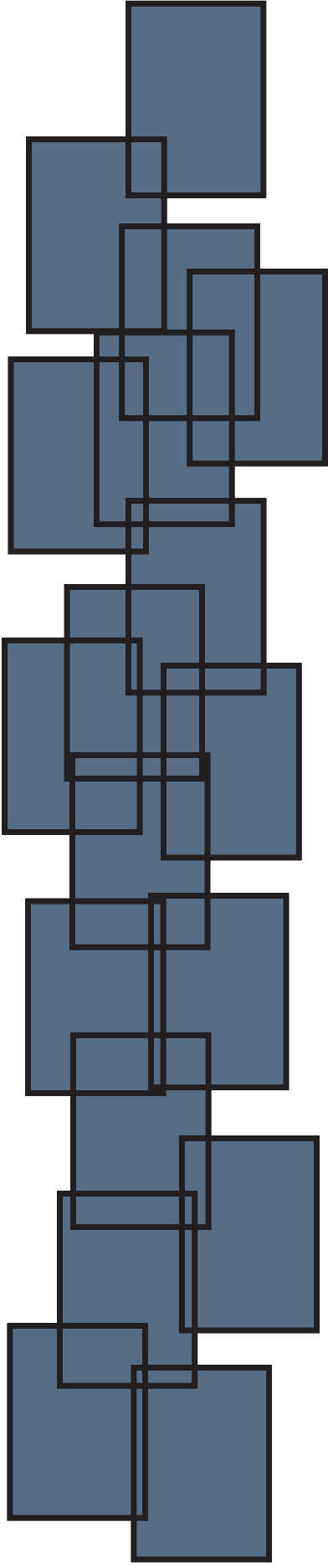


# NANOQUÍMICA





## Jaume Veciana



**Lugar y fecha de nacimiento:** San Salvador (República de El Salvador), 1950

**Formación:** Licenciado en Químicas en la Universidad de Barcelona en 1973. Doctorado cuatro años más tarde en esta misma universidad.

**Carrera Profesional:** Formó en el año 1985 el equipo de trabajo multidisciplinar que dirige en la actualidad y que se ha constituido recientemente en el Departamento de Nanociencia Molecular y Materiales Orgánicos en el instituto del CSIC.

Desde 1996 es profesor de investigación del CSIC y está especializado en magnetismo molecular, conductores metálicos y radicales libres.

## 1. Introducción

Bajo el término de *Nanoquímica* se engloban todas aquellas actividades de la *Nanociencia* y la *Nanotecnología* que poseen en común la utilización de las aproximaciones y las herramientas tradicionales de la *Química* para crear, desarrollar y estudiar objetos que presenten propiedades útiles debido a sus dimensiones nanoscópicas. Es precisamente en este área en donde se encuadra una de las aproximaciones más importantes de la *Nanotecnología* como es la aproximación ascendente ("bottom-up approach") que tiene como objetivo organizar la materia a escala nanoscópica a partir de átomos o moléculas con el fin de conseguir con ellos nuevas propiedades y aplicaciones. Dado el carácter horizontal de la *Nanoquímica* se prevé que esta disciplina tendrá una influencia muy notable en los siguientes sectores socio-económicos: a) Energía, b) Tecnologías de la Comunicación e Información, c) Salud y Cuidados Personales, d) Calidad de Vida, e) Seguridad y Protección Ciudadana y f) Transporte. El impacto económico y social que tendrá la *Nanoquímica* en nuestra sociedad se estima que será muy importante dado que impulsará a la industria química Europea que hoy en día ya emplea directamente a más 2 millones de personas en el grupo de los 25 Estados Miembros de la UE y que tuvo una cuota mundial de ventas en el mercado químico del 30% en el año 2005.

