabe</i>	40	47

Fuente: elaboración propia a partir de las encuestas de la Comisión Europea y Gaskell et al (2004).

Si tenemos en cuenta este dato, esto es: el desconocimiento existente, junto con la imagen positiva, podemos cuestionar, aunque sea parcialmente el modelo de clásico déficit, que sostiene que a mayor conocimiento mejora la actitud pública ante la ciencia y la tecnología, y que el rechazo y la desconfianza son producto de la ignorancia. En el caso de la nanotecnología, se cumple lo primero pero no lo segundo. También quienes desconocen qué es la nanotecnología tienen una actitud positiva. En ningún caso existe alarmismo sobre las potenciales consecuencias negativas de la nanotecnología.

195

Hay que volver a insistir en que, con niveles tan altos de desconocimiento, los datos que se pueden obtener pueden estar bastante sesgados. Aun así, señalar a este respecto que los ciudadanos europeos se muestran favorables al fomento de la nanotecnología. La respuesta que dan los españoles sobre el apoyo y fomento de la nano no se va mucho de la media europea. Un 37% por ciento de los españoles se muestra favorable a ello, frente a un 22% que se muestra en desacuerdo.

### **Nanotecnología-nanociencia, ¿informar o dialogar?**

En este decenio de estudio de la comprensión pública de la nanociencia-nanotecnología, el interés ha estado muy orientado a recabar información sobre la opinión pública. En general, los datos de percepción pública, y particularmente las encuestas de percepción, son fundamentales en la investigación social. Pero también tienen una dimensión aplicada. Son instrumentos para detectar carencias, predecir y gestionar las reacciones sociales ante las nuevas tecnologías. Y a partir de ahí establecer políticas públicas tanto de financiación como de fomento de la cultura científica, sea a nivel formal, en el sistema escolar, o con un carácter más general, en forma de programas y actividades de divulgación. En el caso de la nanociencia y la nanotecnología, obtener tales datos era una prioridad y en el futuro inmediato habrá que seguir atento a la percepción pública que, a buen seguro, irá evolucionando y cambiando.

Como hemos visto, hasta ahora la nanotecnología ha pasado bastante desapercibida para la opinión pública, la cual sobre todo ignora lo que es y no tiene expectativas claras sobre sus consecuencias. En España esa nota está más acentuada; lo cual puede que a muchos nanocientíficos y nanotecnólogos no les importe y piensen que les viene bien seguir pasando desapercibidos. Sin embargo, es una situación precaria que puede volverse en contra a las primeras de cambio. En este momento la opinión pública es muy maleable y altamente inestable. Por otro lado, y en relación con ello, como advierten Sheufele y Lewenstein (2005), los individuos no esperan a tener información para formarse una opinión sobre algo. A partir de conexiones con tecnologías previas, metáforas y esquemas cognitivos, como advierte Neresini (2006), ya se la están formando.

Además, cabe tener en cuenta que, en situaciones donde predomina la ignorancia y la incertidumbre es grande, pequeñas cantidades de información sobre la nanociencia y la nanotecnología pueden tener grandes efectos en la formación de una imagen sobre ambas. Hay que insistir en que es un derecho de los ciudadanos tener información realista y fidedigna de aquello que les preocupa o compete como sujetos políticos, trabajadores, pacientes o consumidores.

Ese interés inicial del que hablábamos en el campo de la comprensión pública de la nanociencia y la nanotecnología ha dejado en un segundo plano las cuestiones de la comunicación y la educación de la nanociencia y la nanotecnología. Esas dos, junto a la de la gobernanza, que sí que ha recibido atención, son tres de las cuestiones y elementos fundamentales que emergen de lo que en realidad no es sino todo un proceso largo y complejo. No queremos afirmar con ello que nada se haya hecho al respecto. La propia NNI contemplaba en su formulación programas educativos formales e informales (*National Science and Technology Council*, 2000). Se han formado redes de investigadores como NISE (*Nanoscale Informal Science Education*), dedicadas a promover el conocimiento y la implicación a nivel educativo de la nano. Se han llevado a cabo proyectos como *Nanologue*, *Nanodialogues* y *Nanoyou*, con el objetivo de conseguir una mayor implicación del público y un diálogo entre los agentes sociales implicados. Pero los estudios e informes relacionados con la comunicación de la nanociencia y la nanotecnología, y la comprensión del conocimiento respecto de ambas, son escasos. Algunos ejemplos puede ser los siguientes: Castellini (2007), Bonazzi, (2010), Hochgerner, et al (2010), Serena y Tutor (2011) o Nanobioraise (s/f).

