

# 2010-2020: ¿LA DÉCADA DEL DESPEGUE DE LA NANOTECNOLOGÍA ESPAÑOLA?

Durante la última década, la nanociencia y la nanotecnología han pasado de ser una rama emergente, de carácter multidisciplinar, restringida únicamente al ámbito de unos cuantos laboratorios de investigación, a convertirse en una de las líneas temáticas de investigación prioritarias en cualquiera de los países más avanzados.

Sea cual sea el ritmo al que la nanotecnología se vaya a desarrollar, de lo que podemos estar seguros es de su fuerte impacto en la sociedad, debido a sus múltiples frentes de aplicación. Cuando se habla del impacto social de las nanotecnologías se alude a su enorme capacidad para generar nuevos materiales, dispositivos e instrumentos que introducirán cambios en procesos de fabricación, en nuestra vida cotidiana, en nuestras relaciones sociales y ocio, en nuestra salud, etc.

En estos momentos es claro que son muchos los sectores que se beneficiarán de la irrupción de ellas, ya que la lista de las aplicaciones es muy exten-

sa, tal como se muestra de forma esquemática en la Figura 1.

Aparte de las prometedoras aplicaciones, la nanotecnología se ha convertido en un tema de impacto social, con grandes repercusiones mediáticas. Como ejemplo se puede citar que el término nanotechnology aparece citado varios millones de veces en Internet o la gran cantidad de referencias que aparecen en periódicos o revistas generalistas sobre este tema. Parte de este interés proviene de la fascinante oportunidad que representa el poder construir nuestro entorno empezando desde los elementos más pequeños: átomos y moléculas.

La transición desde las ideas y experimentos de los laboratorios a su conversión en realidad en las fábricas sólo va a ser posible mediante un continuado impulso de la nanotecnología. Ese impulso se ha propiciado desde los gobiernos de EE. UU., Japón, Reino Unido, Alemania, Francia y China y de la Comisión Europea, que se han convencido de que los países que controlen las nanotecnologías serán aquellos que podrán sostener sus empresas e industrias a medio y largo plazo, gracias a la oleada de nuevos conocimientos, dispositivos, materiales, productos, que se avecina.

Este artículo no pretende detallar los planes e inversiones de cada país relativos a la implementación de las nanotecnologías, ya que hay multitud de informes nacionales e internacionales donde esta información está accesible. Un dato revelador es que en la mayor parte de los países desarrollados una parte considerable de las inversiones en nanotecnología provienen del sector privado (sobre todo en Japón, EE. UU. y Finlandia), lo que constituye un claro indicador de las expectativas de negocio que la nanotecnología está abriendo. En muchos casos, la rápida convergencia de la nanotecnología con sectores en expansión como la biotecnología ha incrementado aún más las expectativas de rápida aplicación de los conocimientos generados. Todos los aspectos que hemos mencionado sólo refuerzan la

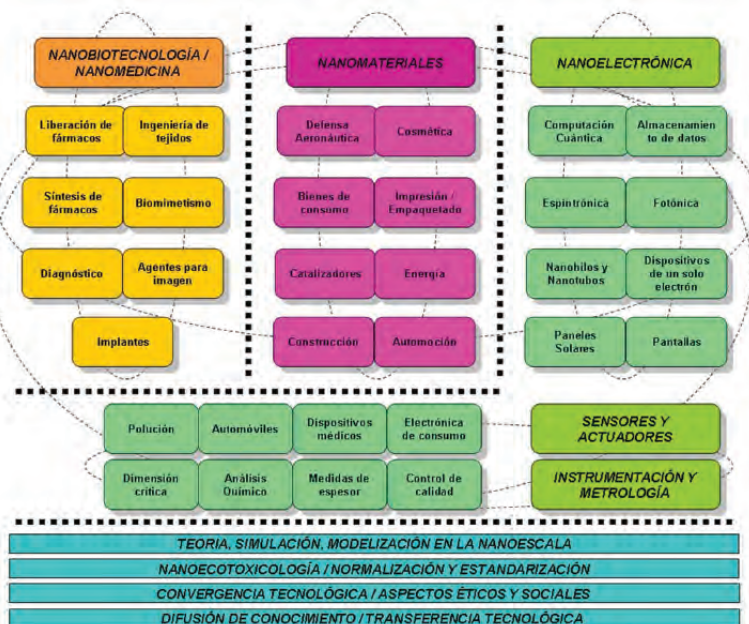


Figura 1. Áreas de aplicación de la Nanotecnología.

