

## MANUEL NIETO-VESPERINAS

La comunidad científica internacional está inmersa en una gran aventura: desvelar los secretos que encierra la materia a escala nanométrica. Son muchos los investigadores que creen, como el físico Manuel Nieto-Vesperinas, que la revolución tecnológica e industrial de este siglo estará protagonizada por la nanotecnología. Un terreno con grandes posibilidades por descubrir y en el que, en opinión de este profesor de Investigación del CSIC, España puede perder una oportunidad única, dada la escasa sensibilidad e interés mostrado por la Administración a la hora de impulsar un área considerada prioritaria dentro de la política científica de la UE.

**En estos momentos, ¿es correcto hablar ya de nanotecnología o, más bien, aún tenemos que referirnos a nanociencia?**

Quizás convendría definir lo que se conoce por nanociencia y nanotecnología. La primera se podría entender como el estudio y observación de fenómenos físicos y químicos en la escala molecular, esto es de 1 a 100 nanómetros, (un nanómetro es la millonésima parte de un milímetro); la segunda sería la fabricación de dispositivos, mecanismos y estructuras cuyo tamaño está dentro de ese rango. En lo que se podría entender por desarrollo de dispositivos y sus aplicaciones y comercialización, es todavía pronto para hablar de nanotecnología. La práctica totalidad de la actividad en la escala del nanómetro está aún limitada al ámbito de la experimentación e investigación. Creo que sería más exacto hablar de nanociencia en estos momentos. Téngase en cuenta que el uso extendido de ambos términos solo ha aparecido muy recientemente, aunque ciertos grupos de investigación ya lo comenzaban a emplear hace unos 10 años. En el programa Marco de la Unión Europea, estos términos aparecen por primera vez ahora.

**Nanotecnología y nanociencia se han convertido en dos de las ramas prioritarias de la política científica que contempla la UE dentro de su VI Programa Marco. ¿Cómo calificaría el interés de los responsables políticos de nuestro país por impulsar la investigación en este terreno?**

Desgraciadamente nuestros responsables políticos están manifestando una nula sensibilidad e interés por impulsar ninguna investigación. La situación en que ha entrado España en este terreno es relativamente similar a la que padeció Gran Bretaña durante la era Thatcher, cuando tuvieron que emigrar tantos científicos. La

nanotecnología o nanociencia, por su novedad, resulta desconocida para nuestros políticos. Eso se manifiesta en el desbarajuste administrativo que existe en relación con esa área prioritaria de la UE.

**A pesar de que ustedes están acostumbrados a trabajar en la escala del nanómetro, supongo que les costará entender el presupuesto que el Ministerio de Ciencia y Tecnología dedica a I+D+i en esta materia.**

Si, la cantidad es muy pequeña, y además, como tantos otros capítulos de

“SI NO HAY CAMBIOS DRÁSTICOS, CUANDO LA NANOTECNOLOGÍA SEA UNA REALIDAD, ESPAÑA TENDRÁ DEPENDENCIA TECNOLÓGICA DE LOS PAÍSES LÍDERES”

investigación en España, está inadecuadamente gestionada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología. Por ejemplo, un presupuesto que se solicitó para uno de los primeros pasos de una red de nanociencia española llegó cuando ya había caducado su periodo de aplicación, de modo que hubo que devolverlo. Piénsese que, en cambio, en el año 2000 Suiza dedicaba 12 millones de euros anuales, mientras que Japón dedicaba 100 millones al año a esta investigación.

**El tránsito de la investigación y el saber básico hacia la aplicación industrial,**

**¿depende de que exista un mayor interés e inversiones por parte de los organismos públicos o debe ser el sector empresarial e industrial el que actúe como motor?**

Esta es una cuestión compleja. En los países con tradición en innovación y desarrollo, son los propios investigadores los que innovan y así crean o participan activamente en las empresas. Pedir que sea el sector empresarial el que tire en la transformación de la investigación básica al desarrollo tecnológico conlleva que dichas empresas posean perspectivas y personal capacitado. En un país como España, donde una parte considerable de la actividad empresarial es mayoritariamente de servicio, distribución o fabricación de lo que ya se ha diseñado en otras partes del mundo, y donde las pocas empresas innovadoras tienen problemas de financiación y apoyo institucional, es difícil que exista un tirón de la empresa hacia la innovación. Por otra parte, la inmensa mayoría de los científicos españoles somos funcionarios, con nuestras incompatibilidades, etc. Eso imposibilita la existencia de un puente entre ambos sectores mas allá de puntuales contratos de colaboración.

**¿Está interesado el sector industrial español en conocer e impulsar las técnicas derivadas de la nanociencia que puedan optimizar sus procesos productivos?**

Yo no lo conozco, y me extrañaría que así fuera, dado el carácter predominantemente básico, hasta la fecha, de esta actividad investigadora.