## 2. Estado del arte (últimos avances, etc.)

Son precisamente las demandas socio-económicas que han surgido en esos seis sectores lo que ha impulsado las actividades de I+D en *Nanoquímica* y que ha derivado en el enorme desarrollo actual. Entre los avances más destacados conseguidos hasta la fecha cabe mencionar la fabricación de polímeros especiales, de nano-reforzantes para materiales compuestos, de pigmentos y colorantes, de nuevos componentes para baterías y celdas de combustible y de nuevos catalizadores y sensores. Por otra parte también son de destacar los resultados obtenidos en el campo de la industria agroalimentaria así como en la industria cosmética y farmacéutica y en las aplicaciones biomédicas. Dentro de estas últimas cabe mencionar el diagnóstico y la terapia génica, la liberación controlada y dirigida de fármacos y la criba de compuestos de interés médico. Asimismo la *Nanoquímica* ha permitido añadir nuevas funcionalidades a productos ya existentes y desarrollar con ellos nuevas aplicaciones totalmente inesperadas hace unos pocos años. Otro de los avances conseguidos ha sido la detección en tiempo real de moléculas de diversa índole; lo que ha tenido una gran repercusión en campos como el de la salud y el medio ambiente.

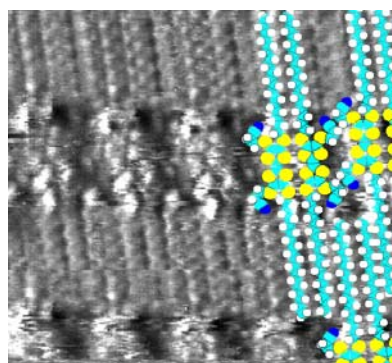


Imagen de STM de una organización supramolecular de moléculas orgánicas electroactivas sobre una superficie de grafito altamente orientado.

También merece ser destacado el desarrollo conseguido en los nanomateriales moleculares electrónicos que inciden en la tecnología de la información y la

comunicación así como en el campo de la seguridad ciudadana. Otro de los grandes logros conseguidos con este tipo de investigación ha sido la reducción de residuos y un mejor aprovechamiento de la energía mediante el desarrollo de nuevos nanomateriales.

En general, puede afirmarse que el interés que despierta la *Nanoquímica* incide principalmente en las grandes perspectivas que proporciona para incrementar la productividad de nuestra industria dándole un valor añadido superior a muchas de sus actividades y conseguir con ello un desarrollo más sostenible de nuestra sociedad. La *Nanoquímica* será en el futuro próximo una de las disciplinas claves para conseguir una mayor competitividad de la industria Europea y por ello es sumamente importante para el crecimiento económico de Europa. Por otra parte, esta nueva disciplina creará nuevas oportunidades de empleo aportando puestos de trabajo altamente cualificados.

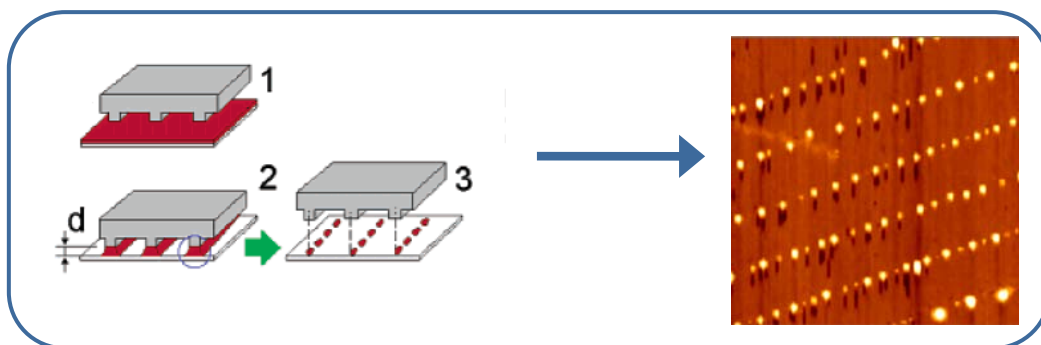


Imagen de AFM de una superficie de Si con un patrón de agregados de imanes unimoleculares derivados de Mn<sub>12</sub> obtenida mediante la técnica de "soft-lithography" cuyo proceso se esquematiza.

### 3. Actuaciones a desarrollar en España en el plazo 2008-2011

Dado el proceso de globalización económica mundial existente hoy en día es preciso que las actuaciones a promover y a desarrollar en España en el período 2008-2011 sigan las mismas directrices prioritarias establecidas para Europa y por lo tanto se adapten a las directrices y sugerencias que se reseñan más abajo.

Existe un estudio reciente de prospección, realizado a nivel Europeo por la "European Technology Platform (ETP) for Sustainable Chemistry" (*SusChem*) descrito en la edición final de su "Strategic Research Agenda" (*SRA*), donde se fijan los tópicos prioritarios de investigación de la *Nanoquímica* para los que se prevé una mayor actividad en los próximos cuatro años. Dichos tópicos y temáticas de investigación prioritarias se describen a continuación, agrupados por los sectores socio-económicos de aplicación y ordenados de mayor a menor prioridad.