**La nanotecnología se ha convertido en un tema de impacto social, con grandes repercusiones mediáticas**

2010-2020: ¿La década del despegue de la nanotecnología española?



Figura 2. Distribución geográfica de los 277 grupos que en la actualidad son miembros de la Red NanoSpain. La tabla muestra la procedencia de estos grupos diferenciando entre centros de investigación públicos o sin ánimo de lucro y empresas.

impresión generalizada de que nos encontramos ante un nuevo paradigma multidisciplinar, que revolucionará nuestro conocimiento y nuestras sociedades, pero que requerirá de suficientes recursos económicos y de personal altamente cualificado.

Desde hace mucho tiempo, los investigadores españoles han estado al corriente de la importancia que este tema tiene tanto desde la perspectiva de la ciencia básica como de la ciencia aplicada. Como ha sucedido en otras ocasiones, los propios científicos (aprovechando los ejemplos que estaban teniendo lugar en Europa y EE. UU.) iniciaron una serie de movimientos ante las diferentes administraciones públicas para lograr que la nanociencia y la nanotecnología fuesen consideradas como líneas prioritarias de nuestro Plan Nacional de I+D+I y de los diversos Planes Regionales de I+D+I.

Entre las iniciativas que surgieron en

España en esta pasada década podemos destacar la creación de redes temáticas con un marcado carácter multidisciplinar. Estas redes han permitido la comunicación entre comunidades científicas de regiones y temáticas diferentes, mejorando la interacción entre grupos españoles. Quizás la red NanoSpain ([www.nanospain.org](http://www.nanospain.org)) constituye uno de los ejemplos más claros de autoorganización de científicos que ha permitido promover ante las autoridades y la población en general la existencia de este nuevo conocimiento, necesario para lograr generar ciencia competitiva, y capaz de traducirse en productos de alto valor añadido en el futuro. La red NanoSpain agrupa actualmente a casi 280 grupos de investigación y empresas (ver Figura 2), distribuidos por toda la geografía nacional y en los que más de 2000 científicos trabajan en nanociencia y nanotecnología. A pesar de ser el punto de encuentro de la extensa comunidad nanotecnológica española, esta red

no ha recibido de la administración pública el suficiente apoyo, ni se le ha dado la importancia que tiene, en comparación con redes implantadas en otros países del entorno.

Otra iniciativa española, surgida a partir de la comunidad científica y que se ha convertido en referente internacional, es la celebración de diez ediciones consecutivas de la conferencia *Trends in Nanotechnology* ([www.tntconf.org](http://www.tntconf.org)). Estas reuniones, verdadero escaparate de la nanociencia y la nanotecnología españolas, han conseguido atraer a los investigadores internacionales más prestigiosos, mejorando la visibilidad de nuestros científicos. Estas iniciativas, que han sido muy exitosas en cuanto a resultado para el sistema investigador nacional, necesitan seguir manteniéndose para lograr fortalecer la posición de los grupos españoles que trabajan en este campo y empezar a abrir mercados a nuestras empresas emergentes en estas temáticas. ⇨

**Poder construir nuestro entorno empezando desde los elementos más pequeños, átomos y moléculas, representa una fascinante oportunidad**

## La manifestación más palpable del interés generalizado por la nanotecnología es la puesta en marcha de nuevos centros de investigación

	Subvenciones (M€)	Préstamos (M€)
Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN)	60,6	16,3
Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC)	4,2	6,3
<b>Total</b>	<b>64,8</b>	<b>22,6</b>

– Tabla 1. Tabla I. Esfuerzo presupuestario efectuado por el Gobierno de España en el ámbito de las Nanociencias y Nanotecnologías durante el año 2008. MICINN.

