

**AGENDA  
ESTRATEGICA DE  
NANOCIENCIA Y  
NANOTECNOLOGIA  
VERSION 1**



**GALICIA 2010**



# AGENDA ESTRATEGICA DE NANOCIENCIA Y NANOTECNOLOGIA

VERSION 1.0

GALICIA 2010



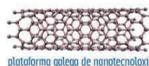
XUNTA DE GALICIA  
CONSELLERÍA DE ECONOMÍA  
E INDUSTRIA  
Dirección Xeral de Investigación,  
Desenvolvemento e Innovación



in.ci.te  
Innovación, Ciencia e Tecnoloxía



neurona  
Rede de Plataformas  
Tecnolóxicas Galegas



plataforma galega de nanotecnoloxía

nanogal

## Coordinador

**Antonio Correia** (Fundación Phantoms)

## Colaboradores

**Carmen Chacón** (Fundación Phantoms)

**Maite Fernández** (Fundación Phantoms)

**Higinio González** (LOMG)

**Conchi Narros** (Fundación Phantoms)

**Marta Otero** (LOMG)

**José Luis Prieto** (LOMG)

**Joaquín Ramón-Laca** (Fundación Phantoms)

**José Luis Roldán** (Fundación Phantoms)

**Soraya Serrano** (Fundación Phantoms)

## Grupo de Expertos

**Higinio González Jorge - NANOMETROLOGÍA**

(Laboratorio Oficial de Metrología de Galicia – LOMG)

**Luis M. Liz-Marzan - NANOMATERIALES**

(Dpto de Química Física – Unidad Asociada CSIC - Universidad de Vigo)

**Dolores Torres López - NANOBIO - NANOMED**

(NANOBIOFAR – Universidad de Santiago de Compostela)

**Arturo López Quintela - NANOQUÍMICA**

(NANOMAG – Universidad de Santiago de Compostela)

Edita: **Fundación Phantoms**

Diseño: **Fundación Phantoms, Madripapel, S.A.**

Maquetación: **Fundación Phantoms**

### **Renuncia de Responsabilidad**

La Fundación Phantoms ha ejercido la diligencia debida en la elaboración y reportaje de información contenida en este libro, obteniendo la información de fuentes fidedignas.

La Fundación Phantoms no se hace responsable, bajo ninguna circunstancia, de las opiniones emitidas y los datos presentados por sus colaboradores.





## Presentación

El principal objetivo de este documento es presentar una visión global de la situación actual de las actividades en Nanociencia y Nanotecnología (N&N) en Galicia y establecer las bases para una estrategia regional en la materia. Esta actividad ha requerido el esfuerzo de varios expertos que se han constituido en testigos de los movimientos que están sucediendo en cada una de las áreas temáticas consideradas: nanomateriales, nanometrología, nanobiotecnología, nanomedicina y nanoquímica.

Quiero agradecer a la Xunta de Galicia la financiación otorgada (código proyecto IN814A-2008/7) al Laboratorio Oficial de Metrología de Galicia (LOMG) que ha permitido el desarrollo de diferentes actividades y en particular la elaboración de esta agenda.

También quiero agradecer expresamente el apoyo recibido por los expertos que participaron en la elaboración de los capítulos de este informe, así como los distintos grupos gallegos que han facilitado información.

Finalmente quiero felicitar a todas las personas de la Fundación Phantoms y del LOMG involucradas en la elaboración de este documento que, por su labor, han hecho posible su publicación.

Espero que este libro constituya un instrumento útil que proporcione al lector información sobre el estado de la Nanociencia y Nanotecnología en Galicia y sirva para planificar nuevas políticas científicas en el sistema gallego de ciencia y tecnología.

**Antonio Correia**

Presidente de la Fundación Phantoms

# 1 INTRODUCCIÓN

## Introducción

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 [1,2,3]. Sea cual sea el ritmo al que la Nanotecnología se desarrolle, 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 [4] 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 obvio que son muchos los sectores que se beneficiarán de la irrupción de ellas, ya que la lista de las aplicaciones es muy extensa [2,3,4,5] 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.

## AGENDA ESTRATEGICA DE NANOCIENCIA Y NANOTECNOLOGIA

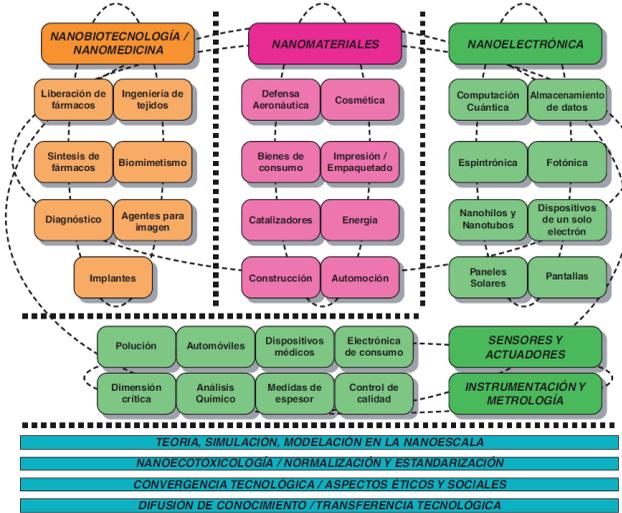


Figura 1. Áreas de aplicación de la Nanotecnología (basada en información de la Ref. [5]).

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. [6], Japón, Reino Unido, Alemania, Francia, China y de la Comisión Europea [7], 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 y productos, que se avecina.

Esta introducción no pretende detallar los planes e inversiones de cada país relativos a la implementación de las Nanotecnologías, ya que hay multitud de informes nacionales [8] e internacionales donde esta información está accesible [9]. No obstante, se puede mencionar que el apoyo a la investigación en Nanotecnología dentro de los Programas Marco de la Comunidad Europea ha ido en aumento, pasando de 1400 millones de euros en el cuatrienio 2003-2006, a más de 1100 millones en el bienio 2007-2008.

Otro 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 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.

### La Nanociencia y Nanotecnología en España

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 del Plan Nacional y de los diversos Planes Regionales de I+D+I.

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 [10]. Ambas Acciones Estratégicas han mantenido un ritmo creciente de inversiones en el ámbito de las Nanotecnologías en el periodo 2004-2009 [11,12]. 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 Administración General del Estado (AGE), 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 la AGE 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.



	Subvenciones (K€)	Préstamos (K€)
<b>Ministerio de Ciencia e Innovación (MICINN)</b>	<b>Total 60649,28 K€</b>	<b>Total 16288,31 K€</b>
Proyectos de I+D básica & Acciones complementarias	22011,55	0
Proyectos de I+D orientada a transferencia de conocimiento al sector privado (Subprograma TRACE)	453,19	0
Proyectos colaborativos de investigación aplicada - (Subprograma CIT)	2104,04	1398,62
Subprograma de investigación colaborativa en parques tecnológicos	91,99	719,43
Programa Nacional de investigación aplicada a la industria	1636,43	1908,40
Programa nacional de infraestructuras científico-técnicas	0	299,06
Ingenio 2010 Programa CONSOLIDER	3500	0
Proyectos Cyber BBN	3303,71	0
Equipamiento del Cyber BBN para plataformas bionanotecnológicas	1793,08	0
Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) – I+D y proyectos Neotec	0	9962,80
Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) – Programa Aeroespacial	311,07	0
Proyectos ICTS (Proyectos en infraestructuras científico tecnológicas singulares)	997,26	0
Subvenciones para nuevos centros de investigación en Nanociencia y Nanotecnología	14900	2000
Subvenciones para nuevas plataformas tecnológicas en Nanociencia y Nanotecnología	196,30	0
Actuaciones internacionales: Proyectos ENIAC	1500	0
Actuaciones internacionales: Proyectos EUROCORE	1032,30	0
Actuaciones internacionales: Proyectos ERANET Plus Nano Sci	804,56	0
Actuaciones internacionales: Portugal-España	1131,80	0
Subvenciones al International Iberian Nanotechnology Institute (INL)	4882	0
<b>Ministerio de Industria, Turismo y Comercio (MITYC)</b>	<b>Total 4167,95 K€</b>	<b>Total 6301,56 K€</b>
Actividades de Nanociencia y Nanotecnología del Instituto Español de Comercio Exterior (ICEX)	139,15	0
Centro Español de Metrología	274	0
Programa Ingenio 2010 AVANZA	1737,33	3881,52
Programa Nacional de Proyectos Industriales Experimentales	2017,47	2420,04
<b>Total (MICINN + MITYC)</b>	<b>64,8 M€</b>	<b>22,6 M€</b>

Tabla I. Esfuerzo presupuestario efectuado por el gobierno de España en el ámbito de las Nanociencias y Nanotecnologías durante el año 2008 (Fuente: Ministerio de Ciencia e Innovación de España y [12]).

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 internacionalización 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 [13] en las ferias nano tech 2008 y 2009 en Japón, una de las más importantes en el área de la Nanotecnología y en la feria NSTI2009 [14] de EE.UU. En cuanto a las tareas de divulgación podemos mencionar por un lado la edición, por parte de la Fundación de 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 [15] y, por otro lado, la organización por el CIC nanoGUNE de las jornadas Atom by Atom [16] para divulgar al gran público, de forma clara y accesible, los avances, los retos y las implicaciones de diversas “nanoáreas”.

Entre las iniciativas que surgieron en España en esta pasada década, y que han impulsado en parte el desarrollo de los programas ya mencionados, 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, a fecha diciembre de 2009, 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.

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.



- Universidades, Organismos Públicos de Investigación, Centros e Institutos Tecnológicos y Fundaciones
- Grupos de I+D de empresas medianas y grandes, spin-offs y nuevas empresas de base tecnológica.

Figura 2. Distribución geográfica de los 277 grupos que en diciembre de 2009 son miembros de la Red NanoSpain. La tabla de la derecha muestra la procedencia de estos grupos diferenciando entre centros de investigación públicos o sin ánimo de lucro y empresas.

### La Nanociencia y Nanotecnología en Galicia

Los gobiernos autonómicos también han manifestado con mayor o menor énfasis su interés por las Nanotecnologías, incluyendo este tópico en sus planes regionales de I+D y fomentando la creación de nuevas redes de carácter regional o estrategias autonómicas como pueden ser: nanoBasque en el País Vasco, Nanoaracat que es una estrategia conjunta de Aragón y Cataluña o la Plataforma Andaluza NBIC [17]. 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 [18]. En la Figura 3 se muestra la ubicación de estos centros que cubren la totalidad de las temáticas de ámbito “nano”.