- **Energía:** Materiales para el almacenamiento y transporte de hidrógeno, baterías y células de combustible, polímeros conductores, materiales superconductores y semiconductores, diodos emisores de luz, células solares y materiales aislantes térmicos.
- **Tecnologías de la Información y la Comunicación:** Materiales luminiscentes para pantallas, OLEDs, electrónica molecular, materiales semiconductores, polímeros conductores, materiales para almacenamiento y transporte de la información y para holografía, baterías, dispositivos


electrónicos eco-eficientes, materiales ópticos, interruptores moleculares rápidos y dispositivos portátiles para el almacenamiento de hidrógeno.

- **Salud y Cuidados Personales:** Terapias tumorales, liberación dirigida de fármacos, ingeniería tisular, sistemas de liberación inteligentes, dispositivos para diagnóstico instantáneos, textiles funcionales, materiales para la reconstrucción ósea y dispositivos de tipo "lab-on-a-chip".
- **Calidad de Vida:** Dispositivos para una iluminación más eficiente, sensores de entorno, materiales para potabilizar agua (membranas, sensores), materiales para aislamiento acústico y térmico, materiales electro-crómicos inteligentes, dispositivos textiles funcionales interactivos, materiales inteligentes para empaquetamiento y sensores de calidad para alimentos.
- **Seguridad y Protección Ciudadana:** Dispositivos para identificación biométrica, tejidos protectores, fibras superhidrofóbicas, fibras textiles conductoras y ópticas, Dispositivos de aviso, ventanas termo-crómicas y alfombras sensibles a la presión.
- **Transporte:** Dispositivos para diagnóstico instantánea y para la asistencia al conductor, sensores de tráfico, dispositivos de seguridad mejorada, materiales para vehículos reciclables y biodegradables, materiales para la mejora de la sonoridad viaria, mejora de materiales para la rodadura.

#### 4. Publicaciones más relevantes en el área (2004-2007)

Las 15 publicaciones que contienen los términos nano\* y chem\* y que han sido publicadas en este período por autores españoles y han recibido más citas por otros autores son, según el ISI Web of Knowledge, las siguientes:

1. Perez-Juste J., Pastoriza-Santos I., Liz-Marzan L.M., et al., "Gold nanorods: Synthesis, characterization and applications", *Coord. Chem. Rev.* 249, 1870-1901 (2005).
2. Nogues J., Sort J., Langlais V., et al. "Exchange bias in nanostructures", *Phys. Rep.-Rev. Sect. Phys. Lett.*, 422, 65-117 (2005). Fernández-García M, Martínez-Arias A, Hanson JC, et al.
3. "Nanostructured oxides in chemistry: Characterization and properties", *Chem. Rev.* 104, 4063-4104 (2004).
4. Maspocho D., Ruiz-Molina D., Veciana J., "Magnetic nanoporous coordination polymers", *J. Mater. Chem.* 14, 2713-2723 (2004).
5. Perez-Juste J., Liz-Marzan L. M., Carnie S., et al. "Electric-field-directed growth of gold nanorods in aqueous surfactant solutions", *Adv. Funct. Mater.* 14, 571-579 (2004).
6. Liz-Marzan L. M., "Tailoring surface plasmons through the morphology and assembly of metal nanoparticles", *Langmuir*, 22, 32-41 (2006).