Es importante que la investigación social se ocupe de cuestiones de educación y comunicación, pero también lo es que nanocientíficos y nanotecnólogos se involucren en actividades de divulgación de su actividad. Que exista una implicación por parte de los investigadores es un factor que transmite confianza al público.

Ahora, justo al inicio del desarrollo e implantación de las nanotecnologías, es un buen momento para encauzar la cuestión de manera realista y con rigor, a través de una política de divulgación y comunicación transparente y clara que no exagere los posibles beneficios ni minimice u oculte los posibles riesgos y daños. La confianza es difícil de ganar, pero muy fácil de perder. Se trataría de evitar que pueda imponerse

entre la opinión pública una estructura mental inicial absolutamente distorsionada que condicione fuertemente la posterior información que reciba.

A la hora de aumentar la cultura de la sociedad en materia nanocientífica y nanotecnológica, como punto de partida, se deben tener presente en alguna medida los intereses y preocupaciones del público. O al menos saber cuáles son. Gran parte de las iniciativas de divulgación están centradas en los intereses y preocupaciones de los divulgadores y de los promotores de cultura científica. O de lo que ellos creen que interesa o preocupa al público. La información o conocimiento que se transmita ha de ir un poco más allá de cuestiones básicas como la escala y los conceptos y principios básicos o las potencialidades de las nanotecnologías. También se deben incluir y abordar las cuestiones éticas, legales, medioambientales y sociales. Como ya señalábamos anteriormente, estamos ante lo que llamábamos “ciencia posnormal”, en la cual muchas de las decisiones a tomar trascienden las cuestiones meramente técnicas (Funtowicz y Ravetz, 1993).

Transmitir conocimiento al público es importante, pero también lo es no perder de vista que no se trata de que éste, o la gran mayoría, llegue a ser científico o ingeniero o que sepan tanto como ellos. Se trata de evitar la obsesión por invadir con conocimientos a la gente. Debe quedar claro que la información correcta es necesaria, pero no es garantía de que se vayan a evitar desviaciones o distorsiones en el sentido de malinterpretaciones, percepciones catastrofistas o rechazo social. Además, recordemos que la información o conocimiento sobre la nanotecnología puede aumentar tanto la aceptación como producir el efecto contrario, aumentar el rechazo social.

197

Por otro lado, tengamos también presente que la percepción de la ciencia y la tecnología depende de conocimientos, pero también de afectos y de factores contextuales. Los factores afectivos son fundamentales para llenar la laguna cognitiva que existe sobre la nano. No debe perderse de vista que la divulgación también persigue contagiar el interés por la ciencia y estimular la curiosidad por el mundo en el que vivimos. Y a veces basta con que científicos y tecnólogos cuenten a la sociedad lo que hacen: qué investigan, qué productos desarrollan, para qué puede servir lo que hacen y qué consecuencias puede tener.

Esta implicación debe empezar a plantearse como una tarea colectiva en la que trabajen de manera coordinada científicos naturales, ingenieros, científicos sociales educadores, periodistas o especialistas en comunicación, entre otros. Se debe tomar conciencia del papel que tienen los medios de comunicación en la formación de la opinión pública, así como que el público no es una entidad homogénea sino diversa. Que lo que en realidad hay son “públicos de la ciencia”. Y los resultados de los estudios de comprensión pública deben iluminar sobre esa diversidad; así como la labor de los especialistas en comunicación debe ser orientar sobre los formatos, las estrategias y los medios para hacer llegar la información. Mas no sólo hay fijarse en la optimización comunicativa, sino también en el incremento de la participación de una manera dialógica y bidireccional que involucre al público en el proceso (Cobb, 2002; Pidgeon y Rogers-Hayden, 2007; Bonazzi, 2010). Se trata también de mejorar el

diálogo entre los expertos y los ciudadanos y de promover la participación ciudadana en el debate sobre los escenarios futuros de la nanotecnología.

La tarea no es fácil. El bajo interés y el desconocimiento que la mayor parte de la población tiene sobre nanociencia y nanotecnología, por un lado, y la poca formación y la falta de incentivos que tienen los científicos e ingenieros en general y los españoles en particular, por el otro, llevan a que estos se impliquen poco (Torres et al, 2011). Pero, dado el panorama que hemos visto, podríamos volver a señalar la idea de que la comprensión pública de la nanotecnología está en un momento crucial, y que ahora los pasos deben ir en la dirección de la enseñanza, la divulgación, la comunicación y la gobernanza. Es decir, “conectar” con el público. No se puede focalizar sólo la atención en constatar cómo va cambiando o no la percepción de la sociedad y esperar a ver venir los acontecimientos. Es un riesgo. Para esto no es ni mucho menos tarde, pero tampoco se puede decir que sea demasiado pronto. Quizá es el momento oportuno. El de la nanotecnología es un futuro abierto que depende de muchos factores, no sólo de los logros cognitivos en el campo. También está en función de las políticas de comunicación que se desarrollen. Aunque, en realidad, ambos aspectos están conectados entre sí. Es lo propio en una sociedad cada vez más reflexiva o del conocimiento, por más paradojas y disfunciones que sobre ello podamos encontrarnos.