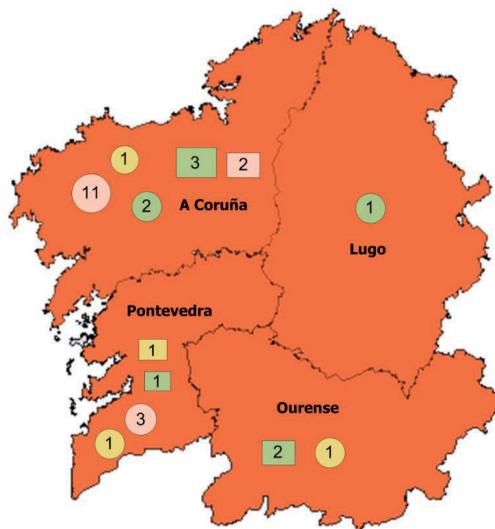
Figura 3. Distribución geográfica de los centros emergentes de Nanotecnología [8]

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) y 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 [19]. También eclosionaron “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) [20], SUSCHEM (Plataforma Tecnológica Española de Química Sostenible) [21], Génesis (Plataforma Tecnológica Española de Nanotecnología e Integración de Sistemas Inteligentes) [22] o NANOMED (Plataforma Española de Nanomedicina) [23].

En este sentido, la comunidad Gallega no se ha quedado atrás y en los últimos años han surgido algunas iniciativas como la Red Gallega de Nanomedicina o más recientemente la Plataforma Gallega de Nanotecnología (nanogal) – financiada en 2008 por la Dirección General de I+D de la Xunta de Galicia. Como elemento diferenciador hay que señalar que la red mencionada está compuesta exclusivamente

por miembros de la comunidad universitaria que se dedican únicamente a investigación en nanomedicina, mientras que nanogal está formada por agentes de todos los niveles (empresas, centros tecnológicos y universidades) y pretende trabajar en las áreas de nanomateriales, nanometrología, nanomedicina y nanoquímica.

Nanogal quiere construir un nuevo modelo de relaciones en las que participen las empresas con los científicos, socios tecnológicos, políticos y agentes sociales de dentro y de fuera de la comunidad gallega. Un modelo que consolide el intercambio de conocimiento y el apoyo de nuevas oportunidades de negocio. Un modelo basado en una intensa colaboración de todos los interesados. Este estudio, llevado a cabo por la Fundación Phantoms en colaboración con nanogal durante el año 2009, ha permitido obtener un amplio panorama de la investigación y la actividad industrial en Nanociencia y Nanotecnología en Galicia (Figura 4), definir los futuros grupos de trabajo en las áreas prioritarias y establecer las bases para una estrategia regional en la materia.



- Universidades que tienen actividad I+D en Nanociencia y Nanotecnología
- Empresas que tienen actividad I+D en Nanociencia y Nanotecnología
- Centros Tecnológicos que tienen actividad I+D en Nanociencia y Nanotecnología
- Universidades que han presentado interés en Nanociencia y Nanotecnología
- Empresas que han presentado interés en Nanociencia y Nanotecnología
- Centro Tecnológico que ha presentado interés en Nanociencia y Nanotecnología

Provincia	Tipo	Entidades con Actividad I+D en Nanociencia y/o Nanotecnología	Entidades con Interés en Nanociencia y/o Nanotecnología
A Coruña	Universidades	11	2
	Empresas	2	3
	Centros Tecnológicos	1	-
Lugo	Empresas	1	-
	Universidades	3	-
Pontevedra	Empresas	-	1
	Centros Tecnológicos	1	1
Ourense	Empresas	-	2
	Centro Tecnológico	1	-
<b>TOTAL</b>		<b>20</b>	<b>9</b>

Figura 4: Distribución geográfica de los grupos de investigación y la industria en Galicia (que han proporcionado datos para la elaboración de este documento)

Además, nanogal quiere afrontar los retos tecnológicos que puedan contribuir potencialmente a una serie de objetivos claves que son esenciales para la futura competitividad de Galicia, incluyendo un oportuno desarrollo y despliegue de las Nanotecnologías con el fin de un desarrollo sostenible, una nueva tecnología basada en bienes públicos y servicios, los avances tecnológicos necesarios para mantenerse a la vanguardia en sectores de alta tecnología y reestructuración de los sectores tradicionales.

La tabla II permite conocer la distribución, por Comunidades Autónomas, de los proyectos presentados en la "Acción Estratégica de Nanociencia y Nanotecnología" (AENCNT) de 2004 y, más importante aún, el potencial de cada una de ellas en las diferentes áreas. Los grupos gallegos presentaron 28 proyectos en dicha convocatoria (un 5% del total), siendo Galicia la sexta Comunidad Autónoma más representada, por detrás de Madrid, Cataluña, País Vasco, Valencia y Andalucía.

No obstante, para que la actividad Gallega en Nanociencia y Nanotecnología siga creciendo, es imprescindible el apoyo inversor a iniciativas como nanogal.

OBJETIVO TEMÁTICO									
Com. Aut.	FF	BIOMED	EMA	MAG	ELEFOT	MANIP	COMPOS	TOTAL	%
Andalucía	5	10	10	0	3	1	12	41	7,22
Aragón	3	11	1	0	0	3	2	20	3,52
Asturias	5	2	6	1	0	0	5	19	3,35
Baleares	1	0	0	0	1	0	0	2	0,35
Canarias	2	0	2	0	2	0	3	9	1,58
Cantabria	1	1	3	0	0	2	0	7	1,23
Cataluña	20	37	17	5	23	10	22	134	23,59
Castilla León	2	0	3	2	6	0	6	19	3,35
Castilla La Mancha	0	0	1	2	2	1	1	7	1,23
Extremadura	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Galicia	3	12	6	0	4	1	2	28	4,93
La Rioja	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
Madrid	19	29	31	13	22	17	24	155	27,29
Murcia	1	2	1	0	0	1	0	5	0,88
Navarra	0	3	0	1	0	0	2	6	1,06
País Vasco	7	16	8	3	3	3	20	60	10,56
Valencia	3	13	3	2	18	1	16	56	9,86
Ceuta y Melilla	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00
<b>España</b>	<b>72</b>	<b>136</b>	<b>92</b>	<b>29</b>	<b>84</b>	<b>40</b>	<b>115</b>	<b>568</b>	<b>100,0</b>

Tabla II. Proyectos presentados en la convocatoria 2004 de la AENCNT por objetivos y CC.AA. [8]. (FF: Fenómenos Fundamentales; BIOMED: Biotecnología, biomedicina y agroalimentación; EMA: Energía y medioambiente; MAG: Almacenamiento magnético de información, magnetoelectrónica; ELEFOT: Nanoelectrónica y electrónica molecular, optoelectrónica y fotónica, nanoestructuras semiconductoras; MANIP: Dispositivos y máquinas nanométricas, nanomanipulación, nanocaracterización; COMPOS: Materiales nanocompuestos)

## Conclusión

Se puede decir que en esta última década se ha producido una verdadera explosión de iniciativas en el ámbito de las Nanotecnologías. Todas las iniciativas que se presentan en esta agenda, representan una apuesta clara para que España, y Galicia en particular, a medio plazo, puedan 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 [24]. 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 más relevantes en este campo. 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.

Este informe pretende ser el primer borrador de la agenda estratégica en Nanociencia y Nanotecnología en Galicia, proporcionando una visión de conjunto de la situación actual en la que la Nanotecnología se encuentra en esta región, 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. Los artículos que se presentan a continuación, sirven para describir los avances más recientes de diferentes “nanoáreas” y definir las líneas prioritarias de la investigación y el desarrollo tecnológico en Galicia, teniendo en cuenta las potencialidades de la región. Las encuestas recibidas de las instituciones/empresas gallegas en 2009 han permitido destacar cuatro áreas de trabajo de gran interés y potencial:

- Nanomateriales
- Nanoquímica
- Nanobiotecnología / Nanomedicina
- Metrología / Caracterización

y definir los grupos de trabajo relacionados coordinados respectivamente por: Luis Manuel Liz-Marzan (Universidad de Vigo), Arturo López-Quintela (Universidad de Santiago de Compostela), Dolores Torres (Universidad de Santiago de Compostela) e Higinio González Jorge (LOMG).

Dichos grupos iniciarán su actividad en el año 2010 y permitirán identificar aquellos ámbitos de investigación en los que los grupos gallegos son más activos y competitivos, para potenciar las fortalezas y desarrollar acciones de Intercolaboración que permitan un desarrollo de las Nanotecnologías aplicadas a temáticas emergentes.

Dichos grupos de trabajo tendrán los siguientes objetivos:

- Identificar los distintos actores activos en cada área en Galicia
- Identificar líneas de investigación gallegas en áreas específicas, así como líneas emergentes que pueden resultar estratégicas para aplicaciones futuras

- Identificar las plataformas tecnológicas, tecnologías y equipamientos gallegos, de gran interés para la investigación en Nanotecnología
- Definir las cuestiones de regulación y seguridad en la aplicación de las Nanotecnologías (toxicidad de las nanopartículas, etc.)
- Identificar nuevas empresas activas gallegas en estos campos
- Identificar capacidades de transferencia de tecnología dentro de la Plataforma nanogal
- Proponer o coordinar proyectos conjuntos con empresas gallegas
- Circular o realizar informes de prospectiva por sectores (Roadmaps, vigilancia tecnológica, etc.)
- Organizar talleres prácticos de difusión
- Proveer información sobre posibilidades de financiación de la investigación en Nanotecnologías tanto a nivel gallego, nacional o europeo
- Fomentar la creación de nuevas empresas gallegas de base tecnológica a partir de grupos o centros de I+D del sector público.
- Mejorar la interacción, colaboración y asociación entre el sector público de I+D y el sector empresarial gallego
- Compartir iniciativas con otras redes o plataformas nacionales o internacionales como NanoSpain, NanoBasque, Nanoaracat, etc.
- Colaborar con proyectos del tipo NFFA (Nanoscience Foundries and Fine Analysis) que tiene como objetivo analizar la viabilidad de establecer con carácter distribuido una infraestructura nanotecnológica española y paneuropea en conjunción con Grandes Instalaciones de Análisis Fino de la materia (tipo Sincrotrón, fuentes de neutrones...) que permitan llevar más allá las fronteras del análisis y fabricación de materiales y micro-nanoestructuras en sus diferentes campos de aplicación
- Establecer un mapa de infraestructuras gallegas necesarias en el ámbito "nano"
- Mejorar la formación de personal técnico
- Etc.