A principios de 2003 las iniciativas puestas en marcha por la comunidad científica (redes, talleres, conferencias) relacionadas con la nanotecnología culminaron con la incorporación de la Acción Estratégica de Nanociencia y Nanotecnología dentro del Plan Nacional de I+D+i 2004-2007. Dicha Acción Estratégica ha tenido su continuidad en el actual Plan Nacional, incluyendo además las temáticas relacionadas con los nuevos materiales y las tecnologías de producción. Ambas Acciones Estratégicas han mantenido un ritmo creciente de inversiones en el ámbito de las nanotecnologías en el periodo 2004-2009. Por ejemplo, el esfuerzo realizado por parte de la Administración General del Estado en la implantación de la nanociencia y la nanotecnología ha sido superior a los 87 M€ en 2008 (ver Tabla I).

Es importante destacar que, en el marco de las políticas de la Admi-

nistración General del Estado, el programa Ingenio 2010 ha permitido enfocar, a través de programas como CENIT, CONSOLIDER o AVANZA, muchos recursos económicos en áreas estratégicas entre las que se encuentra la nanotecnología. En estos momentos se están llevando a cabo 8 proyectos CONSOLIDER y 9 proyectos CENIT relacionados con la nanotecnología. En el primer caso esta Administración ha aportado un total de 37,9 M€ y en el segundo 127,8 M€. En el caso de los proyectos CENIT, las empresas participantes aportan otros 127,8 M€. A lo largo de los próximos años se espera ver los frutos de estas iniciativas.

Los gobiernos autonómicos también han manifestado con mayor o menor énfasis su interés por las nanotecnologías, incluyendo este tema en sus planes regionales de I+D y fomentando la creación de nuevas redes de carácter regional.

Sin embargo, la manifestación más palpable del interés generalizado por la nanotecnología es la puesta en marcha de nuevos centros de investigación por parte del Ministerio de Ciencia e Innovación, las Comunidades Autónomas y las Universidades. En la Figura 3 se muestra la ubicación de estos centros que cubren la totalidad de las temáticas de ámbito «nano».

Una parte de los centros indicados en la Figura 3 se encuentran en fase de construcción, y se espera que estén operativos a lo largo de la década 2010-2020. Este conjunto de centros, junto con los centros ya existentes en los organismos públicos de investigación (OPI), la red de Infraestructuras Científicas y Tecnológicas Singulares (ICTS), configuran un sistema investigador de gran potencial en nanociencia y nanotecnología. La tarea de generación de conocimiento se debe completar mediante las oficinas de transferencia de tecnología de las universidades y OPIS, los Centros Tecnológicos, y los muchos Parques Científicos y Tecnológicos que se han implantado con éxito en España. También eclosionarán «nano-redes» temáticas orientadas a sectores productivos concretos como ocurre con la Red RENAC (Red para la aplicación de nanotecnologías en materiales y productos para la construcción y el hábitat), SUSCHEM (Plataforma Tecnológica Española de Química Sostenible), Génesis (Plataforma Tecnológica Española de Nanotecnología e Integración de Sistemas Inteligentes) o NANOMED (Plataforma Española de Nanomedicina).

Estas estrategias de generación y transferencia de conocimiento se refuerzan con otras actividades complementarias, que tienen como objetivo tanto la internacionalización de nuestros resultados científico-tecnológicos como la divulgación científica. Como ejemplo de la internac-



– Figura 3. Distribución geográfica de los centros emergentes de nanotecnología.