## Bibliografía

ANDERSON, A. S., PETERSEN, A. y WILKINSON, C. (2005): “The Framing of Nanotechnologies in the British Newspaper Press,” *Science Communication*, vol. 27, nº 2, pp. 200-220.

AZKARATE, G. (2008): *Aplicaciones Industriales de las Nanotecnologías en España en el Horizonte 2020*. Estudio de Prospectiva, Madrid, Fundación OPTI.

BAINBRIDGE, W. S. (2002): “Public attitudes towards nanotechnology”, *Journal of Nanoparticle Research*, vol. 4, nº 6, pp. 561-570.

BAINBRIDGE, W. S. (2004): *Sociocultural meanings of nanotechnology: Research methodologies*. *Journal of Nanoparticle Research*, vol. 6, pp. 285 - 299.

BESLEY, J. C.; KRAMER, V. L., y PRIEST, S. H. (2008): “Expert opinion on nanotechnology: risks, benefits, and regulation”, *Journal of Nanoparticle Research*, vol. 10, pp. 549-558.

BONAZZI, M. (2010): *Communicating nanotechnology. Why, to whom, saying what and how? An action-packed roadmap towards a brand new dialogue*, Luxemburgo, Oficina de Publicaciones de la Unión Europea.

BOWMAN, D. y HODGE, G. (2007): "Nanotechnology and Public Interest Dialogue: Some International Observations", *Bulletin of Science, Technology and Society*, vol. 27, nº 2: pp. 118-132.

BROSSARD, D., SHEUFELE, D. A., KIM, E. y LEWENSTEIN, B. V. (2009): "Religiosity as a perceptual filter: examining processes of opinion formation about nanotechnology", *Public Understanding of Science*, vol. 18, nº 5, pp. 546-558.

BURRI, R.V. (2009): "Coping with Uncertainty: Assessing Nanotechnologies in a Citizen Panel in Switzerland," *Public Understanding of Science*, vol. 18, nº 5, pp. 498-511.

BURRI, R. V. y BELLUCCI, S. (2008): "Public perception of nanotechnology", *Journal of Nanoparticle Research*, vol. 10, nº 3, pp. 387-391.

CANADIAN BIOTECHNOLOGY SECRETARIAT (2005): *International Public Opinion Research on Emerging Technologies: Canada-US Survey Results*. Disponible en: <http://www.biportal.gc.ca/english/View.asp?pmiid=524yx=720>.

CACCIATORE, M. A., SCHEUFELE, D. A. y CORLEY, E.A. (2011): "From enabling technology to applications: The evolution of risk perceptions about", *Public Understanding of Science*, vol. 20, nº 3, 385-404.

CASTELLINI, O. M., WALEJKO, G. K., HOLLADAY, C. E., THEIM, T. J., ZENNER G. M. y CRONE, W. C. (2007): "Nanotechnology and the public: Effectively communicating nanoscale science and engineering concepts", *Journal of Nanoparticle Research*, vol. 9, pp. 183-189.

199

CHILVERS, J. (2006): *Engaging Research Councils? An evaluation of a Nanodialogues experiment in upstream public engagement*, Birmingham, University of Birmingham. Disponible en: <http://www.epsrc.ac.uk/CMSWeb/Downloads/Other/NanodialogueEngagingResearchCouncilsEvaluationReport.pdf>.

COBB, M. D. (2005): "Framing effects on public opinion about nanotechnology", *Science Communication*, vol. 27, nº 2, pp. 221-239.

COBB, M. D. y MACOUBRIE, J. (2004): "Public perceptions about nanotechnology: Risks, benefits, and trust", *Journal of Nanoparticle Research*, vol. 6, nº 4, pp. 395-405.

COMISIÓN EUROPEA (2001): *Eurobarometer 55.2: Europeans, Science and Technology*. Eurobarometer Special Survey 154, Bruselas, Directorate General Press and Communication.

COMISIÓN EUROPEA (2002): *Eurobarometer 58.0: Europeans and Biotechnology in 2002*, Bruselas, Directorate General Press and Communication.