## Bibliografía

- [1] P. A. Serena y A. Correia, "Nanotecnología: el motor de la próxima revolución tecnológica", *Apuntes de Ciencia y Tecnología*, 9, 32-42 (2003).
- [2] A. Correia, M. Pérez, J. J. Sáenz y P. A. Serena, "Nanotechnology applications: a driving force for R&D investment", *Phys. Stat. Sol.* 204, 1611-1622 (2007).
- [3] A. Correia, M. Pérez, J. J. Sáenz y P. A. Serena, "Nanoscience and nanotechnology: driving research and applications", *Phys. Stat. Sol. (RRL)* 1, A68-A72 (2007).
- [4] "Societal Implications of Nanoscience and Nanotechnology", Editado por M. Roco y W. S. Brainbridge (Kluwer Press, Boston, 2001)  
<http://www.wtec.org/loyola/nano/NSET.Societal.Implications>.
- [5] "Nanotechnology: Technology and market dynamics- a unique opportunity" (Oxford Instruments, 2006).
- [6] US National Nanotechnology Initiative (NNI): <http://www.nano.gov>
- [7] UE FP7: [http://cordis.europa.eu/fp7/cooperation/nanotechnology\\_en.html](http://cordis.europa.eu/fp7/cooperation/nanotechnology_en.html)  
 UE FP7 NMP Program:  
[http://cordis.europa.eu/fp7/cooperation/nanotechnology\\_en.html](http://cordis.europa.eu/fp7/cooperation/nanotechnology_en.html)  
 UE FP7 "nanoICT" Proactive Initiative: [http://cordis.europa.eu/fp7/ict/fet-proactive/nanoict\\_en.html](http://cordis.europa.eu/fp7/ict/fet-proactive/nanoict_en.html)  
 EU FP7 Nanotechnology funding opportunities:  
[http://cordis.europa.eu/nanotechnology/src/eu\\_funding.htm](http://cordis.europa.eu/nanotechnology/src/eu_funding.htm)  
 EU FP7 Technological Platforms:  
[http://cordis.europa.eu/technology-platforms/home\\_en.html](http://cordis.europa.eu/technology-platforms/home_en.html)
- [8] A. Correia y varios autores. "Nanociencia y Nanotecnología en España: Un análisis de la situación presente y de las perspectivas de futuro", Editado por la Fundación Phantoms, Madrid (2008).
- [9] G.C. Delgado, "Economía Política de la Nanotecnología", *Mundo Nano* 1, 87 (2009); The National Nanotechnology Initiative (NNI) "Research and Development Leading to a Revolution in Technology and Industry" (2009) ([http://www.nano.gov/NNI\\_2010\\_budget\\_supplement.pdf](http://www.nano.gov/NNI_2010_budget_supplement.pdf)); "Nanosciences and Nanotechnologies: an action plan for Europe 2005-2009. Second Implementation Report 2007-2009" (2009) ([http://ec.europa.eu/nanotechnology/policies\\_en.html](http://ec.europa.eu/nanotechnology/policies_en.html)); Angela Hullmann (Comisión Europea) "European activities in the field of ethical, legal and social aspects (ELSA) and governance of nanotechnology" (2008) ([ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/nanotechnology/docs/elsa\\_governance\\_nano.pdf](ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/nanotechnology/docs/elsa_governance_nano.pdf)); Saori Ishizu et al "Toward the responsible innovation with nanotechnology in Japan: our scope", *Journal of Nanoparticle Research* 10, 2 (2008); Mihail C. Roco, "National Nanotechnology Initiative – Past, Present, Future", *Handbook on Nanoscience*,

- Engineering and Technology, 2<sup>nd</sup> ed, Taylor and Francis (2007) ([http://www.nano.gov/NNI\\_Past\\_Present\\_Future.pdf](http://www.nano.gov/NNI_Past_Present_Future.pdf)). Comisión Europea “Some Figures about Nanotechnology R&D in Europe and Beyond” Bruselas (2005) ([ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/nanotechnology/docs/nano\\_funding\\_data\\_08122005.pdf](ftp://ftp.cordis.europa.eu/pub/nanotechnology/docs/nano_funding_data_08122005.pdf))
- [10] Plan Nacional de I+D+i 2008-2011 (<http://www.plannacionalidi.es>).
- [11] P.A. Serena, “The implementation of the Action Plan for Nanosciences and Nanotechnologies in Spain (2005-2007)”, E-Nano Newsletter, 15, 14 (2009). La versión completa de este informe se encuentra también en [http://www.oemiccinn.es/content/download/1129/7658/file/Spain\\_First-Implementation-Plan\\_final.pdf](http://www.oemiccinn.es/content/download/1129/7658/file/Spain_First-Implementation-Plan_final.pdf)
- [12] P. A. Serena, “A survey of public funding of nanotechnology in Spain over 2008”. Informe del Ministerio de Ciencia e Innovación para la Comisión Europea (<http://www.oemiccinn.es/content/download/1122/7623/file/REPORT2008-First-Implementation-Plan-FINAL-INL.pdf>).
- [13] El pabellón español de las ferias Nanotech2008 y Nanotech2009 estuvo formado por 12 y 22 empresas e instituciones respectivamente, que representaron globalmente a los agentes científicos, tecnológicos y de innovación españoles. <http://www.phantomsnet.net/nanotech2008/>  
<http://www.phantomsnet.net/nanotech2009/>
- Esta participación permite promocionar la cultura emergente de la innovación en España y mejorar la integración del sistema español “Ciencia-Tecnología-Empresa-Sociedad” en otros países, especialmente de Asia. Como retorno se espera generar nuevo conocimiento científico y tecnológico, y mejorar la competitividad de nuestras empresas.
- [14] NSTI2009 (<http://www.phantomsnet.net/NSTI2009/>).
- [15] J.A. Martín-Gago y otros autores, “*Unidad Didáctica Nanociencia y Nanotecnología. Entre la ciencia ficción del presente y la tecnología del futuro*”, Fundación Española de Ciencia y Tecnología, Madrid (2008).
- [16] Jornadas Atom by Atom (San Sebastian, España): <http://atombyatom.nanogune.eu/>
- [17] Círculo de Innovación Tecnológica en Microsistemas y Nanotecnologías de la Comunidad de Madrid (<http://www.madrimasd.org/cimtan/default.aspx>); Red NanoGalicia (<http://www.nanogalicia.net>); NanoAraCat (<http://www.nanoaracat.com>); Plataforma NanoGAL (<http://www.nanogal.org/nanogal2/>); Agencia nanoBasque (<http://www.nanobasque.eu/es/>).
- [18] Los centros españoles emergentes en Nanociencia y Nanotecnología son: Instituto de Bioingeniería de Cataluña (IBEC) (<http://www.ibecbarcelona.eu/>); Instituto Catalán de Nanotecnología (ICN) (<http://www.nanocat.org>); CIC nanoGUNE

(<http://www.nanogune.eu>); Unidad de Nanotecnología de la Universidad de Oviedo ([http://www.sct.uniovi.es/index.php?option=com\\_content&task=view&id=76&Itemid=137](http://www.sct.uniovi.es/index.php?option=com_content&task=view&id=76&Itemid=137)); Madrid Institute of Advanced Studies in Nanoscience (IMDEA-Nanociencia) (<http://www.nanociencia.imdea.org/>); Instituto Universitario de Investigación en Nanociencia de Aragón (INA) (<http://ina.unizar.es>); Centro de Investigación en Nanociencia y Nanotecnología (<http://www.cin2.es>); Instituto de Ciencias Fotónicas (ICFO) (<http://www.icfo.es>); BIONAND (<http://www.bionand.es/>); Instituto Universitario de Tecnología Nanofotónica de la Universidad Politécnica de Valencia (<http://www.upv.e/entidades/NTC>); Instituto hispano-portugués de I+D: International Iberian Nanotechnology Laboratory (INL) (<http://www.inl.int/>).

[19] Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España (APTE) (<http://www.apte.org>).

[20] Red Renac: <http://www.nano-renac.com>

[21] Suschem: <http://www.pte-quimicasostenible.org>

[22] Red Génesis: <http://www.genesisred.net>

[23] Agencia nanoMED: <http://www.nanomedspain.net>

[24] "Aplicaciones Industriales de las Nanotecnologías en España en el Horizonte 2020", Fundación OPTI y Fundación INASMET-TECNALIA, Madrid. (2008). Dicho libro puede descargarse gratuitamente desde <http://www.opti.org>

# 2 NANOÁREAS

**2.1 NANOMETROLOGÍA**

**2.2 NANOMATERIALES**

**2.3 NANOBIO-NANOMED**

**2.4 NANOQUÍMICA**

# 2.1 NANOMETROLOGÍA

## MICRO Y NANOMETROLOGÍA

Dr. Higinio González Jorge

Laboratorio Oficial de Metrología de Galicia (LOMG)

### Introducción

La integración de micro y nanocaracterísticas y componentes en sistemas en la meso y macroescala, así como la integración de sistemas en la microescala, hace que las tecnologías utilizadas para la fabricación y medida de dichos sistemas se sitúen en el límite de su capacidad y presenten problemas para garantizar el aseguramiento de la calidad.

La metrología es tradicionalmente considerada como una disciplina clave en la fabricación industrial de cualquier tipo de componente. En particular, la metrología permite el control del proceso sobre la base de mensurandos bien definidos de dichos componentes fabricados que definen ciertas características específicas. En los procesos tradicionales de fabricación, la metrología es una parte de los sistemas para el control de la calidad y las herramientas existentes en términos de instrumentación, patrones de calibración y procedimientos bien establecidos soportan las demandas de dichos procesos. A medida que los productos que se desean medir decrecen en tamaño hacia niveles micro y nanométricos, las necesidades a nivel metrológico se vuelven más exigentes.

A continuación se procede a describir el estado del arte actual en el campo de la micro y nanometrología. Primero se describirán las necesidades de medida. A continuación se detallarán los instrumentos y configuraciones capaces de medir magnitudes en este campo y finalmente se tratará acerca de cómo establecer una cadena trazabilidad en los sistemas anteriores.

### Estado del arte

#### Necesidades de medida en micro y nanotecnología

Una de las clasificaciones que se puede adoptar para mostrar las diferentes necesidades de medida que requieren los productos micro y nanotecnológicos se basa

en la distinción por tipo de producto. En este caso nos centraremos en los campos de los semiconductores, los microsistemas y la nanotecnología propiamente dicha.