## Los países que controlen las nanotecnologías serán aquellos que podrán sostener sus empresas e industrias a medio y largo plazo

lización mencionaremos que el Instituto Español de Comercio Exterior (ICEX), gracias a su Plan Tecnológico en Nanotecnología (coordinado por la Fundación Phantoms) fomenta actividades de promoción exterior de centros y empresas, haciendo posible la participación de un pabellón español en las ferias Nanotech 2008 y

2009 en Japón, una de las más importantes en el área de la nanotecnología (Figura 4), y en la feria NSTI2009 de EE. UU. En cuanto a las tareas de divulgación podemos mencionar por un lado la edición, por parte de la Fundación Española para la Ciencia y Tecnología (FECYT), del primer libro destinado a difundir entre

el profesorado de educación secundaria y de bachillerato los avances en nanociencia y nanotecnología y, por otro lado, la organización por el CIC nanoGUNE de las jornadas Atom by Atom para divulgar al gran público, de forma clara y accesible, los avances, los retos y las implicaciones de diversas «nanoáreas».



– Figura 4.

Todas las iniciativas que se han presentado en este artículo representan una apuesta clara para que España se sitúe a medio plazo entre el grupo de países que pueden liderar el cambio hacia una sociedad basada en el conocimiento. Sin embargo se hace necesario seguir manteniendo una tensión constante para fortalecer el asentamiento de todas las iniciativas en marcha. El reto a corto plazo es continuar el impulso inversor, a pesar de encontrarnos en plena crisis económica, y mejorar la coordinación de todos los agentes implicados en el proceso de I+D+I. La próxima década confirmará si los esfuerzos realizados han sido suficientes para lograr situarnos entre las economías más avanzadas, cumpliendo así las expectativas depositadas en la nanotecnología como motor de la industria española en el año 2020. Todo lo logrado hasta la fecha ha requerido un gran esfuerzo, pero todavía nos encontramos ante un sistema de I+D relativamente débil en comparación con el de los países a los que nos queremos parecer. Cualquier modificación en las políticas sostenidas de inversión en nuestro sistema de I+D puede hacernos retroceder varios

años, por lo que los recortes presupuestarios que se anuncian para sortear este periodo de crisis pueden ser muy perjudiciales en un tema emergente como el de la nanotecnología. Esperemos que estos recortes sean puntuales y que pronto se recobre el camino decidido de apoyo a la I+D+I.

Este artículo intenta proporcionar una visión de conjunto de la situación actual en la que la nanotecnología se encuentra en España, en un momento en el que la ciencia y la tecnología son claves para salir de la coyuntura de crisis y apuntalar un nuevo modelo económico. Para completar esta visión de conjunto se incluyen a continuación una selección de artículos que sirven para describir los avances más recientes de diferentes «nanotematáticas». Nos hemos restringido a seis áreas de trabajo de gran interés y potencial, como son nanomedicina; nanomateriales magnéticos; nanosistemas electro-mecánicos; nanotubos y grafeno; física de superficies (autoensamblaje molecular); e instrumentación.

La selección de las temáticas y de los autores ha sido difícil debido al gran

número de grupos de alto nivel que en estos momentos hay en cada una de las temáticas señaladas. Los artículos a continuación son una muestra de la gran efervescencia que vive la nanotecnología española. No nos gustaría terminar este artículo sin agradecer al Colegio Oficial de Físicos la elección de este tema, conectado íntimamente con muchos de los recientes avances en física, para elaborar un volumen monográfico.

### Para saber más:

A. Correia et al. *Nanociencia y Nanotecnología en España: Un análisis de la situación presente y de las perspectivas de futuro*. Fundación Phantoms, Madrid, 2008.

J. A. Martín-Gago et al. *Unidad Didáctica Nanociencia y Nanotecnología. Entre la ciencia ficción del presente y la tecnología del futuro*. FECYT, Madrid, 2008.

*Aplicaciones industriales de las nanotecnologías en España en el Horizonte 2020*. Fundación OPTI y Fundación INASMET-TECNALIA, Madrid, 2008.

Antonio Correia es doctor en Ciencias Físicas y preside la Fundación Phantoms en Madrid. Pedro Serena es también doctor en Física e investigador en el Instituto de Ciencia de Materiales de Madrid del CSIC.