COMISIÓN EUROPEA (2005a): *Eurobarometer 63.1 Europeans, Science and Technology*. Eurobarometer Special Survey 224, Bruselas, Directorate General Press and Communication.

COMISIÓN EUROPEA (2005b): *Eurobarometer 63.1: Social Values, Science and Technology, Special Eurobarometer 225*, Bruselas, Directorate General Press and Communication.

COMISIÓN EUROPEA (2005c): *Eurobarometer 64.3 survey: Europeans and Biotechnology in 2005: Patterns and Trends*, Bruselas, Directorate General Press and Communication.

COMISIÓN EUROPEA (2010): *Eurobarometer 73.1: Biotechnology*. Special Eurobarometer 341, Bruselas, Directorate General Press and Communication.

COOK, A. J. y FAIRWEATHER, J.R. (2007): "Intentions of New Zealanders to purchase lamb or beef made using nanotechnology", *British Food Journal*, vol. 109, nº 9, pp. 675-688.

CURRALL, S. C., KING, E. B., LANE, N., MADERA, J. y TURNER, S. (2006): "What Drives Public Acceptance of Nanotechnology?", *Nature Nanotechnology*, vol. 1, nº 3, pp. 153-155.

200 DAVIES, S. R. (2011): "How we talk when we talk about nano: The future in laypeople's talk", *Futures*, vol. 43, nº 3, pp. 317-326.

DE CÓZAR, J.M. (2009): "Gobernar la nanotecnología. Un (breve) ensayo de democracia técnica", en J. Riechmann (coord.): *Nanomundos, multiconflictos. Una aproximación a las nanotecnologías*, Barcelona, Icaria, pp. 93-107.

DOUBLEDAY, R. (2007): "Risk, public engagement and reflexivity: Alternative framings of the public dimensions of nanotechnology", *Health, Risk y Society*, vol. 9, nº 2, pp. 211-227.

EINSIEDEL, E. F. y GOLDENBERG, L. (2004): "Dwarfing the social? Nanotechnology lessons from the biotechnology front", *Bulletin of Science, Technology y Society*, vol. 24, nº 1, pp. 28-33.

EINSIEDEL, E. F. (2005): "In the public eye: the early landscape of nanotechnology among Canadian and US publics", *Azonano*, vol. 1, pp. 1-10.

FABER, B. (2006): "Popularizing Nanoscience: The Public Rhetoric of Nanotechnology, 1986-1999", *Technical Communication Quarterly*, vol. 15, nº 2, pp. 141-69.

FOGELBERG, H. y GLIMELL, H. (2003): *Bringing Visibility To the Invisible: Towards A Social Understanding of Nanotechnology*, Goteborg, Universidad de Goteborg.

FRIEDMAN, S. M. y EGOLFF, B. P. (2005): "Nanotechnology: Risks and the Media," *IEEE Technology and Society Magazine*, vol. 24, pp. 5-11.

FUJITA, Y., YOKOHAA, H. y ABE, S. (2006): "Perception of nanotechnology among the general public in Japan-of the NRI Nanotechnology and Society Survey Project", *Asia Pacific Nanotech Weekly*, vol. 4, nº 1-2.

FUNTOWICZ, S. O. y RAVETZ, J. R. (1993/2000): *La ciencia posnormal: Ciencia con la gente*, Barcelona, Icaria.

GASKELL, G., EYCK, T. T., JACKSON, J. y VELTRI, G. (2004): "Public attitudes to nanotechnology in Europe and the United States". *Nature Materials*, vol. 3, p. 496.

GASKELL, G., EYCK, T. T., JACKSON, J. y VELTRI, G. (2005): "Imagining nanotechnology: cultural support for technological innovation in Europe and the United States", *Public Understanding of Science*, vol. 14, nº 1, pp. 81-90.

GORSS, J. y LEWENSTEIN, B. V. (2005): "The Saliency of Small: Nanotechnology Coverage in the American Press,1986-2004", reporte presentando en la conferencia annual de la International Communication Association, 26-30 May, Nueva York.

GREGORY, R., FLYNN, J. y SLOVIC, P. (2001): "Technological stigma", en J. Flynn, P. Slovic, y H. Kunreuther (eds.): *Risk, Media and Stigma: Understanding Public Challenges to Modern Science y Technology*, Londres, Earthscan, pp. 3-8.

201

GROBE, A., SCHNEIDER, C., SCHETULA, V., REKIC, M. y NAWRATH, S. (2008): "Nanotechnologien. Was Verbraucher wissen wollen (Nanotechnologies: what consumers like to know)", Berlín. Disponible en: [http://www.vzbv.de/mediapics/studie\\_nanotechnologien\\_vzbv.pdf](http://www.vzbv.de/mediapics/studie_nanotechnologien_vzbv.pdf).