Los parámetros de interés relacionados con el campo de los *semiconductores* son fundamentalmente el espesor de las capas delgadas empleadas, su rugosidad superficial, forma de las obleas y la precisión en la reposición de las máscaras. Otros parámetros de interés también resultan la contaminación del material empleado, su dopaje y propiedades eléctricas. Muchos de estos parámetros no son solamente importantes para la industria de la microelectrónica sino que también lo son para la más reciente industria fotovoltaica.

Los sistemas *micro-electromecánicos* (MEMS) se definen como componentes en la microescala, con características funcionales que en ocasiones se sitúan en la nanoescala, y que tienen simultáneamente funcionalidad eléctrica y mecánica. Tradicionalmente los MEMS se basan en las plataformas de fabricación empleadas en la industria del semiconductor, aunque a diferencia de éstos, sus procesos de fabricación requieren mayor flexibilidad, son más difíciles de estandarizar y las características geométricas tienen una mayor importancia en el producto. Además la presencia de partes mecánicas móviles incrementa la sensibilidad de las deformaciones mecánicas durante el proceso de medida. Los mensurandos típicos son las dimensiones en los tres ejes, la rugosidad superficial, frecuencias de vibración y características eléctricas.

Los sistemas *micro-fluídicos* se han convertido en una gran área de interés durante la última década. Cabe destacar por ejemplo en cuanto al análisis bioquímico los sistemas denominados lab-on-a-chip que han sido fabricados empleando silicio y polímeros. Los medios de producción utilizados para este tipo de sistemas se basan fundamentalmente, en lo concerniente a polímeros, en las tecnologías de micro-estampación en caliente y micro-moldeo por inyección. Con la introducción de dichos procesos desde el área de la Ingeniería de Precisión se generan características 3D reales que superan las limitaciones que provienen de otras técnicas de fabricación empleadas típicamente en semiconductores. Esto implica nuevamente la necesidad de sistemas metroológicos que sean capaces de medir las características generadas en los componentes fabricados.

La *micro-óptica* es una tecnología clave en telecomunicaciones, imagen médica y tecnología aeroespacial. Las características más importantes que deben ser controladas en estos sistemas radican en la medida tridimensional de formas y en la medida de rugosidad superficial. Los procesos de fabricación de estos productos

comenzaron utilizando técnicas de litografiado similares a las empleadas en la industria del semiconductor, que daban lugar a estructuras casi bidimensionales con ratios de aspecto bajos. Sin embargo, las técnicas de fabricación actuales se basan principalmente en el mecanizado de ultraprecisión, que permite la generación de estructuras realmente tridimensionales. Además, para que los costes de los procesos sean asequibles y estos productos se puedan fabricar de forma masiva se hace necesario combinar las técnicas de mecanizado de ultraprecisión con técnicas de moldeado de polímeros a altas temperaturas.

La “*Nanotecnología*” incluye la investigación y fabricación de sistemas mecánicos, electrónicos, químicos y biológicos por ensamblaje molecular (aproximación bottom-up), así como la denominada aproximación top-down que consiste en la miniaturización de productos y procesos partiendo de sistemas macroscópicos. En Nanotecnología, las dimensiones críticas de un producto se consideran aquellas a nivel nanométrico que son críticas para la función que se desea realizar y no se restringe únicamente a muestras de tamaño nanométrico como las nanopartículas o nanotubos. Algunos ejemplos de dimensiones críticas son la rugosidad de una lámina de metal, que se emplea en la producción de automóviles, e influye en la buena adherencia de la pintura, la forma del extremo de una fibra óptica para telecomunicaciones que debe garantizar un buen contacto físico para evitar pérdidas de potencia, la porosidad de una membrana polimérica para la liberación de fármacos o las distancias entre moléculas en las que una determinada funcionalidad está asociada a una configuración particular.

En definitiva se deben destacar dos características importantes. La primera considera el nivel de miniaturización, de forma que cuanto menor es la escala absoluta más requerimientos se precisan a nivel de instrumentación y procedimiento de medida a utilizar. La segunda característica importante considera la complejidad geométrica que se incrementa desde la necesidad de medidas 2D a medidas 3D.

#### Soluciones tecnológicas existentes en micro y nanometrología

La descripción realizada se divide en función de las tecnologías empleadas: soluciones inteferométricas, instrumentos basados en microtopografía, microscopía electrónica, micro y nanometrología por coordenadas y otras técnicas tipo scanning probe.

Las *soluciones inteferométricas* se basan en correlacionar las transiciones claro-oscuro que corresponden a las interferencias constructivas y destructivas en un

sistema interferométrico clásico tipo Michelson con la variación de la distancia en uno de los brazos del interferómetro. Los interferómetros pueden ser homodinos cuando emplean una sola longitud de onda o heterodinos cuando emplean varias. La resolución nanométrica se obtiene únicamente en la dirección del haz laser. Los elementos críticos que garantizan la estabilidad en la longitud de onda, y por tanto en las dimensiones medidas, son la utilización de láseres estabilizados y la monitorización de las condiciones ambientales de temperatura, humedad y presión para determinar su influencia en el índice de refracción del aire. La aplicación más conocida de estos sistemas es en la calibración de reglas, bloques 1 D, scanners o en el ajuste de actuadores para la industria del semiconductor. Por otra parte, estos sistemas se aplican en muchas ocasiones sobre otros instrumentos de la micro y nanometrología para garantizar su trazabilidad al patrón nacional de longitud - metro.

La interferometría de campo completo no se limita solamente al conteo de franjas y emplea cámaras CCD o CMOS, que unidas a sistemas ópticos de magnificación permiten la realización de topografías superficiales con resoluciones subnanométricas en la dirección del haz de propagación. Sin embargo, la resolución en el plano perpendicular al eje de propagación es mucho menor y está limitada por el límite de difracción.

En ocasiones, también se utilizan sistemas basados en interferometría de luz blanca, que utilizan luz de baja longitud de coherencia y sistemas piezoactuados. Dichos actuadores cambian la posición relativa entre el sistema óptico y la muestra en el eje luminoso y buscan la interferencia en cada uno de los pixels del sensor óptico. Esta técnica se ha extendido rápidamente en la industria en los últimos años.

Los sistemas de medida de *microtopografías* se basan fundamentalmente en la perfilometría mecánica y están implantados en las industrias desde hace muchas décadas. En la perfilometría mecánica una punta denominada stylus se desplaza sobre la superficie a velocidad constante y las variaciones de altura en la muestra producen una señal eléctrica en un transductor que puede ser a continuación analizada. El stylus tiene un rango horizontal de varios milímetros con resoluciones verticales entorno a 10 nm, dispone de un cono con un ángulo entre 60° y 90° y una punta de radio entre 1 y 10 micras. El tamaño y ángulo del stylus son factores límite para la resolución del mismo. Además, se debe ser muy cuidadoso con este tipo de sistemas ya que la fuerza aplicada en las superficies puede generar deformaciones plásticas en las mismas.

La *microscopía electrónica* (SEM) es un método de microscopía que existe también desde hace muchas décadas y se basa en el escaneado con un haz de electrones de la muestra de medida. La interacción entre el haz y la superficie de la muestra da lugar a emisiones que pueden ser detectadas y analizadas para caracterizar propiedades físicas y químicas de la muestra bajo estudio. El SEM permite obtener imágenes de las muestras con magnificaciones superiores a los 100.000 aumentos y una resolución lateral superior a 2 nm. Una de las desventajas principales de este sistema es la necesidad de emplear alto vacío y la imposibilidad de obtener de forma directa la tercera dimensión de las muestras (eje vertical). No obstante, esta tercera dimensión se puede obtener utilizando la combinación de imágenes en las que el ángulo relativo entre el haz y la muestra varían, de forma similar a lo empleado en macroescala en técnicas fotogramétricas.

La *micro y nanometrología por coordenadas* está inspirada en la combinación de dos técnicas, los sistemas de medición tridimensionales por coordenadas y los sistemas de microscopía de fuerza atómica. En los últimos años muchas universidades e institutos de investigación han desarrollado este tipo de sistemas que permiten realizar la medida de características 3D a nivel nanométrico. Algunos ejemplos existentes son por ejemplo la máquina de Vermeulen, de la Eindhoven University of Technology, que se ha comercializado como la Zeiss F25, la máquina de Rylil como la IBS ISARA o la máquina de Ilmeanu como la SIOS CMM.

Este tipo de instrumentos de medida presentan sistemas de posicionamiento de ultraprecisión con el apoyo de sistemas interferométricos, extensiométricos o capacitivos en los que pueden ser empleados palpadores de pequeña dimensión y elevada rigidez.

Los *microscopios de efecto túnel, fuerza atómica, fuerza magnética y microscopía óptica de campo cercano* son herramientas potentes que se encuadran dentro de la denominada *microscopía scanning probe*. Todas estas técnicas tienen en común la utilización de una punta de escaneado afilada y de dimensiones submicrométricas denominada tip. Estas técnicas permiten la medida de superficies con un rango horizontal de 100 micras y dimensiones verticales entorno a las 10 micras, por lo que se denominan técnicas 2 ½ D. Además, en estas técnicas la resolución no está limitada por el límite de difracción de la luz y permite alcanzar entorno a 1 nm en las tres direcciones del espacio con una mínima preparación de muestra. Los sistemas empleados para el escaneado se basan típicamente en actuadores piezoeléctricos que permiten el posicionamiento en fracciones de nanómetro. Se trata de técnicas no

destruictivas que pueden trabajar perfectamente con metales, semiconductores o incluso muestras biológicas.

Otras técnicas empleadas que se pueden enumerar, aunque son empleadas en menor medida son la *holografía digital*, la *microscopía óptica de difracción* y la *microtomografía computerizada*.

### Calibración y trazabilidad

La calibración de los sistemas de medida con trazabilidad a patrones nacionales resulta fundamental para garantizar la calidad de las medidas realizadas. Esto parece ser un problema particular de la nanotecnología, ya que es a este nivel donde comienza el mundo atómico y la mecánica tradicional falla. Esta área de transición es la denominada área mesoscópica, donde es extremadamente difícil describir la interacción entre los sensores y los mensurandos de forma precisa.

En la actualidad la mayoría de los Institutos Nacionales de Metrología Europeos como por ejemplo NPL – Reino Unido, PTB - Alemania, LNE - Francia, INRIM - Italia, DFM - Dinamarca, MIKES - Finlandia, CEM - España, ... tienen la capacidad de transferir trazabilidad a los institutos de investigación y a la industria en este campo. Dicha transferencia se realiza mediante artefactos que materializan unas determinadas características geométricas – caso dimensional (dimensiones en los ejes X, Y y Z, planitud, ángulo, redondez, etc.) con incertidumbre conocida. El proceso de calibración, y por tanto la garantía de trazabilidad, se completa una vez que se establece un procedimiento específico para el mismo y se tiene en cuenta su balance global de incertidumbres. Sin embargo, lo que suele ocurrir es que los usuarios no realizan la calibración propiamente dicha de estos sistemas. Se limitan a utilizar los patrones de trabajo simplemente para verificar esporádicamente sus equipos, sin tomar como base ningún procedimiento y sin la realización de un balance de incertidumbres.