**La nanotecnología parece estar llamada a protagonizar una nueva revolución industrial. Dado que el conocimiento científico-tecnológico es el pilar sobre el que se asienta el crecimiento económico**



“LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA NUNCA ES UN LUJO; ES UNA NECESIDAD. LA RECIENTE CATÁSTROFE AMBIENTAL QUE HAN SUFRIDO NUESTRAS COSTAS HUBIERA TENIDO UN CURSO MUY DIFERENTE DE HABER CONTADO CON LOS EQUIPOS, CONOCIMIENTOS Y TECNOLOGÍA ADECUADOS”

**de las sociedades modernas, ¿parte España en este terreno en condiciones de igualdad con nuestros vecinos del resto de Europa o como ha ocurrido en otros terrenos se reproducirá aquí nuestra dependencia tecnológica? ¿A nivel internacional, qué comunidad científica lidera la investigación nanotecnológica?**

España posee excelentes científicos en el área de la nanociencia, en ella han confluído especialistas provenientes de la física, la química, la biología y ciertas ingenierías, que tienen una representación de indudable calidad en un contexto mundial. Sin embargo, la comunidad de científicos vive en condiciones frágiles en cuanto a medios. El salto a la tecnología cuenta con dificultades inherentes a la estructura que he señalado antes; y es por consiguiente previsible que, a menos que se produzcan drásticos cambios en la organización admi-

nistrativa y fiscal, cuando la nanotecnología sea una realidad, España tenga su correspondiente dependencia tecnológica respecto a otros países donde existen líderes con posibilidades de llevar a cabo desarrollos: Francia, Alemania, Gran Bretaña, Suecia, Japón, EE. UU. y Suiza, país este último que tuvo un papel preponderante en el nacimiento de esta ciencia a través de los microscopios de efecto túnel y de fuerzas atómicas.

**¿La inversión necesaria para investigar y producir la tecnología que permite avanzar hacia menores dimensiones es para España un lujo demasiado caro?**

La investigación científica nunca es un lujo; es una necesidad. Piénsese en la reciente catástrofe medioambiental que estamos viviendo en las costas españolas, cuan diferente habría sido su curso si se hubiera

contado con los equipos, conocimientos y tecnología adecuadas. Por otra parte, si ha de haber otra revolución tecnológica e industrial en este siglo, pasará indudablemente por la escala nanométrica y obviamente España debería estar ahí.

**Usted forma parte, junto con otros 200 investigadores, de la red NanoSpain. ¿Qué objetivos les han impulsado a crear una estructura organizativa como esta?**

Ya desde mediados de los años ochenta había grupos españoles que investigaban procesos en la escala nanométrica. De hecho, a finales de esa década y comienzos de la siguiente tuvieron lugar reuniones científicas sobre este campo en España. Esos grupos formaron personas que a su vez establecieron nuevos grupos y laboratorios. La red NanoSpain, así como otros grupos de trabajo en este

tema, que procedían de campos tan diversos como la física del estado sólido, la óptica, la física atómica y molecular, o la química y la biología molecular, han resultado de esta comunidad científica. Lo que se ha pretendido ha sido establecer una cierta coordinación de esfuerzos, sobre todo de cara a señalar a las autoridades administrativas la importancia de priorizar esta área.

**Su campo de trabajo es la nanoóptica. ¿Hacia dónde se dirigen sus investigaciones? ¿Qué nuevas aplicaciones de esta disciplina destacarían por su relevancia?**

La nanoóptica comprende principalmente dos aspectos: uno, la observación no destructiva y la caracterización mediante luz visible e infrarroja cercana de estructuras nanométricas, tales como nanopartículas o moléculas, en conjunto o aisladas; dos, la manipulación de esas estructuras mediante la acción de la luz, bien actuando mecánicamente de forma no invasiva sobre ellas, o bien grabando información en las mismas. Mi campo de investigación se centra en el estudio teórico y diseño de la interacción de las ondas luminosas con esas estructuras en relación con los dos aspectos mencionados. Por ejemplo, mediante la presión de radiación de un haz láser, se crea una pinza óptica, esto es una zona del mismo con la que es posible coger, mover y depositar nanopartículas escogidas en una cierta estructura, o crear las condiciones para que varias a la vez se ensamblen de una forma deseada. También es posible usar una nanopartícula como un detector que estime la fuerza de enlace entre moléculas o entre componentes de una biomolécula. Así, por ejemplo, se puede evaluar la fuerza necesaria para separar las bases moleculares y para desdoblarse las dos hélices de una molécula de DNA, lo que mide la estabilidad de la misma, o la fuerza necesaria para estirar una proteína. En el otro aspecto, se diseñan procesos de litografía para la grabación de información a escala molecular con memoria de millones de bits por centímetro cuadrado.

