

## Pensar en pequeño para crear a lo grande

El mundo se vuelca en la revolución nanotecnológica. La ciencia trata de imitar a la naturaleza partiendo del átomo para introducir nuevos materiales que cambiarán la vida cotidiana.



En 1961, el presidente de Estados Unidos, John Fitzgerald Kennedy, marcó la conquista del espacio como una nueva frontera para su país. Casi 40 años más tarde, otro presidente, Bill Clinton, situaba esa frontera en otro espacio inmenso aunque mucho más pequeño. «Imagínense reducir toda la información ubicada en la Biblioteca del Congreso en un artefacto del tamaño de un terrón de azúcar», dijo Clinton. Nació así la Iniciativa Nacional de Nanotecnología en Estados Unidos, un plan copiado pronto por el resto de países competidores que pretendía estimular la investigación y la economía a través de esta prometedora ciencia basada en la manipulación de la materia a escala atómica.

El futuro de lo que comemos, compramos, observamos, padecemos e investigamos pasa por la nanotecnología. Dos motores mueven esta ciencia. El primero es el económico; más pequeño significa más barato. El segundo motor es puramente científico y, como siempre, plantea otras inquietudes más filosóficas: la posibilidad de imitar a la naturaleza, es decir, colocar los átomos donde queramos a través de la química. «Todas las creaciones humanas han partido siempre de lo grande a lo pequeño, de arriba abajo, mientras que la naturaleza resuelve sus problemas de abajo arriba. La nanotecnología permite invertir ese proceso y hacerlo como ocurre en la naturaleza», explica Héctor Guerrero, del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA).

El desafío está en esa inversión de los procesos de fabricación. Las técnicas mecánicas que permiten la operación en la escala del nanómetro (1 milímetro es igual a 1 millón de nanómetros) son el microscopio de efecto túnel y el microscopio de fuerza atómica. Am-

bos permiten manipular moléculas individuales para formar nanoestructuras sobre las que se cimienta la construcción de nuevos materiales y nanoestructuras. «Es una nueva revolución, como pudo ser la Revolución Industrial, la microelectrónica o la genética y genómica», explica Guerrero.

El origen de esa revolución tiene fecha y lugar: 1959, Instituto Tecnológico de California. El científico neoyorquino Richard Phillips Feynman, muy dado a las frases ingeniosas –a él se atribuye esa de «la física es como el sexo: seguro que tiene una utilidad práctica, pero no es por eso por lo que lo hacemos»– da una conferencia titulada «Hay sitio de sobra al fondo». Feynman teoriza sobre la nanotecnología antes de que se inventara la palabra (¡tampoco existía la palabra chip!). Para ello, recurre a una pregunta que ha pasado a la historia como el principio de esta nueva visión tecnológica: ¿Es posible escribir los 24 tomos de la edición de 1959 de la Enciclopedia Británica en la cabeza de un alfiler? «Sí», se respondía Feynman. Toda la Enciclopedia cabe en dicha cabeza si aumentamos su área 25 000 veces. O sea, que solo tenemos que reducir el tamaño de la Enciclopedia 25 000 veces para poder meterla en la cabeza de un alfiler de un milímetro.

Los retos de la nanotecnología para los próximos años no caben ya en ese milímetro. Los más realistas y cercanos se centran en las tecnologías de la información y las comunicaciones; concretamente en la fabricación de dispositivos de almacenamiento masivo que lleven los terabytes a los discos duros domésticos. En un horizonte más lejano, los logros pasan por las nanomáquinas, capaces de realizar tareas mecánicas –como abrir compuertas o hacer girar ejes–, que por ahora solo pueden hacerse con dispositivos mucho mayores. El siguiente paso lógico sería la construcción de nanorrobots, máquinas capaces de replicarse a sí mismas y de hacer reparaciones en otras máquinas o en el cuerpo humano sin dirección desde el exterior.

Ese es el futuro, pero en la conquista de lo pequeño ya se han puesto muchas picas, que poco a poco empiezan ocupar la calle: fibras textiles que no se manchan, vidrios que regulan la entrada de la luz, envases aislantes, cristales a los que les resbala la lluvia, pantallas flexibles, revestimientos antipintadas o antigrafiteros, nuevos trajes espaciales, protectores solares más extremos, lentes antirreflectantes, raquetas de fibra de carbono, coches más ligeros, ropa autolimpiable, tejados y ventanas que repelen el agua.

Todo eso en tres décadas de investigación, aunque haya sido en esta última cuando se han producido más avances. La otra frontera en la que la nanotecnología intenta abrir el camino es mucho más difusa: la mecánica cuántica. Cuanto más se desarrolla, más se conoce sobre esta rama de la física que explica el comportamiento de la materia a escala atómica.

Allí, en ese nanomundo, las leyes de la física terrenal saltan por los aires. Resulta imposible fijar a la vez la posición y el momento de una partícula y los conceptos que mandan son los de incertidumbre e indeterminación. Propiedades como la elasticidad, la radiactividad o el calor se comportan a esa escala de distinta manera a la que percibe el ojo humano. Básicamente, el mundo atómico no se comporta como cabría esperar; allí no funciona el sentido común.