Otro de los problemas que se presentan actualmente es que si situamos los patrones existentes en un diagrama de Stedman observamos que existen muchas zonas del mismo sin cubrir. Esto indica que ciertos rangos de medida que son alcanzables por la instrumentación existente en la actualidad no tienen la trazabilidad garantizada. La mayoría de los artefactos actuales representan ratios de aspecto bajos, es decir, no son sistemas 3D reales. Esto se debe a que los procesos de fabricación de los mismos utilizan técnicas que provienen fundamentalmente de la industria del semiconductor como el litografiado. Por ello, todavía debe realizarse mucho trabajo para cubrir dichas

zonas sin trazabilidad desarrollando los artefactos oportunos. Además, también es necesario desarrollar nuevos balances de incertidumbre para estos sistemas e intensificar las intercomparaciones entre laboratorios.

### Bibliografía

- H. N. Hansen, K. Carneiro, H. Haitjemma, and L. de Chiffre, "Dimensional micro and nanotechnology", *Annals of the CIRP*, 55, 721 – 743 (2006).
- K. Carneiro, "The need for metrology in nanotechnology", *Report of the High Level Expert Group on Measurement and Testing of the Danish Institute of Fundamental Metrology*, 1- 8 (2001).
- M. L. Schattenburg, "Nanometrology in nanomanufacturing", *Nasa Tech. Brief – Nanotech Conference*, 1 – 27 (2003).
- D. J. Whitehouse, "The handbook of surface and nanometrology", *Cambridge University Press* (2003).
- A. Yacoot, R. Leach, B. Hughes, C. Giusca, C. Jones and A. Wilson, "Dimensional nanometrology at the National Physical Laboratory", *Proceedings of SPIE*, 7133, 713345 – 713349 (2008).
- G. Wilkening and L. Koenders (eds.), "Nanoscale calibration standards and methods: Dimensional and related measurements in the micro and nanometre range", *Wiley-VHC*, (2005).
- J. Kopanski, "Report: Nanotechnology research and development at the National Institute of Standards and Technology", (2005).
- "Preliminary interlaboratory comparison on nanoparticle size characterization, comparison report first draft", *APEC*, (2005).
- R. Leach, D. Chetwynd, L. Blunt, J. Haycooks, P. Harris, K. Jackson, S. Oldfield and S. Reilly, "Recent advances in traceable nanoscale dimension and force metrology in the UK", *Measurement Science and Technology*, 17(3), 467 – 476 (2006).
- "Nano-metrology technology roadmap update", *The Centre of Excellence in Metrology for Micro and Nanotechnologies*, (2007).
- E. Prieto, "Metrology at the nanoscale", *E-Nano Newsletter*, 7, 5 – 7 (2007).

### Iniciativas relevantes en el campo de la nanometrología

**Co-Nanomet.** Es la iniciativa más destacable en el campo de la nanometrología en Europa y está financiada por el VII Programa Marco. Las actividades principales que se plantean en Co-Nanomet son la definición de una estrategia europea en nanometrología, dar soporte a los grupos de trabajo europeos en nanometrología, coordinar las actividades formativas en este campo, así como la explotación y desarrollo de infraestructuras.

Los grupos de trabajo existentes son los siguientes:

- Nanopartículas, liderado por el Dr. Michale Stintz, TU Dresden, Alemania.
- Nanobiotecnología, liderado por el Dr. Jukka Lausmaa, SP Technical Research Institute of Sweden.
- Capas delgadas y superficies nanoestructuradas, liderado por el Dr. Richard Leach, NPL, Reino Unido.
- Dimensiones críticas y tecnologías de scanning probe, liderado por el Dr. Ludger Koenders, PTB, Alemania.
- Modelizado y simulación, liderado por la Dra. Ana Proykova, Sofia University, Bulgaria.

#### Actuaciones a desarrollar en Galicia en este campo

- Formación en metrología del personal que actualmente maneja la infraestructura nanotecnológica gallega para garantizar la trazabilidad de las medidas realizadas. Dicha infraestructura se encuentra fundamentalmente en los Centros de apoyo a la Investigación de las Universidades.
- Promocionar los ejercicios de intercomparación entre los equipos de medida existentes en la infraestructura nanometrológica gallega y en las que también participen otros organismos de fuera de la comunidad.
- Difundir de forma coordinada la oferta nanometrológica existente en Galicia para facilitar su utilización por parte de los usuarios externos.
- Coordinar la adquisición de las nuevas infraestructuras nanometrológicas de Galicia.
- Establecer acuerdos de colaboración con centros que posean infraestructuras que refuercen las ya existentes en la Comunidad, como por ejemplo el Laboratorio Ibérico de Nanotecnología situado en Braga.

## 2.2 NANOMATERIALES

Prof. Luis M. Liz-Marzan

Departamento de Química Física

Unidad Asociada CSIC - Universidad de Vigo

### Propiedades ópticas de nanopartículas metálicas. Plasmones

La utilización práctica de coloides metálicos tiene siglos de historia, lo cual se debe a sus fascinantes propiedades ópticas. Un ejemplo típico de nanopartículas metálicas ancestrales es la famosa copa de Licurgo, que data del siglo IV DC. La copa todavía se puede ver en el Museo Británico y posee la característica de que cambia de color, siendo verde cuando se observa en luz reflejada y roja cuando la luz se transmite a través del vidrio. El análisis de dicho vidrio indica que contiene una cantidad muy pequeña de pequeños cristallitos (aprox. 70 nm) que contienen plata y oro. Son estos nanocristales los responsables del color tan especial de la copa de Licurgo. Sin embargo, el primer estudio sistemático sobre la síntesis y el color del oro coloidal fue realizado por Michael Faraday en 1857.<sup>1</sup> El estudio de nanopartículas (de oro y de muchos otros materiales) se ha reactivado enormemente desde hace un par de décadas, con el nacimiento de la llamada Nanotecnología.

Uno de los aspectos más interesantes de los coloides metálicos es que sus propiedades ópticas dependen del tamaño y la forma de las partículas. El oro masivo absorbe en todo el intervalo visible, con un pequeño valle a 400-500 nm, que hace que las películas de Au se vean azules en transmisión. A medida que se reduce el tamaño de las partículas desde 500 nm hasta 3 nm, el color cambia gradualmente hasta naranja, pasando por varios tonos de púrpura y rojo. Estos efectos se deben a cambios en la llamada resonancia del plasmón superficial,<sup>2</sup> que es la frecuencia a la que oscilan los electrones de conducción en respuesta al campo eléctrico alternante de una onda electromagnética incidente. Por debajo de 3 nm, el color cambia a parduzco y finalmente se hace incoloro, debido fundamentalmente a efectos cuánticos (separación de niveles electrónicos en las bandas de conducción y de valencia).<sup>3</sup>

<sup>1</sup> M. Faraday, *Philos. Trans. Roy. Soc. London* **1857**, 147, 145.

<sup>2</sup> U. Kreibitz, M. Vollmer, *Optical Properties of Metal Clusters* (Springer-Verlag, Berlin, 1996).

<sup>3</sup> J. A. A. Perenboom, P. Wyder, F. Meier, *Phys. Rep.* **1981**, 78, 173.

La resonancia del plasmón es una de las propiedades más características de los coloides de algunos metales nobles y se pueden predecir usando cálculos clásicos de la dispersión de luz por partículas pequeñas, como puede ser la teoría de Mie.<sup>4</sup> Aunque se pueden calcular espectros UV-visible para todos los metales, sólo unos pocos (Au, Ag, Cu, y los alcalinos) poseen resonancias del plasmón en el visible que les hacen poseer colores intensos. Cuando las nanopartículas no son esféricas (p.e. elipsoides o cilindros) existen dos bandas de resonancia que se relacionan con la oscilación transversal y longitudinal de los electrones,<sup>5</sup> siendo esta última muy sensible a la relación de aspecto (cociente entre eje largo y corto) de los cilindros. Esquemas y espectros representativos se presentan en la Figura 1. Aparte de las propiedades de las partículas individuales, también el entorno en el que se encuentran afecta a sus propiedades.<sup>6</sup> Se ha demostrado que tanto el índice de refracción del medio<sup>7</sup> como la distancia media entre nanopartículas metálicas adyacentes<sup>8</sup> influyen en los espectros. El efecto de las interacciones se ha utilizado para aplicaciones como la detección de ADN,<sup>9</sup> mientras que el efecto del medio se ha propuesto para aplicaciones en biosensores (*vide infra*).

Otro aspecto directamente relacionado con el aumento del campo eléctrico local en torno a nanopartículas metálicas se refiere al efecto que esto produce en la detección de moléculas por dispersión Raman. La llamada dispersión Raman aumentada en la superficie (SERS) se ha encontrado inicialmente en superficies metálicas con cierta rugosidad y luego se ha demostrado incluso para nanopartículas aisladas.<sup>10,11,12</sup> Estos estudios, junto con predicciones teóricas,<sup>13</sup> indican que nanopartículas con aristas y vértices bien definidos presentan una mayor actividad para el aumento de la señal de SERS.

<sup>4</sup> C. F. Bohren, D. F. Huffman, *Absorption and Scattering of Light by Small Particles* (Wiley, New York, 1983).

<sup>5</sup> J. Pérez-Juste, I. Pastoriza-Santos, L.M. Liz-Marzán, P. Mulvaney, *Coord. Chem. Rev.* **2005**, 249, 1870.

<sup>6</sup> P. Mulvaney, *Langmuir* **1996**, 12, 788.

<sup>7</sup> S. Underwood, P. Mulvaney, *Langmuir* **1994**, 10, 3427.

<sup>8</sup> T. Ung, L. M. Liz-Marzán, P. Mulvaney, *J. Phys. Chem. B* **2001**, 105, 3441.