- 
7. Bisquert J., Cahen D., Hodes G., et al. "Physical chemical principles of photovoltaic conversion with nanoparticulate, mesoporous dye-sensitized solar cells", *J. Phys. Chem. B*, 108, 8106-8118 (2004).
  8. Corma A., Atienzar P., Garcia H., et al. "Hierarchically mesostructured doped CeO<sub>2</sub> with potential for solar-cell use", *Nature Mater.* 3, 394-397 (2004).
  9. Merkoci A., Pumera M., Llopis X., et al. "New materials for electrochemical sensing VI: Carbon nanotubes", *Trac-Trends in Analytical Chemistry*, 24, 826-838 (2004).
  10. Guldi D. M., Gouloumis A., Vazquez P., et al. "Nanoscale organization of a phthalocyanine-fullerene system: Remarkable stabilization of charges in photoactive 1-D nanotubules", *J. Am. Chem. Soc.*, 127, 5811-5813 (2005).
  11. Corma A., Serna P. "Hemoselective hydrogenation of nitro compounds with supported gold catalysts", *Science*, 313, 332-334 (2006).
  12. Bisquert J., Vikhrenko V. S. "Interpretation of the time constants measured by kinetic techniques in nanostructured semiconductor electrodes and dye-sensitized solar cells", *J. Phys. Chem. B* 108, 2313-2322 (2004).
  13. Ros-Lis J. V., Martínez-Manez R., Rurack K., et al. "Highly selective chromogenic signaling of Hg<sup>2+</sup> in aqueous media at nanomolar levels employing a squaraine-based reporter", *Inorg. Chem.* 43, 5183-5185 (2004).
  14. Vicent M. J., Duncan R. "Polymer conjugates: nanosized medicines for treating cancer", *Trends in Biotechnology*, 24, 39-47 (2006).
  15. Guldi D. M., Zilbermann I., Gouloumis A., et al. "Metallophthalocyanines: Versatile electron-donating building blocks for fullerene dyads", *J. Phys. Chem. B*, 108, 18485-18494 (2004).

## 5. Proyectos


En los últimos 4 años se han aprobado en España diversos proyectos de I+D+i, enmarcados en la iniciativa ***Ingenio 2010***, destinados a fomentar la cooperación público-privada en I+D+i y que pueden agruparse en cuatro grandes programas que difieren en sus enfoques y temáticas. En todos ellos aparecen proyectos de I+D+i que se enmarcan, aunque sea parcialmente, en el campo de la *Nanoquímica*. Los proyectos más relevantes y sus investigadores principales son los siguientes.

### **Acción Estratégica de Nanociencia y Nanotecnología**

- J.C. Rodríguez-Cabello, "Nanoestructuras Autoensambladas de Copolímeros en Bloque Protéicos obtenidos mediante Ingeniería Genética".
- C. J. Serna, "Síntesis y Funcionalización de Nanopartículas Magnéticas".
- J. Ruiz-Cabello, "Aplicaciones en Resonancia Magnética Nuclear de Nanopartículas Magnéticas".

- S. Mañes, “Uso de Nanopartículas Magnéticas Cargadas con Citoquinas y Quimioquinas para la Inmunoterapia del Cáncer”.
- J. Rodríguez-López, “Diseño y Síntesis de Estructuras Dendríticas para Aplicación en Nanofotónica”.
- R. Miranda, “Actividad Química, Catálisis y Quiralidad de Monocapas Autoensambladas: un Modelo de Centros Activos Metaloenzimáticos”.
- A. Echavarren, “Diseño de Nuevos Modelos de Metaloenzimas derivados de Porfirinas”.
- S. Penades, “Gliconanopartículas Magnéticas Biofuncionales con Aplicación en Biomedicina”.
- M. Luna, “Estudio de Interacciones Intermoleculares Mediante Nanopartículas Magnéticas Biofuncionales: Desarrollo de Técnicas Dinámicas de AFM en Líquidos y de Biosensores Opto-Magnéticos”.
- X. Obradors, “Nanocomposites Superconductores y Magnéticos por vía Química”.
- M. A. Lopez-Quintela, “Síntesis y Autoorganización de Nanopartículas mediante Copolímeros de Bloque Funcionalizados”.
- I. Pastoriza, “Preparación y Caracterización Óptica de Redes de Nanopartículas Organizadas”.
- J. Veciana, E. Giralt, M. B. “Nanofar-Preparación de Materiales Nanoestructurados Bioactivos Utilizando Fluidos Comprimidos”.
- E. Giralt, “Nanofar-Utilización de Péptidos para la Vectorización Intracelular de Nanopartículas”.
- M. Blanco-Prieto, “Nanofar-Utilización de Péptidos para la Vectorización Intracelular de Nanopartículas”.
- M. Gómez-Rodríguez, “Nanocompuestos y Sistemas Multicomponentes de Matriz Polimérica: Investigación Superficial y Morfológica y Correlación con el Comportamiento en Estado Sólido”.
- F. Zamora, “Química de Hilos Moleculares”.
- A. Sánchez-Barreiro, “Diseño de Nanopartículas Poliméricas como Vectores Sintéticos en Terapia Génica y Aplicación a la Liberación Intracelular de RNA Interferente”.
- R. Riguera, “Diseño y Síntesis de Nuevos Biopolímeros como Vectores en Terapia Génica: Aplicación a la Liberación Intracelular de siRNA”.
- E. Rodríguez, “Desarrollo de Materiales Nanoporosos para Catálisis Medioambiental: Reducción Catalítica Selectiva de NO”.