HART, P. D. RESEARCH ASSOCIATES (2006): *Report findings*, Washington, Peter D. Hart Research Associates, Inc. Disponible en: [http://www.nanotechproject.org/file\\_download/files/HartReport.pdf](http://www.nanotechproject.org/file_download/files/HartReport.pdf).

HART, P. D. RESEARCH ASSOCIATES (2007): *Awareness of and Attitudes toward Nanotechnology and Federal Regulatory Agencies*, Washington, Peter D. Hart Research Associates, Inc. Disponible en: [http://www.nanotechproject.org/process/files/5888/hart\\_nanopoll\\_2007.pdf](http://www.nanotechproject.org/process/files/5888/hart_nanopoll_2007.pdf).

HART, P. D. RESEARCH ASSOCIATES (2008): *Awareness of and Attitudes toward Nanotechnology and Synthetic Biology*, Washington, Peter D. Hart Research Associates, Inc. Disponible en: <http://www.nanotechproject.org/process/assets/files/7040/final-synbioreport.pdf>.

HART, P. D. RESEARCH ASSOCIATES (2009): *Hart surveys Nanotechnology, Synthetic Biology and Public Opinion*, Washington, Peter D. Hart Research Associates, Inc. Disponible en: <http://www.nanotechproject.org/publications/archive/8286/>.

HAYHURST, R., HECKL, W. M., MAGLIO, G., TÜRK, V. y BENNETT, D. (2005): "Talking Nano- What Makes Nanotechnology Special", en M. Claessens (ed.): *Communicating European Research 2005*, pp. 227-232.

HO, S. H., SCHEUFELE, D. A. y CORLEY, E. A. (2011): "Value Predispositions, Mass Media, and Attitudes Toward Nanotechnology: The Interplay of Public and Experts", *Science Communication*, vol. 33, nº 2, pp. 167-200.

HOCHGERNER, J., MARSCHALEK, I., MOSER, P., STRASSER, M., BLUM, J., SCHWARZER, S. y ZEGLOVITS, E. (2010): *Nanoyou-WP1. Report on the Analysis of Survey Responses*. Disponible en: [http://nanoyou.eu/attachments/495\\_NANOYO\\_U\\_D1.2\\_ZSI.pdf](http://nanoyou.eu/attachments/495_NANOYO_U_D1.2_ZSI.pdf).

HOSSEINI, S. M. y REZAEI, R. (2011): "Factors affecting the perceptions of Iranian agricultural researchers towards", *Public Understanding of Science*, vol. 20, nº 4, pp. 513-524.

ILE-DE-FRANCE (2007): *Citizens Recommendations on Nanotechnology*, París, Espace Projects.

KAHAN, D. M., SLOVIC, P., BRAMAN, D., GASTIL, J. y COHEN, G. (2007): *Nanotechnology Risk Perceptions-The Influence of Affect and Values*. Disponible en: [http://www.nanotechproject.org/process/assets/files/2710/164\\_nanotechriskperceptions\\_dankahan.pdf](http://www.nanotechproject.org/process/assets/files/2710/164_nanotechriskperceptions_dankahan.pdf).

KAHAN, D.M., BRAMAN, D., SLOVIC, P., GASTIL, J. y COHEN, G. (2009): "Cultural Cognition of the Risks and Benefits of Nanotechnology," *Nature Nanotechnology*, vol. 4, nº 2, pp. 87-90.

KAPLAN, S. y RADIN, J. (2011): "Bounding an emerging technology: Para-scientific media and the Drexler-Smalley debate about nanotechnology", *Social Studies of Science*, vol. 41, nº 4, pp. 457-485.

KATZ, E., LOVEL, R., MEE, W. y SOLOMON, F. (2005): *Citizens' Panel on Nanotechnology. Report to Participants*. DMR-2673, CSIRO Minerals. Clayton South, Australia. Disponible en: [http://www.minerals.csiro.au/sd/pubs/Citizens\\_Panel\\_Report\\_to\\_Participants\\_April\\_2005\\_final\\_110.pdf](http://www.minerals.csiro.au/sd/pubs/Citizens_Panel_Report_to_Participants_April_2005_final_110.pdf).

KEARNES, M., MACNAGHTEN, P. y WILSDON, J. (2006): *Governing at the Nanoscale: People, Policies and Emerging Technologies*, Londres, Demos.