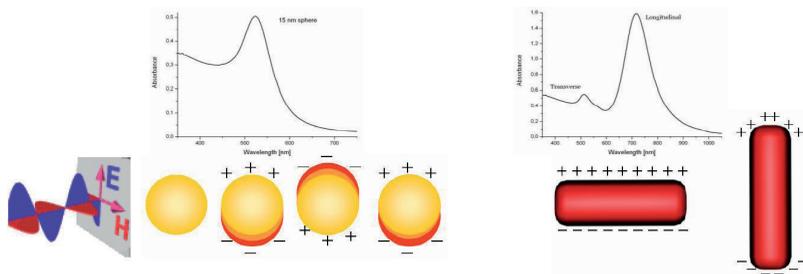
<sup>9</sup> R. Elghanian, J. J. Storhoff, R. C. Mucic, R. L. Letsinger, C. A. Mirkin, *Science* **1997**, 227, 1078.

<sup>10</sup> A.M. Michaels, M. Nirmal, L.E. Brus, *J. Am. Chem. Soc.* **1999**, 121, 9932.

<sup>11</sup> W.E. Doering, S. Nie, *J. Phys. Chem. B* **2002**, 106, 311.

<sup>12</sup> S. Nie, S. R. Emory, *Science*, **1997**, 275, 1102.

<sup>13</sup> K. L. Kelly, E. Coronado, L. L. Zhao, G. C. Schatz, *J. Phys. Chem. B* **2003**, 107, 668.



**Figura 1.** Izquierda: Esquema de la interacción de una radiación electromagnética con una nanoesfera metálica y espectro con una sola banda debida a la formación de un dipolo inducido que oscila en fase con el campo eléctrico de la luz incidente. Derecha: Oscilaciones transversal y longitudinal de los electrones en un nanocilindro metálico y espectro con las dos bandas respectivas.

### Síntesis de nanopartículas metálicas

Existen en la actualidad gran cantidad de métodos que permiten la síntesis de nanopartículas metálicas con diversas geometrías (esféricas, cilíndricas, prismáticas, poliédricas) y con tamaños controlados. Los más relevantes en relación con el presente proyecto se describen brevemente a continuación.

Para la síntesis de nanoesferas de oro o plata se procederá a procesos de reducción en presencia de citrato sódico.<sup>14</sup> Sin embargo, para obtener un mayor grado de control sobre el tamaño y la forma de las partículas, se usará el *método general de las semillas*, el cual consiste en la reducción de las correspondientes sales metálicas por un agente reductor suave en presencia de semillas (nanopartículas más pequeñas) previamente formadas, y de moléculas estabilizantes (por ejemplo, tensoactivos o polímeros). El método de las semillas requiere un control exhaustivo de las condiciones de reacción, a fin de evitar la nucleación de nuevas partículas y controlar el proceso de crecimiento de las semillas. Estos procesos se han optimizado recientemente en nuestro grupo de trabajo,<sup>15</sup> permitiendo por primera vez sintetizar esferas monodispersas de oro mayores de 100 nm.

Para la síntesis de nanopartículas cilíndricas de oro, el método más popular hoy en día es el diseñado por Murphy y colaboradores,<sup>16</sup> basado en la reducción de HAuCl<sub>4</sub> con ácido ascórbico (un reductor suave) en presencia de nanoesferas de oro y del surfactante bromuro de cetiltrimetilamonio (CTAB). El método fue mejorado más tarde

<sup>14</sup> J. Turkevich et al., *Discuss. Faraday Soc.* **1951**, 11, 55.

<sup>15</sup> J. Rodríguez-Fernández, J. Pérez-Juste, F.J. García de Abajo, L.M. Liz-Marzán, *Langmuir* **2006**, 22, 7007.

<sup>16</sup> N. R. Jana, L. Gearheart, C. J. Murphy, *Chem. Comm.* **2001**, 617.

por Nikoobakht y El-Sayed<sup>17</sup>, mediante simple adición de una pequeña cantidad de AgNO<sub>3</sub>, permitiendo la síntesis de cantidades relativamente elevadas de nanocilindros con muy escasa contaminación por nanoesferas, y con relación de aspecto variable.

Por otra parte, Xia y colaboradores han demostrado que es posible sintetizar "nanocables" de plata mediante reducción de AgNO<sub>3</sub> con etilenglicol en presencia de poli(vinilpirrolidona) (PVP).<sup>18</sup> Las partículas formadas poseen diámetros del orden de 30-60 nm y longitudes de hasta ~50µm. Las dimensiones medias se pueden controlar a través de las condiciones experimentales (temperatura, relación entre concentraciones de plata y PVP, etc.). Estudios posteriores de nuestro grupo han demostrado que mediante procesos similares, pero usando N,N-dimetilformamida (DMF) como disolvente, se puede controlar la forma de las partículas y obtener nanoprismas<sup>19</sup> de tamaño controlado en función de la concentración de sal de plata y PVP. Es posible también la síntesis de nanoprismas por agregación de nanopartículas controlada por irradiación en el visible,<sup>20</sup> de forma que el tamaño obtenido (que determina la respuesta óptica) depende de la longitud de onda de irradiación.<sup>21</sup> Se explorarán asimismo otros métodos que permitan la síntesis de nanoprismas de oro con control de tamaño, lo cual permitirá mejorar la estabilidad química de los mismos.

Por último, se ha desarrollado recientemente en nuestro grupo un método para la síntesis de decaedros y octaedros de oro con tamaño controlado,<sup>22</sup> mediante reducción de una sal de Au(I) sobre semillas en DMF, el cual ofrece la posibilidad de sintetizar partículas con aristas y vértices bien definidos, los cuales se han identificado como ideales para mejorar la respuesta en SERS. Asimismo, se pretende estudiar la posibilidad de utilizar el mismo proceso para variar de forma controlada el tamaño de esferas, nanocilindros y partículas con otras morfologías mediante reducción gradual de sal de oro sobre las partículas previamente formados, a fin de incrementar la intensidad de las bandas plasmónicas y de esta forma mejorar la sensibilidad hacia el entorno.

Aparte de nuestro grupo, quizás el grupo español más activo en la síntesis de nanopartículas de metales nobles para estudios de propiedades ópticas y SERS sea el de J.V. García Ramos, de la Universidad Complutense de Madrid. Se podrían

<sup>17</sup> B. Nikoobakht, M. A. El-Sayed, *Chem. Mater.* **2003**, *15*, 1957.

<sup>18</sup> Y. Sun, B. Gates, B. Mayers, Y. Xia, *Nano Lett.* **2002**, *2*, 165.

<sup>19</sup> I. Pastoriza-Santos, L.M. Liz-Marzán, *Nano Lett.*, **2002**, *2*, 903.

<sup>20</sup> R. Jin, Y. W. Cao, C.A. Mirkin, K. L. Kelly, G.C. Schatz, J. G. Zheng, *Science* **2001**, *294*, 1901.

<sup>21</sup> V. Bastys, I. Pastoriza-Santos, B. Rodríguez-González, R. Vaisnoras, L.M. Liz-Marzán, *Adv. Funct. Mater.* **2006**, *16*, 766.

<sup>22</sup> A. Sánchez-Iglesias, I. Pastoriza-Santos, J. Pérez-Juste, F.J. García de Abajo, L.M. Liz-Marzán, *Adv. Mater.* **2006**, *18*, 2529.

mencionar el grupo de S. Penadés (CIC biomaGUNE), muy activo en la síntesis de nano-oro recubierto de polisacáridos para aplicaciones médicas, el grupo de V. Puentes (Instituto Catalán de Nanotecnología), para aplicaciones médicas, o el grupo de J. Feliú (Universidad de Alicante), activo en la síntesis de nanopartículas de platino y estudios electroquímicos.

En el ámbito internacional, destacan los grupos de Y. Xia (University of Washington), C.J. Murphy (University of North Carolina), M.A. El-Sayed (Georgia Institute of Technology), M.P. Pileni (Université Paris VI), H. Weller (U. Hamburg), M. Brust (U. Liverpool), C.A. Mirkin (Northwestern University) o P. Guyot-Sionnest (University of Chicago).

### Biofuncionalización y Recubrimiento con SiO<sub>2</sub>

La utilización de nanopartículas metálicas como marcadores biológicos viene determinada por la posibilidad de funcionalización con diferentes clases de biomoléculas como por ejemplo, anticuerpos, proteínas, enzimas u oligonucleótidos.<sup>23,24,25,26</sup> La adhesión de receptores biológicos a las nanopartículas (biofuncionalización) suele realizarse a través de la unión de grupos tiol terminales con la superficie de las nanopartículas metálicas. A pesar de que ésta es una aproximación válida, en muchos casos este tipo de funcionalización superficial no es tan sencilla ya que puede estar condicionada por el diferente grado de afinidad por la superficie metálica del tiol y del agente estabilizante usado en la síntesis de las nanopartículas y en otros casos en los que la bioconjugación se realiza a través de una unión no covalente, ésta puede no ser lo suficientemente estable, lo cual provocaría la agregación/desestabilización de las partículas debido fundamentalmente a la desorción de ligandos o intercambios superficiales dinámicos. Otra alternativa es la deposición de capas delgadas de sílice sobre la nanopartículas, ya que aparte de conferir una mayor estabilidad, la química superficial de la sílice es muy versátil y permitiría reacciones covalentes de bioconjugación a través de grupos funcionales,<sup>27,28</sup> como por ejemplo los aldehidos o los ácidos carboxílicos.

<sup>23</sup> A. P. Alivisatos, K. P. Jonson, X. G. Peng, T. E. Wilson, C. J. Loweth, M. P. Bruchez, G. P. Schultz, *Nature* **1996**, 382, 609.

<sup>24</sup> R. Jin, G. Wu, Z. Li, C. A. Mirkin, G. C. Schatz, *J. Am. Chem. Soc.* **2003**, 125, 1643.

<sup>25</sup> L.A. Lyon, M.D. Musick, M.J. Natan, *Anal. Chem.* **1998**, 70, 5177.

<sup>26</sup> D. Brada, J. Roth, *Anal. Biochem.* **1984**, 142, 79.

<sup>27</sup> S. Liu, M. Han, *Adv. Funct. Mater.* **2005**, 15, 961.

<sup>28</sup> J. E. Smith, L. Wang, W. Tan, *Trends in Analytical Chemistry* **2006**, 25, 848.