- 
- J. M. López Nieto, “Desarrollo de Materiales Nanoporosos para Catálisis Medioambiental: Oxidación Selectiva de Sulfuro de Hidrogeno a Azufre”.
  - 
  - A. Sepúlveda, “Desarrollo de Materiales Nanoporosos para Catálisis Medioambiental”.
  - M. J. Esplandiú, “Sistemas Sensores y Electrodo Basados en Nanotubos de Carbono: Aplicaciones en Biotecnología Clínica y Análisis de Alimentos”.
  - F. X. Rius, “Aplicaciones Medioambientales Basadas en Biosensores de Anticuerpos, Receptores Celulares y Aptámeros”.
  - D. S. Levy, “Preparación via Sol-Gel de Recubrimientos con Actividad Optica basados en Dispersiones de Nanopartículas Fluorescentes o Quantum Dots”.
  - R. Moliner, “Nanofibras de Grafito como Soporte de Electrocatalizadores para su uso en Pilas de Combustible de Electrolito Polimérico de Altas Prestaciones”.
  - P. Cabot, “Caracterización Estructural y Electroquímica de Catalizadores de Pt y de Pt/Ru de Pilas de Combustible de Electrolito Polimérico”.
  - E. Pastor, “Síntesis y Caracterización Espectroelectroquímica de Catalizadores Nanoparticulados para Celdas de Combustible de Electrolito Polimérico”.
  - A. Aldaz, “Síntesis, Caracterización y Aplicaciones de Nanopartículas Metálicas como Catalizadores en Pilas de Combustible”.
  - I. Obieta, “Nanocomposites Poliméricos para Sensorización de Gases en Aplicaciones Medioambientales y Producción Energética”.
  - J. Samitier, “Desarrollo de Plataformas Nanobioanalíticas Basadas en Reconocimiento Molecular Mediante Detección Optica y/o Electrónica”.
  - M. P. Marco, “Desarrollo de Plataformas Nanobioanalíticas Basadas en Reconocimiento Molecular Mediante Detección Optica y/o Electrónica”.
  - M. T. Martínez Fernández de Landa, “Desarrollo de Plataformas Nanobioanalíticas Basadas en Reconocimiento Molecular Mediante Detección Optica y/o Electrónica”.

### **Proyectos Cénit**

- “Desarrollo de nuevo conocimiento y tecnología inteligente en materiales orgánicos y cerámicos en el ámbito de una edificación sostenible” (PROMETEO). Acciona Infraestruc., S.A.
- “Desarrollo de plataformas tecnológicas comunes dirigidas a la identificación de candidatos a desarrollo preclínico en varias áreas terapéuticas” (FHARMA). Genius Pharma, A.I.E. GENIUS.



- “Nueva generación de materiales, guarnecidos, revestimientos y sus procesos de transformación para el interior del automóvil” (REVELACION). Grupo Antolin Ing., S.A.
- “Abordaje integral de cuatro tipos de cáncer de alta prevalencia y/o malignidad” (ONCNOSIS). Oncnosis Pharma, A.I.E.
- “Desarrollo de Sistemas de Liberación de Fármacos específicos para vía oral y parenteral con incorporación de nuevas tecnologías basadas en la nanotecnología” (NANOFARMA). Pharmamar, S.A.

### Acciones CIBER

La acción más importante de este tipo es el *Centro de Investigación Nacional en Red en Bioingeniería, Biomateriales y Nanomedicina* (CIBER-BBN). En dicho centro virtual están agrupados más de 20 grupos de investigación españoles de diversas instituciones que investigan temas relacionados con la *Nanoquímica*.