LAURENT, B. (2009): *Replicating participatory devices: the consensus conference confronts nanotechnology*, Working Papers, nº 18, París, Centre de Sociologie de l'Innovation. Disponible en: <http://www.csi.ensmp.fr/>.

LEE, C. J.; SCHEUFELE, D. A. y LEWENSTEIN, B. V. (2005): "Public attitudes toward emerging technologies: examining the interactive effects of cognitions and affect on

public attitudes toward nanotechnology”, *Science Communication*, vol. 27, nº 2, pp. 240-267.

LEWENSTEIN, B.V. (2005): “Nanotechnology and the public”, *Science Communication*, vol. 27, nº 2, pp.169-174.

LEWENSTEIN B. V., RADIN, J. y DIELS, J. (2007): “Nanotechnology in the media: A preliminary analysis”, en M. C. Rocco y W. S. Bainbridge (eds): *Nanotechnology: Societal Implications II: Individual Perspectives*, Dordrecht, Springer, pp. 258-224.

MACNAGHTEN, P. y GUIVANT, J. S. (2011): “Converging citizens? Nanotechnology and the political imaginary of public engagement in Brazil and the United Kingdom”, *Public Understanding of Science*, vol. 20, nº2, pp. 207-220

MACNAGHTEN P., KEARNES M, y WYNNE B. (2005): “Nanotechnology, governance and public deliberation: What role for the social sciences?”, *Science Communication*, vol. 27, nº 2, pp. 268-287.

MACOUBRIE, J. (2006): “Nanotechnology: public concerns, reasoning and trust in government”, *Public Understanding of Science*, vol. 15, nº2, pp. 221-241.

MARKET ATTITUDE RESEARCH SERVICES (2008): *Australian community attitudes held about nanotechnology-trends 2005-2008*, Australian Office of Nanotechnology report. Disponible en: [http://www.innovation.gov.au/Industry/Nanotechnology/PublicAwarenessandEngagement/Documents/Nanotechnology\\_Public\\_Atitudes\\_2009.pdf](http://www.innovation.gov.au/Industry/Nanotechnology/PublicAwarenessandEngagement/Documents/Nanotechnology_Public_Atitudes_2009.pdf).

203

MCCRAY P. (2005): “Will small be beautiful? Making policies for our nanotech future”, *History and Technology*, vol. 21, nº2, pp. 177-203.

MEE, W., LOVEL, R., SOLOMON, F., KEARNS, A., CAMERON, F. y TURNEY, T. (2004): *Nanotechnology: The Bednigo Workshop*, Clayton South. Disponible en: <http://www.minerals.csiro.au/sd/pubs/Public%20report.pdf>.

MEHTA, M. D. (2004): “From Biotechnology to Nanotechnology: What Can We Learn From Earlier Technologies?”, *Bulletin of Science, Technology y Society*, vol. 24, nº 1, pp. 34-39.

NANOBIORASE (s/f): *Public Perceptions and Communication about Nanobiotechnology*, Delft, NanoBio-RAISE Co-ordination office. Disponible en: <http://files.nanobio-raise.org/Downloads/NanoPublicFINAL.pdf>.

NANOJURY (2005): *NanoJury UK: Our Provisional Recommendations*, Londres, NanoJury UK. Disponible en: <http://www.greenpeace.org.uk/files/pdfs/migrated/MultimediaFiles/Live/FullReport/7249.pdf>.

NANOLOGUE (2006): *Nanologue. Opinions on the Ethical, legal and Social Aspects of Nanotechnologies*. Results from a Consultation with Representatives from

Research, Business and Civil Society. Disponible en: <http://www.nanologue.net/custom/user/Downloads/NanologueWP34FinalPublic.pdf>.

NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY COUNCIL (2000): *National nanotechnology initiative: Leading to the next industrial revolution. A report by the Interagency Working Group on Nanoscience, Engineering and Technology*, Washington. Disponible en: <http://www.whitehouse.gov/files/documents/ostp/NSTC%20Reports/NNI2000.pdf>.

NERESINI, F. (2006): "Starting off on the wrong foot: The public perception of nanotechnology and the deficit model", *Nanotechnology Perceptions*, vol. 2, nº2, pp.189-195.

NERLICH, B., CLARKE, D. D. y ULPH, F. (2007): "Risks and benefits of nanotechnology: How young adults perceive possible advances in nanomedicine compared with conventional treatments", *Health, Risk y Society*, vol. 9, nº 2, pp.159-171.

NISBET, M. C. y LEWENSTEIN, B.V. (2002): "Biotechnology and the American media: the policy process and the elite press, 1970-1999", *Science Communication*, vol. 23, nº4, pp. 359-391.