Nuestro grupo ha desarrollado un método de recubrimiento de nanopartículas metálicas<sup>29,30</sup> basado en usar un aminosilano como agente de acoplamiento entre la superficie metálica y grupos silicato presentes en la disolución, pudiendo así depositar capas delgadas de sílice a partir de una disolución de silicato sódico. Dichas capas se pueden crecer en etanol añadiendo amoníaco y tetraetil ortosilicato, dando lugar a coloides concéntricos y monodispersos. Este método ha permitido realizar un estudio sistemático de las propiedades ópticas de estos sistemas.<sup>31</sup> Cuando la superficie de las partículas contiene el polímero poli(vinil pirrolidona) (PVP), se puede obviar la primera etapa, simplificando el proceso,<sup>32</sup> mientras que cuando se estabiliza con surfactantes (como CTAB) es necesario recurrir a tratamientos más laboriosos que se han optimizado recientemente.<sup>33</sup>

Otros grupos en el extranjero trabajan sobre este tema, como los de A. van Blaaderen y A.P. Philipse (U. Utrecht) o el de C.J. Murphy (U. North Carolina). En España, los grupos de R. Ibarra (U. Zaragoza e INA) y de C. Serna (ICMM, Madrid) también llevan a cabo recubrimientos con sílice, pero sobre nanopartículas magnéticas.

#### Deposición de nanopartículas sobre sustratos

La funcionalización de las nanopartículas puede realizarse en disolución, pero en general puede resultar más sencillo hacerlo una vez que se han depositado sobre sustratos adecuados. Esto requiere una unión relativamente fuerte entre partículas y sustrato, a fin de evitar su desprendimiento durante los procesos de bioconjugación. En el caso de nanopartículas de oro depositadas sobre sustratos de vidrio, puede resultar conveniente la modificación de los sustratos con agentes aminosilano o mercaptosilano, de forma que existan en la superficie grupos afines a la superficie de las nanopartículas. Esto se ha utilizado frecuentemente con buenos resultados.<sup>34</sup> Un procedimiento alternativo es el uso de polielectrolitos (layer by layer assembly, LBL)<sup>35</sup> para provocar una atracción electrostática entre nanopartículas y sustrato.<sup>36</sup> Esta es una técnica sencilla y de aplicación muy general, que consiste en la inmersión de un sustrato cargado en una disolución de un polielectrolito de carga opuesta, de forma que se deposita una monocapa y se invierte la carga superficial, seguida de la inmersión en una dispersión de nanopartículas cargadas, de forma que se deposita

<sup>29</sup> L. M. Liz-Marzán, M. Giersig, P. Mulvaney, *J. Chem. Soc., Chem. Commun.* **1996**, 731.

<sup>30</sup> L. M. Liz-Marzán, M. Giersig, P. Mulvaney, *Langmuir* **1996**, *12*, 4329.

<sup>31</sup> L. M. Liz-Marzán, P. Mulvaney, *J. Phys. Chem. B* **2003**, *107*, 7312.

<sup>32</sup> C. Graf, D.L. Vossen, A. Inhof, A. van Blaaderen, *Langmuir* **2003**, *19*, 6693.

<sup>33</sup> I. Pastoriza-Santos, J. Pérez-Juste, L.M. Liz-Marzán, *Chem. Mater.* **2006**, *18*, 2465.

<sup>34</sup> M.D. Musick, C.D. Keating, A.L. Lyon, S.L. Botsko, D.J. Pena, W.D. Holliday, T.M. McEvoy, J.N. Richardson, M.J. Natan, *Chem. Mater.* **2000**, *12*, 2869.

<sup>35</sup> N. A. Kotov, I. Dekány, J. H. Fendler, *J. Phys. Chem.* **1995**, *99*, 13065.

<sup>36</sup> G. Decher, *Science* **1997**, *277*, 1232.

una monocapa de nanopartículas sobre la superficie modificada del sustrato. La gran ventaja de este método es que se puede llevar a cabo a temperatura ambiente sobre gran variedad de sustratos y con nanopartículas que presentan superficies de diversa naturaleza. Por lo tanto, la técnica de LBL resulta ideal para la deposición de nanopartículas con estructuras complejas, como esferas concéntricas<sup>8</sup> o nanopartículas anisométricas.<sup>37</sup>

Entre los grupos más activos internacionalmente en este campo se encuentra el del Prof. Nicholas A. Kotov, en la Universidad de Michigan, con quien llevamos colaborando desde hace más de 10 años. En el plano nacional no se han identificado otros grupos que utilicen habitualmente esta técnica.

### Nanometales como (bio)sensores

La sensibilidad de la frecuencia de resonancia plasmónica de nanopartículas metálicas frente a las propiedades dieléctricas del medio que las rodea<sup>7</sup> constituye una herramienta muy útil para la detección selectiva de moléculas mediante la interacción de las mismas con sus receptores biológicos específicos, previamente inmovilizados sobre la superficie de las nanopartículas. Este proceso ha sido propuesto para la detección de biomoléculas utilizando nanoprismas triangulares de plata fabricados por el método de litografía de nanoesferas, consistente en evaporar un metal sobre una monocapa de esferas coloidales, las cuales se eliminan para dejar islas metálicas bien definidas.<sup>38</sup> En este proceso, la superficie metálica se funcionaliza con anticuerpos específicos para la adsorción a las biomoléculas que se intenta detectar, de forma que esta interacción hace variar el índice de refracción en torno a las partículas, afectando así a la frecuencia de resonancia del plasmón superficial. Aunque existen algunos otros estudios aislados relativos a la aplicación de nanopartículas sintetizadas por métodos coloidales para este tipo de aplicaciones,<sup>39,40,41</sup> no se ha llevado a cabo un estudio sistemático para determinar cuál es la geometría óptima que permita desarrollar sensores que puedan competir con otros actualmente existentes en el mercado.

Aparte de los grupos en EE.UU. (Nie en Indiana, El-Sayed en Georgia, Halas en Rice, o van Duyne en Northwestern) y en Munich (Feldmann), se puede mencionar el grupo de Laura Lechuga en el Centro de Investigación en Nanociencia y Nanotecnología

<sup>37</sup> A.A. Mamedov, N.A. Kotov, M. Prato, D.M. Galdi, J.P. Wicksted, A. Hirsch, *Nature Materials* **2002**, 1, 190.

<sup>38</sup> A. J. Haes, D. A. Stuart, S. Nie, R. P. Van Duyne, *J. Fluoresc.* **2004**, 14, 355.

<sup>39</sup> S.J. Chen, F.C. Chien, G.Y. Lin, K.C. Lee, *Optics Lett.* **2004**, 29, 1390.

<sup>40</sup> A. Haes, C. Stuart, S. Nie, R.P. Van Duyne, *J. Fluorescence* **2004**, 14, 355.

<sup>41</sup> G. Raschke, S. Kowarik, T. Franzl, C. Sonnichsen, T.A. Klar, J. Feldmann, *Nano Lett.* **2003**, 3, 935.

(CIN2, Barcelona), donde se desarrollan biosensores basados en resonancia de plasmón, entre otros. Hemos iniciado recientemente una colaboración con este grupo a través de una Acción Especial Internacional del Ministerio de Educación y Ciencia. En el marco de esta acción, se han realizado ensayos de viabilidad de nuevos biosensores basados en nanopartículas.

Por otra parte, nuestro grupo ha demostrado<sup>42</sup> que se puede producir la disolución de nanopartículas de oro con una importante selectividad hacia las zonas de mayor curvatura, provocando así importantes variaciones en la respuesta óptica del material, debido a variaciones geométricas. Esta característica hace prever que se puedan utilizar estos materiales como sensores de ciertas sustancias en disolución (o en fase gas), tales como cianuro o metales pesados como el mercurio.

Otro grupo que ha realizado estudios en este sentido es el de C. Murphy (U. North Carolina).

### Espectroscopía de nanopartículas individuales

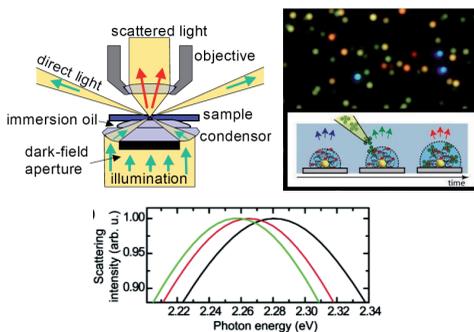
Dado que en los métodos de síntesis basados en la química coloidal, siempre existe una cierta dispersión de tamaños, las medidas ópticas (ya sea de extinción o de SERS) proporcionan un promedio de la respuesta de todas las nanopartículas presentes en el camino óptico de la radiación utilizada. Esto suele ser suficiente de cara a obtener una señal que permita su aplicación en sensores, pero de cara a realizar estudios básicos en los que se pretenda obtener información acerca de partículas con una geometría o un tamaño determinados, resulta muy ventajoso llevar a cabo estudios sobre una sola partícula. Para ello se puede utilizar microscopía de campo cercano,<sup>43</sup> aunque la configuración más ventajosa consiste en un microscopio óptico invertido trabajando en modo de campo oscuro y con un condensador que permita obtener señales en escalas de pocos cientos de nm. El esquema de este microscopio se muestra en la figura 2, junto con una imagen característica de dispersión de luz por un conjunto de nanopartículas (polidispersas), donde se puede ver que cada partícula da señal en una longitud de onda diferente (distinto color). Este microscopio se ha utilizado para estudios de propiedades ópticas de nanopartículas<sup>44</sup> y

<sup>42</sup> J. Rodríguez-Fernández, J. Pérez-Juste, P. Mulvaney, L.M. Liz-Marzán, *J. Phys. Chem. B* **2005**, *109*, 14257.

<sup>43</sup> H. Okamoto, K. Imura, *J. Mater. Chem.* **2006**, *16*, 3920.

<sup>44</sup> C. Sönnichsen, T. Franzl, T. Wilk, G. von Plessen, J. Feldmann, O. Wilson, P. Mulvaney, *Phys. Rev. Lett.* **2002**, *88*, 077402.

se han propuesto aplicaciones para biodetección.<sup>40,41</sup> Un dispositivo similar se puede aplicar para estudios de SERS sobre partículas individuales.<sup>11,45</sup>



**Figura 2.** Izquierda: Esquema de un microscopio óptico de campo oscuro. Centro : imagen de campo oscuro de un conjunto de nanopartículas polidispersas y esquema indicando los cambios de color observados por adsorción de (bio)moléculas. Derecha: Variaciones en el máximo de la banda plasmónica en función de los eventos de adsorción.<sup>41</sup>

En este campo se debe destacar en EE.UU. el grupo de Van Duyne (Northwestern) y el de Nie (Indiana). En Europa el de Feldmann (Munich) el de Krenn (Graz, Austria) y el de Felidj (París). En España se conoce cierta actividad en el Instituto de Ciencias Fotónicas, ICFO (Romain Quidant, Gonçal Badenes). Nosotros hemos colaborado activamente con el grupo del Prof. Paul Mulvaney (U. Melbourne) en este tema y disponemos actualmente de un equipo propio.