**La nanociencia augura grandes beneficios en diferentes terrenos. ¿Es necesario fomentar una investigación multidisciplinar para lograr impulsar su inmenso potencial? ¿Cuánto tiempo habrá que esperar para obtener resultados?**

Efectivamente, la nanociencia es multidisciplinar, los procesos físicos y químicos que investiga entran tanto en el campo de las comunicaciones, a través de la nanooptoelectrónica, como en el de la medicina a través de la biología celular, molecular

y la genética. Los físicos, químicos, biólogos e ingenieros estamos cada vez más interrelacionados en nuestros estudios. De hecho ya en distintas investigaciones trabajamos juntos, bien sea por ejemplo en la secuenciación o caracterización de genes, como en el diseño y grabación de circuitos y nanocontactos en *chips* y componentes a escala molecular.

**La posibilidad de imitar los mecanismos biológicos y obtener un aprovechamiento de ello que redunde en la medicina y por tanto en el bienestar humano, por medio de la nanotecnología, ¿es aún lejana?**

La creciente actividad en la interfaz nanosistema físico-biomolécula o componente celular puede llevar al entendimiento y control de muchos procesos biológicos en la escala molecular, indudablemente esto

“LAS POSIBILIDADES DE CREAR ARMAMENTO SOFISTICADO CON NANOMÁQUINAS O NANOROBOTS DE DISEÑO VA MÁS ALLÁ DE LO QUE CABE IMAGINAR AHORA”

tendrá aplicaciones médicas, parte de las cuales ahora no sospechamos. Por ejemplo, la expresión fenotípica de un gen, esto es, las características de tejidos del cuerpo de un ser vivo a través de su composición celular, pueden entenderse cuando la acción y manipulación de este gen sea controlable. Lo que podría hacerse actuando directamente sobre él por procedimientos de microscopía a escala molecular. Esto abriría una nueva vía de actuación médica en el tratamiento, control y prevención de enfermedades en las que este gen sea determinante. Análogamente, la implantación y acción controlada de moléculas en la sangre o en órganos del ser vivo, las cuales actuarían como nanomáquinas que regulen procesos bioquímicos y funcionales en los mismos.

**De momento, el desarrollo industrial de los países más avanzados parece ir paralelo a un deterioro y degradación medioambientales. ¿Logrará la nanotecnología romper esta tendencia?**

La recuperación medioambiental de ecosistemas actuando a nivel microscópico se conoce en estos momentos hasta una

determinada escala, por ejemplo mediante bacterias que tienen capacidad de metabolizar ciertos compuestos químicos. La extensión de estos procesos a la escala molecular mediante moléculas de diseño, esto es, nanomáquinas que tuvieran capacidad de autoreplicarse, entra en lo que se puede imaginar, pero de momento está lejos de ser una realidad tecnológica. La concienciación social y política debe jugar también un papel importante.

**El consumo de combustibles fósiles es otro de los grandes retos a superar por las sociedades modernas. ¿Puede la nanotecnología arrojar un rayo de esperanza en este terreno?**

Los problemas energéticos del futuro deben ser abordados desde varios frentes. El aumento del conocimiento científico pasa por entender múltiples procesos físico-químicos que pueden dar lugar a dispositivos energéticos alternativos a los fósiles actuales. La nanotecnología se beneficiará de ello. Que se puedan realizar aportaciones a través de procesos de liberación controlada de energía en la escala molecular, es algo que hoy día está fuera de nuestro dominio. Pero, ¿quién podía prever el alcance de los experimentos de Faraday a principios del siglo XIX sobre la fuerza electromotriz inducida en una espira por un flujo variable de campo magnético?

**Cuando la sombra de la guerra planea sobre nosotros, ¿qué tiene que decir la nanociencia? ¿Puede su aplicación minimizar el coste de vidas humanas?**

El conocimiento científico y el consiguiente dominio y control de la Naturaleza, tiene dos componentes, como es sabido: la posibilidad de beneficiarnos haciendo nuestra vida mejor y más segura, y el aspecto de que podemos complicársela a nuestros semejantes. Hay algo perverso y falaz en aquello que se dice sobre armas de última generación tecnológica que ahorran vidas humanas. El desarrollo científico, si no va complementado por un avance en las otras disciplinas que se ocupan del conocimiento y concienciación social, de la convivencia y el respeto por nuestro entorno natural, no puede ayudar a evitar los peligros de confrontaciones entre naciones. Muy al contrario, en el campo de la nanotecnología, las posibilidades de crear en un futuro sofisticado armamento, mediante por ejemplo el empleo de nanomáquinas o nanorobots de diseño, van más allá de lo que cabe imaginar ahora en la realidad de nuestro país.