PETERSEN, A., ANDERSON, A., WILKINSON, C. y ALLAN, S. (2007): "Nanotechnologies, risk and society", *Health, Risk y Society*, vol. 9, nº 2, pp. 117-124.

PIDGEON, N. y ROGERS-HAYDEN, T. (2007): "Opening up nanotechnology dialogue with the publics: Risk communication or 'upstream engagement'?", *Health, Risk y Society*, vol. 9, nº 2, pp. 191-210.

PIDGEON, N., HARTHORN, B.H., BRYANT, K. y ROGERS-HAYDEN, T. (2008): "Deliberating the Risks of Nanotechnologies for Energy and Health Applications in the United States and United Kingdom", *Nature Nanotechnology*, vol. 4, pp. 95-98.

POLLARA, I. (2004): "Public Opinion Research Findings on Emerging Technologies", Disponible en: <http://www.biportal.gc.ca/english/View.asp?x=524&ymp=521>.

POWELL, M. C. y KLEINMAN, D. L. (2008): "Building citizen capacities for participation in nanotechnology decision-making: the democratic virtues of the consensus conference model", *Public Understanding of Science*, vol. 17, nº 3, pp. 329-348.

POWELL, M.C (2007): "New risk or old risk, high risk or no risk? How scientists' standpoints shape their nanotechnology risk frames", *Health, Risk y Society*, vol. 9, nº 2, pp. 173-190.

PRIEST, S.H. (2005): "Commentary-Room at the Bottom of Pandora's Box: Peril and Promise in Communicating Nanotechnology", *Science Communication*, vol. 27, nº 2, pp. 292-299.

PRIEST, S.H. (2006): "The North American opinion climate for nanotechnology and its products: opportunities and challenges", *Journal of Nanoparticle Research*, vol. 8, pp. 563-568.

RENN, O. y ROCO, M.C. (2006): "Nanotechnology and the need for risk governance", *Journal of Nanoparticle Research*, vol. 8, nº 2, pp. 153-191.

REY, L. (2006): *Public Reactions to Nanotechnology in Switzerland: Report on publifocus discussion forum 'Nanotechnology, Health and the Environment'*, Berna, Centre for Technology Assessment at the Swiss Science and Technology Council. Disponible en: [http://www.ta-swiss.ch/a/nano\\_pfna/2006\\_TAP8\\_Nanotechnologien\\_e.pdf](http://www.ta-swiss.ch/a/nano_pfna/2006_TAP8_Nanotechnologien_e.pdf).

ROCO, M. C. (2003): "Broader societal issues of nanotechnology", *Journal of Nanoparticle Research*, vol. 5, pp. 181-189.

ROCO, M. C. y BAINBRIDGE, W. S. (2001): *Societal Implications of Nanoscience and Nanotechnology*, Dordrecht, Kluwer Academic Publishers.

ROYAL SOCIETY (2004): *Nanoscience and Nanotechnologies: Opportunities and Uncertainties*, Londres. Disponible en: <http://www.nanotec.org.uk/finalReport.htm>.

ROYAL SOCIETY AND ROYAL ACADEMY OF ENGINEERING (2004): *Nanotechnologies: Views of the General Public*, Londres. Disponible en: <http://www.nanotec.org.uk/Market%20Research.pdf>.

205

SATTERFIELD, T., KANDLIKAR, M., BEAUDRIE, C. E. H., CONTI, J. y HARTHORN, B. H. (2009): "Anticipating the perceived risk of nanotechnologies", *Nature Nanotechnology*, vol. 4, pp. 752-758.

SCHEUFELE, D. A. (2006): "Five lessons in nano outreach", *Materials Today*, vol. 9, nº 5, p. 64.

SCHEUFELE, D. A. y LEWENSTEIN, B. V. (2005): "The public and nanotechnology: how citizens make sense of emerging technologies", *Journal of Nanoparticle Research*, vol. 7, pp. 659-657.

SCHEUFELE, D. A., CORLEY, E. A., DUNWOODY, S., SHIH, T. J., HILLBACK, E. y GUSTON, D. H. (2007): "Scientists Worry about Some Risks More than the Public", *Nature Nanotechnology*, vol. 2, nº 12, pp. 732-734.

SCHEUFELE, D. A., CORLEY, E., SHIH, T. J., DALRYMPLE, K. y HO, S. (2008): "Religious Beliefs and Public Attitudes toward Nanotechnology in Europe and the United States", *Nature Nanotechnology*, vol. 4, nº 1, pp. 91-94.

SCHMIDT KJÆGAARD, R. (2010): "Making a small country count: nanotechnology in Danish newspapers from 1996 to 2006", *Public Understanding of Science*, vol. 19, nº 1, pp. 80-97.