«En realidad», explica Héctor Guerrero, «la nanotecnología no es más que una masiva puesta en escena de la mecánica cuántica, a la que se le unen los principios de la química y la biología. Con esta tecnología no hemos hecho más que empezar a explotar a gran escala el mundo cuántico, y de ahí resultan los sorprendentes descubrimientos que se dan día a día».

Llegados a este punto, toca hablar de dinero. La imagen del terrón de azúcar expuesta por Clinton y la necesidad de competir hizo que la comunidad internacional empezara a convertir los nanopresupuestos que destinaba a los científicos en grandes sumas.

Más de 6400 millones de euros se dirigieron a la investigación nanotecnológica en 2005 y las inversiones aumentan exponencialmente cada año que pasa, según los datos de la compañía de servicios de investigación y consultoría RNCOS. Su estudio «El mercado mundial de la nanotecnología en 2006» colocaba a Estados Unidos como el mayor inversor global en esta ciencia. Su mercado en 2005 acaparaba el 27% del mercado mundial, seguido muy de cerca por el japonés, con más del 24% de participación.

Europa occidental también tiene un cuarto de la cuota de mercado, con una mayor inversión de alemanes, británicos y franceses. El resto de la cuota es para chinos, coreanos, canadienses y australianos. España ha tardado años en subirse al carro del que estaban tirando los demás países de su entorno, pero ha empezado a agarrarse a él en 2007, lanzada por el interés de las empresas.

La estimación de la inversión en nanotecnología que se hace en España es una verdadera incógnita, debido a la existencia de múltiples agencias financieras y la ausencia de una entidad que centralice los datos. «Si atendemos a la inversión atribuida a los años 2004, 2005 y 2006 dentro del anterior Plan Nacional de I+D+i se puede hablar de 16 millones de euros en subvenciones y otros 18 millones en préstamos a empresas», explica Pedro Serena, investigador del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y colaborador del Ministerio de Educación y Ciencia dentro del Área de Nanotecnología. «Pero a esto hay que añadirle partidas millonarias dentro del Plan Ingenio 2010, los fondos de las comunidades autónomas y de la Unión Europea», prosigue.

Falta una inversión más, la de las propias empresas. Tampoco está cuantificada, aunque hay algunos ejemplos de que las compañías están apostando por la nanotecnología. Como no solo de ladrillo vive el hombre, la empresa constructora Acciona ha aumentado en un 38% su presupuesto en innovación con nuevas tecnologías (de 23 millones de euros en 2006 a 32 millones en 2007), según cuenta Ignacio Pérez, uno de los responsables de I+D+i en la empresa. «Es un cambio de mentalidad necesario que tenía que partir de nosotros. El negocio no puede ser solo poner ladrillos; así que hemos planificado un plan estratégico para 2015 donde la nanotecnología ocupa un papel importante en el desarrollo de nuevos materiales para la construcción o para la fabricación de molinos de viento más resistentes a las condiciones del mar», comenta.

Pese a todo, el número de compañías españolas especializadas en nanotecnología no llegaba a la decena en 2005, según datos del Instituto IMDEA-Nanociencia, el único que existe por ahora en España y en el que colaboran la Comunidad de Madrid y el Ministerio de Educación y Ciencia. La cifra coloca al país en la decimoquinta posición de una lista de dieciséis países, sólo por delante de Chipre. «Aún nos falta mucho. Por eso, tenemos que intentar dinamizar un sector del que estamos convencidos que todo el mundo hablará en los próximos años», comenta Martín Hernández Palacios, director de la Escuela de Negocios Aliter, que ofrece el primer máster en nanotecnología en España.

Nadie duda de que eso será así. Aunque quizá también se hable de los miedos y las polémicas que traiga esta tecnología bajo el brazo. La Asociación de Consumidores de la UE (BEUC) ha manifestado hace poco sus reticencias al uso de la nanotecnología en los alimentos y ha pedido a la Comisión una regulación. Hablan de la posible toxicidad de las nanosustancias que se agreguen a los alimentos para cambiar sus propiedades o para tratar de conservarlos mejor.

Por ahora, los legisladores han rechazado la idea con el argumento de que es demasiado pronto para poner trabas a una investigación que aún no ha establecido cuáles son los riesgos. Quizás esos no estén en el campo de la alimentación, sino en el de las armas. ¿Será posible crear armas atómicas minúsculas? ¿Nanorrobots que sepan replicarse? ¿Cámaras de vigilancia del tamaño de una molécula capaces de almacenar todos los movimientos de una persona? La eficacia de este nuevo arsenal podría ser comparada con la de las armas bacteriológicas.

Más allá de eso, y visto lo que se ha montado con otras investigaciones como la de las células madre, si el ser humano puede imitar a la naturaleza, si llega a controlar el lenguaje de los átomos, ¿cuántos problemas surgirían desde la filosofía, la ética o la teología? La respuesta a esas preguntas traerá nuevas leyes y, probablemente, una ristra de abogados especializados en el tema. Mientras tanto, el desembarco de científicos en la nanotecnología es cada día más patente. Al año se publican 15 000 artículos especializados sobre nanotecnología. Como para meterlos en la cabeza de un alfiler.

ÁLVARO DE CÓZAR.