### Proyectos Consolider

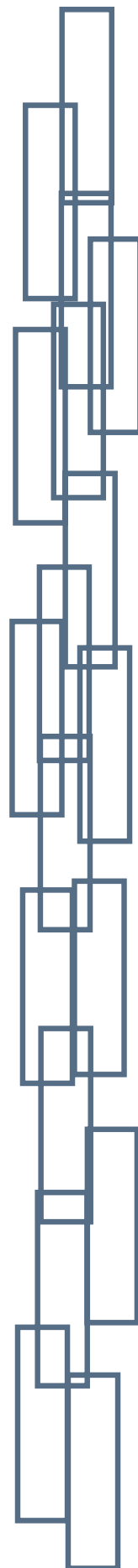
En la primera convocatoria de este programa fueron concedidos 2 grandes proyectos de investigación aplicados que tratan aspectos diversos de la *Nanoquímica* y agrupan a muchos grupos de investigación de diversas instituciones. Sus coordinadores son los siguientes: 1) M. A. Pericás, *Fund. Priva. Inst. Catala d'Investigació Química* y 2) J. M. García-Ruiz, *CSIC*.

### Proyectos Europeos

En el periodo 2004-2007 y dentro de muchas de las prioridades temáticas del Sexto Programa Marco de la UE fueron seleccionados muchos Proyectos de Investigación, tanto de tipo STREP como Proyectos Integrados, Redes de Excelencia y Redes Marie-Curie, en los que participan grupos de investigación españoles. La lista de esos grupos sería muy extensa y por ello no se ha creído conveniente transcribirla aquí en su totalidad pudiéndose obtener en la siguiente dirección electrónica: <http://cordis.europa.eu/improving/home.html>

## 6. Infraestructura necesaria para cumplir objetivos (2008-2011)

La infraestructura que se suele emplear en *Nanoquímica* por lo general es de tipo *medio/pequeño* y no tiene sentido pormenorizar aquí aquellas más necesarias. Sin embargo sí que se desea destacar que este tipo de infraestructura debería ser concedida a los grupos acortando notablemente todo el proceso de compra desde el momento en que aparece su necesidad. Sólo consiguiendo adquisiciones muy rápidas permitirá conseguir aumentar la competitividad internacional de nuestros grupos y con ello incrementar la eficacia de las inversiones en infraestructuras. Las grandes infraestructuras se utilizan acudiendo a los servicios técnicos o mediante colaboraciones con grupos especializados. No debe descuidarse la adquisición y renovación sistemática, después de finalizar su vida media, de aquellas infraestructuras *grandes* que hayan demostrado un rendimiento científico adecuado. Dichas infraestructuras deberían situarse en la mayoría de los casos en los *Servicios Científico-Técnicos* de las Universidades y los Institutos dotando ineludiblemente a estos de los



recursos científico-técnicos humanos necesarios para que den servicio a toda la comunidad científica de su entorno.

## 7. Grupos más relevantes

Algunos de los grupos españoles más relevantes que trabajan en este campo de investigación son:

- Corma, V. Fornés y J. M. López Nieto (ITQ, CSIC);
- E. Coronado (ICM, Valencia);
- R. Eritja (IBMB, Barcelona, CSIC);
- J. Rivas, M. López Quintela y R. Riguera Vega (U. Santiago de Compostela);
- F. Palacio (ICMA, CSIC);
- E. Ruiz-Hitzky, C. J. Serna, J. Ruiz-Cabello y D.S. Levy-Cohen (ICMM, CSIC);
- E. Giralt, J. Samitier y P. Cabot (U. Barcelona);
- C. Solans y M.P. Marco (IIQAB, CSIC);
- R. Miranda, T. Torres y M. Luna Estévez (UAM);
- J. Veciana y X. Obradors (ICMAB, CSIC);
- N. Martín (U. Complutense Madrid);
- R. Martínez-Mañez (U. Politec. Valencia);
- J. Nogues y M. J. Esplandiú (UAB);
- L. M. Liz-Marzán (U. Vigo);
- J. Bisquert (U. Jaume I);
- M. A. Pericás y A. Echevarren (ICIQ);
- J. M. García-Ruiz (CSIC Granada);
- M. T. Martínez-Fernández de Landa y R. Moliner Álvarez (ICQ, CSIC);
- Obieta Vilallonga (U Navarra);
- E. Pastor Tejera (U. La Laguna);
- J.C. Rodríguez-Cabello (U. Valladolid);
- M. Gómez-Rodríguez (UPV/EHU);
- S. Mañes Brotón (CNB, CSIC);
- J. Rodríguez-López (U. Salamanca);
- Aldaz y A. Sepúlveda-Escribano (U. Alicante);
- F.X. Rius (U. Rovira i Virgili); S. Penades (BioGune).