SCHOMBERG, R. V. y DAVIES, S. (2010): *Understanding Public Debate on Nanotechnologies*. Options for Framing Public Policy, Bruselas, Comisión Europea. Disponible en: [http://ec.europa.eu/research/science-society/document\\_library/pdf\\_06/understanding-public-debate-on-nanotechnologies\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/research/science-society/document_library/pdf_06/understanding-public-debate-on-nanotechnologies_en.pdf).

SCHUMMER, J. (2005): "Reading nano: the public interest in nanotechnology as reflected in purchase patterns of books", *Public Understanding of Science*, vol. 14, nº 2, pp. 163-183.

SCHÜTZ, H. y WIEDEMANN, P. M. (2008): "Framing effects on risk perception of nanotechnology", *Public Understanding of Science*, vol. 17, nº 4, pp. 369-379.

SELIN C. (2007): "Expectations and the emergence of nanotechnology", *Science, Technology, y Human Values*, vol. 32, nº, pp. 196-220.

SERENA, P. A. y TUTOR, J. D. (2011): "La divulgación y la formación de la nanociencia y la nanotecnología en España: un largo camino por delante", *Mundo nano. Revista interdisciplinaria en Nanociencia y Nanotecnología*, vol. 4, nº 2, pp. 48-58.

SIEGRIST, M., COUSIN, M. E., KASTENHOLZ, H. y WIEK, A. (2007a): "Public acceptance of nanotechnology foods and food packaging: The influence of affect and trust", *Appetite*, vol. 49, nº 2, pp. 459-466.

206 SIEGRIST, M., KELLER, C., KASTENHOLZ, H., FREY, S. y WIEK, A. (2007b): "Laypeople's and Experts' Perception of Nanotechnology Hazards," *Risk Analysis*, vol. 27, nº 1, pp. 59-69.

STEPHENS, L. F. (2005): "News Narratives about Nano SyT in Major U.S. and Non-U.S. Newspapers," *Science Communication*, vol. 27, nº 2, pp. 175-99.

STILGOE, J. (2006): *A People's Inquiry on Nanotechnology and the Environment*, Londres, Demos.

STILGOE, J. (2007): *Nanodialogues: Experiments in public engagement with science*, Londres. Disponible en: <http://www.demos.co.uk/files/Nanodialogues%20-%20web.pdf>.

TE KULVE, H. (2006): "Evolving repertoires: nanotechnology in daily newspapers in the Netherlands", *Science as Culture*, vol. 15, nº 4, pp. 367-382.

TORRES, C., FERNÁNDEZ-ESQUINAS, M., REY-ROCHA, J. y MARTÍN-SEMPERE, M. J. (2011): "Dissemination practices in the Spanish research system: scientists trapped in a golden cage", *Public Understanding of Science*, vol. 20, nº 1, pp. 12-25.

VANDERMOERE, F., BLANCHEMANCHE, S., BIEBERSTEIN, A., MARETTE, S. y ROOSEN, J. (2011): "The public understanding of nanotechnology in the food domain:

The hidden role of views on science, technology, and nature”, *Public Understanding of Science*, vol. 20, n° 2, pp. 195-206.

WALDRON, A., DOUGLAS, S, y BATT, C. (2006): “The current state of public understanding of nanotechnology”, *Journal of Nanoparticle Research*, vol. 8, n° 5, pp. 569-575.

WILKINSON, C., ALLAN, S., ANDERSON, A. y PETERSEN, A. (2007): “From uncertainty to risk?: Scientific and news media portrayals of nanoparticle safety”, *Health, Risk y Society*, vol. 9, n° 2, pp. 145-157.

ZIMMER, R., DOMASCH, S., SCHOLL, G., ZSCHIESCHE, M., PETSCHOW, U., HERTEL, R.F., y BÖL, G. F. (2007): “Nanotechnologien im öffentlichen Diskurs: Deutsche Verbraucherkonferenz mit Votum. Technikfolgenabschätzung”, *Theorie und Praxis*, vol. 3, pp. 98-101.

ZIMMER, R., HERTEL, R. y BÖL, G. F. (eds.) (2010): *BfR Delphi Study on Nanotechnology Expert Survey of the Use of Nanomaterials in Food and Consumer Products*, Berlin, Federal Institute for Risk Assessment. Disponible en: [http://www.bfr.bund.de/cm/350/bfr\\_delphi\\_study\\_on\\_nanotechnology.pdf](http://www.bfr.bund.de/cm/350/bfr_delphi_study_on_nanotechnology.pdf).