

## Prólogo

En julio de 2016, en el suplemento dominical del diario canario *La Provincia* se publicó el artículo “Nueve palabras clave para el futuro” en el que se describían algunas de las tecnologías que van a condicionar nuestra vida durante este siglo XXI. Una de ellas es la nanotecnología, descrita en el artículo como una especie de “albañilería a escala atómica” (nunca dejan de sorprendernos las descripciones de temas científicos que encontramos en prensa). Esta “albañilería” será capaz de resolver muchos de los problemas que ahora tenemos planteados relacionados con la energía, el medioambiente o la salud. Esta visión ultrapositiva de la nanotecnología aparece frecuentemente, dando una perspectiva halagüeña sobre cómo usar estos conocimientos en aras del progreso de la humanidad. Sin embargo, unos meses antes, en la versión digital del diario *El País* apareció un artículo titulado “Los cinco jinetes del apocalipsis” en el que se enumeraban las cinco mayores amenazas que pueden llevar a la destrucción total de la humanidad. Entre ellas se encuentra la nanotecnología. El mismo diario publicaba el 9 de mayo de 2016 una entrevista a responsables del Instituto para el Futuro de la Humanidad (FHI en inglés), ubicado en Oxford (Reino

Unido), y otra vez la nanotecnología se mencionaba en la lista de las 12 causas que podrían conducir al exterminio de los seres humanos.

La reflexión que se nos viene a la cabeza es inmediata: ¿qué opinará sobre esta dicotomía un lector o una lectora de estas noticias? ¿La nanotecnología es parte de la solución de nuestros problemas o es uno de ellos (y al parecer bastante peligroso)? Para las personas que trabajamos en instituciones dedicadas a hacer ciencia, como el Consejo Superior de Investigaciones Científicas, la percepción de nuestro trabajo por parte de la sociedad es un asunto de importancia capital (sobre todo porque esa sociedad sufraga nuestros salarios e investigaciones). Ante estas noticias tan dispares, ¿qué puede pensar la ciudadanía del trabajo que hacemos en las instituciones científicas? ¿Trabajamos para el bien de la humanidad o para su destrucción? Rebuscando en internet se siguen encontrando noticias algo más alentadoras: parece que la probabilidad de que la nanotecnología acabe con los seres humanos está cuantificada en el 0,01% (¿cómo se obtienen estos datos?). Sin embargo, un 0,01% es un número muy grande comparado con la probabilidad de que nos toque un buen premio en la lotería. Tampoco es para tranquilizarnos demasiado.

En cualquier caso, esta dualidad beneficio-peligro no es una novedad, pues todas y cada una de las tecnologías desarrolladas por la especie humana no son inocuas, manifestando tanto aspectos positivos como negativos. Sin embargo, parece que tras la euforia por dominar la materia a escala nanométrica, otros aspectos más inquietantes se han puesto sobre la mesa, sembrando la opinión pública de dudas justificadas en unas ocasiones y de alarmas exageradas en otras. Pero esto no es algo nuevo.

La organización Amigos de la Tierra (FoE en inglés) organizó en 2010 la primera manifestación antinanutecnología en Australia, en el Festival de la Moda de Melbourne, protestando por el uso, sin ensayos previos, de nanopartículas en

cosméticos. Años atrás protestas similares se habían producido en otros puntos del planeta. En 2006, un millar de personas se manifestaron delante del gran Centro de Innovación en Micro y Nanotecnología (MINATEC) que el gobierno de Francia abría en Grenoble al grito de “¡No al tecnototalitarismo!”. Años antes, en 1999, el grupo ecologista canadiense Grupo de Acción sobre Erosión, Tecnología y Concentración (más conocido a nivel mundial como Grupo ETC) mostraba en diversos informes su inquietud sobre los problemas asociados a la nanotecnología y en 2002 solicitó una moratoria sobre el desarrollo de esta disciplina, precisamente en el momento en el que se disparaban las inversiones públicas y privadas con la finalidad de transferir los conocimientos de la nanociencia y de la nanotecnología desde los laboratorios a los mercados.