Existen otros grupos españoles destacados cuya relación puede encontrarse en la dirección: <http://www.nanospain.org/members.php>

## 8. Iniciativas más relevantes (Plataformas tecnológicas, etc.)

En los últimos años se han creado en Europa, a iniciativa de diversos consorcios industriales e instituciones académicas y gubernamentales, más de 20 *Plataformas Tecnológicas Europeas (ETP's)* sectoriales cuya misión principal es la de aglutinar a los principales actores Europeos de la investigación, la industria y la administración, con el fin de impulsar una estrategia común en su campo de trabajo. De esta manera las *ETP's* se constituyen en los motores de la innovación y la investigación en sus respectivos sectores promoviendo las prospecciones y estudios así como la difusión de actividades y de investigaciones sobre problemas de actualidad. Entre las *ETP's* en las que la *Nanoquímica* juega un papel importante cabe destacar las siguientes, detallándose para cada una de ellas las áreas de trabajo más relevantes:

- *ETP for Sustainable Chemistry*, en el desarrollo de nuevos materiales moleculares y en el diseño de nuevos procesos y reacciones;

- *Hydrogen & Fuel Cells*, en la mejora del almacenamiento y transporte de hidrógeno y las membranas;
- *ENIAC-Nanoelectronics*, en el desarrollo de materiales para la electrónica;
- *ARTEMIS-Embedded Systems*, en el estudio de materiales ligeros y de semiconductores;
- *eMobility-Communication*, también en el desarrollo de materiales semiconductores;
- *Photovoltaic*, en la mejora de la eficiencia de la conversión de los fotones y en la purificación de nuevos materiales fotoactivos;
- *Nanomedicine*, en el desarrollo de técnicas de encapsulación, análisis de nanomedicinas y la mejora del recubrimiento de fármacos;
- *Innovative Medicine*, en el desarrollo de materiales biocompatibles y de sensores y en el análisis toxicológico;
- *ACARE-Aeronautics*, en el desarrollo de nuevos materiales estructurales ligeros para un bajo consumo energético;
- *ESTP-Space Technology*, en el desarrollo de nuevas generaciones de materiales aislantes térmicos y estructurales;
- *WSSTP-Water Supply*, para la mejora del campo de los sensores, recubrimientos fotoactivos, y de membranas para separaciones;
- *ERTRAC-Road Transport*, en el campo de sistemas de almacenamiento de energía;
- *TPSafety-Industrial Safety*, en el desarrollo de materiales resistentes a impactos, de sensores y de sistemas de seguridad personal;
- *FTP-Forest Resources*, en el estudio de materiales híbridos;
- *MANUFUTURE-Manufacturing*, en la mejora de nanomateriales;
- *Food for Life*, en la mejora de las tecnologías de encapsulación y empaquetado;
- *ETP-FTC-TP for the Future of Textiles and Clothing*, en el desarrollo de nuevas fibras funcionales.

Algunas de las Plataformas Tecnológicas Europeas antes mencionadas tienen plataformas espejo en España que desempeñan actividades semejantes pero a nivel nacional. Entre las más activas cabe mencionar a la Plataforma Tecnológica Española de Química Sostenible, PTEQUS, <http://www.pte-quimicasostenible.org>, y la Plataforma Española de Nanomedicina, NanoMed, <http://www.nanomedspain.net>.



## 9. Conclusiones

Como conclusión general más importante se desea destacar la necesidad de priorizar en España las investigaciones en *Nanoquímica* dirigidas hacia todos los temas anteriormente descritos. Existe ya una buena investigación en España dentro del contexto europeo pero aún estamos lejos del nivel óptimo de excelencia y productividad. Para alcanzar este nivel se debe hacer un especial énfasis en dotar a los laboratorios y grupos españoles más competitivos- juzgando su actividad solamente en términos de excelencia y productividad- de la infraestructura, la financiación económica y el personal necesario para abordar los objetivos que estos se propongan consiguiéndose con ello incrementar de forma competitiva su productividad y excelencia. Por otra parte no debe descuidarse el dar la oportunidad de desarrollarse a grupos incipientes que demuestren su valía.