En ocasiones se ha ido más allá de las meras acciones de protesta y se ha llegado a atentar contra la vida de investigadores como ocurrió en México, en agosto de 2011, cuando un grupo antinanutecnología envió un paquete bomba al Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, causando graves lesiones al director del Doctorado en Ciencias de la Ingeniería, Alejandro Aceves López. Un ataque similar, sin consecuencias, se intentó en las mismas fechas en el Instituto Politécnico Nacional en Zacatecas. Los atentados fueron reivindicados por un grupo ecoanarquista autodenominado Individualidades Tendiendo a lo Salvaje (ITS), para los que “la nanotecnología es una de las tantas ramas del sistema de dominación a la Tierra y que todos los que nos encontremos en ella nos habremos convertido en una gran masa gris, donde reinarán nanomáquinas inteligentes”. Como se ve, extremistas peligrosos puede haber en cualquier ámbito de la vida. Menos mal que este hecho fue puntual y no ha tenido imitadores.

Todas estas acciones contra la nanotecnología, unas pacíficas y respetables y otras violentas y detestables, aparecen justo en un momento en el que gobiernos, centros de investigación y empresas han pisado el acelerador para lograr que

las promesas de la nanotecnología se hagan realidad. ¿Nos encontramos ante una pugna de intereses políticos y económicos? Lo que parece innegable es que en los últimos años ha comenzado un lento pero imparable rechazo a algunos productos nacidos con la nanotecnología y ahora es posible encontrar a la venta algunos con la etiqueta “*Not nano*” como marchamo tranquilizador para el usuario, cuando unos años atrás muchos productos exhibían la etiqueta “*Nano inside*”. Esta tendencia es global y en países como España asociaciones de fabricantes de cosméticos buscan sustitutivos para las nanopartículas por temor a que los consumidores rechacen estos productos. Esta situación de incertidumbre y desconocimiento en los consumidores es un caldo de cultivo donde aparecen timadores sin escrúpulos. En el año 2015, en las redes sociales circulaba un vídeo en el que se mostraba cómo fabricar un dispositivo casero que eliminaba las “nefastas” nanopartículas que todos tenemos en nuestro cuerpo y que han llegado allí sin nuestro consentimiento.

Por un lado, grupos ecologistas y anticapitalistas; por otro, gobiernos y empresas; por otro más, los investigadores, y, en medio, los ciudadanos que son consumidores de los cientos de nuevos artículos fruto de la nanotecnología y que, como contribuyentes, usuarios o compradores, financian las investigaciones en este campo. Para más inri, una gran parte de ellos aún desconoce lo que es la nanotecnología a pesar de los esfuerzos realizados en estos años desde las instituciones, aunque es cierto que ese desconocimiento difiere de unos países a otros. Esta falta de conocimiento puede utilizarse de manera interesada en una dirección u otra, tanto para adoptar una postura pro- como antinanonotecnología, mediante informaciones veraces o con un aparente rigor científico. Nos encontramos ante una situación inestable, en la que el mercado de productos nanotecnológicos puede crecer de una manera sostenida o irse al traste,

y esto puede depender en gran medida de la percepción de la sociedad.

Este libro pretende exponer la situación en la que nos encontramos, mostrando de forma neutra y veraz los beneficios y riesgos de la nanotecnología. En cuanto a los beneficios, se verá que ya hay un mercado creciente de dispositivos y materiales que son fruto del desarrollo de la nanotecnología y que están presentes en nuestras casas, coches, oficinas, hospitales y tiendas. En cuanto a los riesgos, veremos que hay algunos que son comunes a otras tecnologías, que tienen una componente más socioeconómica en unos casos o más especulativa en otros. Sin embargo, una parte importante del libro se centra en los nanomateriales que pueden causar daños biológicos y medioambientales.

Se mostrarán los datos que ahora conocemos sobre vías de contacto y penetración, los posibles daños que pueden causar, así como las repercusiones que tiene toda esta información en cuanto a la vigilancia de la salud, la prevención de riesgos, la elaboración de normativas, etc. Esperamos que al terminar la lectura, el lector o la lectora tenga una información más clara para establecer una posición frente a la llegada de la nanotecnología sin caer en un terror paralizante, alarmismos infundados o euforias descontroladas, sabiendo que los beneficios que podemos extraer de la nanotecnología exigen también el control de sus riesgos, y que en todo ello se trabaja incesantemente en la comunidad científica, colaborando con otros estamentos de la sociedad.

## **Agradecimientos**

Nos gustaría agradecer a nuestras respectivas familias su apoyo y su comprensión durante la redacción del libro. También al conjunto del CSIC por la posibilidad de

trabajar en una institución que es un referente mundial de la investigación en todas las disciplinas, en particular en la nanociencia y la nanotecnología, y que es pionero en España en el desarrollo de estudios sobre los riesgos e impacto de la nanotecnología.