<sup>45</sup> G. Laurent, N. Féridj, S. Lau Truong, J. Aubard, G. Lévi, J. R. Krenn, A. Hohenau, A. Leitner, F. R. Aussenegg, *Nano Lett.* **2005**, 5, 253.



## 2.3 NANOBIO - NANOMED

Prof. Dolores Torres  
 Grupo NANOBIOFAR  
 Universidad de Santiago de Compostela

### Introducción

El término Nanomedicina - entendida como la Nanociencia y Nanotecnología aplicada a la Medicina - surge en el siglo XXI como consecuencia de su reconocido impacto en la salud y calidad de vida de las personas. Bajo este concepto se engloban diferentes ámbitos de conocimiento que abarcan desde el nanodiagnóstico hasta la ingeniería de tejidos y la nanotecnología farmacéutica. Sin embargo, tanto el nanodiagnóstico y la nanotecnología farmacéutica tienen sus orígenes en las décadas de los 60-70, mientras que la ingeniería de tejidos se revela como estrategia terapéutica en la década de los 80.

El carácter emergente e innovador de la Nanomedicina ha sido ampliamente discutido en foros organizados a iniciativa de instituciones como el "National Institute of Health" (NIH), La Comisión Europea y la "European Science Foundation" (ESF). Según el informe de una comisión de expertos reunidos a petición de la "European Science Foundation (ESC)" en Noviembre del 2004 en Estrasburgo, la **Nanomedicina** podría definirse como *la ciencia y la tecnología de nanosistemas empleados en el diagnóstico, tratamiento y prevención de enfermedades*. Dentro de esta definición entran, por tanto, los nanosistemas diseñados como instrumentos analíticos (nanosensores, microchips...), los nanosistemas de interés en diagnóstico por imagen (SPECT, Ultrasonidos, MRI...), los nanosistemas diseñados para transportar fármacos en el organismo y liberarlos en el lugar de acción, así como los diseñados para ingeniería tisular y medicina regenerativa.

El diseño de estos nanosistemas está intrínsecamente relacionado con el área de materiales capaz de crear y caracterizar nuevos materiales de interés en Nanomedicina y, lógicamente, con el área de Biomedicina en general, dado que se trata de generar nuevos medicamentos y elementos de diagnóstico.

En definitiva, la Nanomedicina es un área emergente y pluridisciplinar cuyo progreso depende de la capacidad de aunar esfuerzos procedentes de expertos en diferentes áreas temáticas, como pueden ser:

- La **Química** orientada a la síntesis y caracterización de fármacos y de nuevos materiales supramoleculares y/o nanoestructurados
- La **Física** orientada al estudio de nanosistemas y materiales nanoestructurados
- La **Biología** orientada al estudio del comportamiento de nanosistemas en entornos biológicos.
- La **Farmacología** orientada al estudio de la eficacia terapéutica de las nanomedicinas
- La **Tecnología Farmacéutica** orientada a la incorporación de fármacos en sistemas nanométricos.
- La **Medicina**, en general, dado el interés de las Nanomedicinas en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades.

Además de ésta relación con áreas de conocimiento clásicas, no cabe duda de la relación de la Nanomedicina con otras áreas de notable desarrollo en la actualidad como son las de **Genómica** y la **Proteómica**. En efecto, el diseño de Nanomedicinas se encuentra altamente promovido por la evolución de la proteómica. De hecho, en la medida en que los avances en proteómica permitan la identificación de nuevas dianas a las que dirigir los fármacos así como nuevas proteínas transportadoras y determinantes del tránsito de los fármacos en el organismo se podrá progresar extraordinariamente en el diseño de Nanomedicinas. Por otro lado, en su relación con la genómica, existen dos vertientes diferenciadas: la utilización de Nanomedicinas como elementos de diagnóstico en genómica (nanochips, microarrays) y el estudio de las Nanomedicinas en el contexto de la farmacogenómica.

### Estado del arte

La trayectoria de varias décadas de los diferentes ámbitos que abarca la Nanomedicina ha experimentado importantes transformaciones a lo largo de los últimos años gracias al abordaje transdisciplinar de que han sido objeto. Así, trabajan al día de hoy en Nanomedicina expertos en Biomedicina, en Química biológica y Química de materiales, en Física, en Ingeniería y Tecnología farmacéutica.

En el ámbito del **Nanodiagnóstico** se consideran dos grandes ámbitos de aplicación, el diagnóstico *in vitro* y el diagnóstico *in vivo*.

Los diagnósticos *in vitro* pueden ser llevados a cabo mediante biosensores, entre los que pueden citarse nanoestructuras fabricadas mediante técnicas litográficas, que pueden ser revestidas con biomoléculas capaces de unirse a sustratos específicos (proteínas, ADN...), dispositivos nanométricos capaces de servir como plataforma de diagnóstico para poder detectar biomarcadores, o nanocristales de material semiconductor (llamados quantum dots), que unidos a un anticuerpo u otro ligando, actúan como fuente de luz indicadora de la presencia de la molécula de interés.

En el ámbito del nanodiagnóstico *in vivo*, la aplicación con más proyección es la mejora del diagnóstico por imagen que permita alcanzar el nivel molecular.

En el campo de la **Nanotecnología Farmacéutica** y los sistemas de liberación de fármacos, se han logrado importantes avances en el desarrollo de terapias destinadas al tratamiento del cáncer. Estos avances se centran no únicamente en el descubrimiento de nuevos materiales y nanoestructuras sino también en su aplicación a moléculas tan complejas como son las derivadas de ácidos nucleicos (DNA, si RNA). Asimismo, se ha desarrollado una importante actividad en torno a las nanoestructuras capaces de superar barreras biológicas y de actuar como transportadores de fármacos y vacunas. En esta línea cabe destacar los esfuerzos dirigidos a facilitar el transporte de biomoléculas a través de mucosas (nasal, ocular, intestinal, pulmonar), piel y barrera sangre-cerebro.

En el ámbito concreto de la **Ingeniería de tejidos**, los avances más notables han sido: la evolución en el diseño de andamiajes de tejidos, desde estructuras biocompatibles ("biopasivas") a sistemas que combinan esta característica con la capacidad de dirigir el proceso de regeneración ("bioactivos"); el desarrollo de andamiajes poliméricos inyectables que se autoensamblan como matrices 3D en el organismo; los sistemas capaces de enviar señales reguladoras del proceso regenerativo (ej. factores de crecimiento, DNA) y controlar dicha señalización a lo largo del tiempo; la identificación de poblaciones de células troncales adultas con elevado potencial de regeneración y las terapias basadas en células pluripotentes inducidas.

La actividad que en estos ámbitos se ha desarrollado recientemente en España se recoge en las iniciativas promovidas a nivel nacional desde el Ministerio de Ciencia e Innovación tales como el CONSOLIDER NANOBIOMED, el CIBER de NANOMEDICINA y el consorcio CENIT NANOFARMA.

A nivel de Galicia, la actividad en el ámbito de la Nanomedicina se refleja igualmente en la RED GALEGA DE NANOMEDICINA, si bien el número de grupos de investigación ha ido creciendo en los últimos años aún no están todos ellos representados en la citada red. Dichos grupos realizan actividad en el diseño y desarrollo de nanoestructuras orientadas al diagnóstico, liberación de fármacos en ingeniería de tejidos, así como en su evaluación toxicológica y terapéutica. Además de la presencia de estos grupos gallegos en las citadas iniciativas nacionales, cabe destacar su involucración en la PLATAFORMA ESPAÑOLA Y EUROPEA DE NANOMEDICINA. Asimismo, cabe citar la participación en varios proyectos europeos tales como Nanobiosaccharides, Vascuplug, Euronanomed y Marie Curie-Galenos.

La experiencia de Galicia en el ámbito concreto de la Nanotecnología Farmacéutica data de finales de los 80, momento en que inició su actividad el grupo NANOBIOFAR (1987).

#### Publicaciones más relevantes en el área (2007-2008-2009)

- Peer D., Karp J.M., Hong S., Farokhzad O.C., Margalit R., Langer R. Nanocarriers as an emerging platform for cancer therapy. Nature Nanotech. 2, 751-760 (2007).
- Kretlow JD, Klouda L, Mikos AG. Injectable matrices and scaffolds for drug delivery in tissue engineering. Adv Drug Deliv Rev. 59, 263-73 (2007).
- Alexis F., Pridgen E., Molnar L.K., Farokhzad O.C. Factors affecting the clearance and biodistribution of polymeric nanoparticles. Molecular pharmaceutics 5, 505-515 (2008).
- Park J.H., Lee S., Kim J.H., Park K., Kim K., Kwon I.C. Polymeric nanomedicine for cancer therapy. Prog. Polym. Sci. 33, 113-137 (2008).
- Csaba N, García Fuentes M., Alonso M.J. Nanoparticles for nasal vaccination. Adv Drug Deliv. Rev. 61, 140-157, (2009).
- Gaspar R., Duncan R. Polymeric carriers: Preclinical safety and the regulatory implications for design and development of polymer therapeutics. Adv Drug Deliv. Rev. 61, 1220-1231(2009).

#### Infraestructura necesaria para cumplir objetivos (2010-2014)

- Centro de experimentación animal que permita cumplir los requisitos establecidos en la normativa Europea.
- Infraestructuras de análisis de imagen (Fluorescencia, RMN, SPECT, PET) que permitan la realización de estudios farmacocinéticos y de respuesta terapéutica.

- Infraestructura para la implementación clínica de terapias con células troncales (ej. salas limpias).

#### Iniciativas relevantes

- Galicia: Plataforma tecnológica y Red Galega de Nanomedicina
- España: Plataforma tecnológica de Nanomedicina, NanoSpain, Consolider, Ciber Cenit
- Europa: Plataforma Europea de Nanomedicina.

#### Actuaciones a desarrollar en Galicia (y en España) en el plazo 2010-2014

1. Promover el desarrollo de estructuras organizativas (centros de investigación) que aglutinen la investigación cooperativa en Galicia en el ámbito de la nanomedicina y con una orientación claramente dirigida a la innovación.
2. Promover la adquisición y uso compartido por la comunidad científica gallega de grandes infraestructuras (ej. Centro de experimentación animal y equipamiento de imagen) de interés para el entorno académico, hospitalario y sector privado.
3. Facilitar e incentivar el desarrollo de empresas de base tecnológica y proyectos de valorización de los resultados generados en el entorno académico-clínico-empresarial.
4. Diseñar estrategias dirigidas al establecimiento de alianzas público-privadas.
5. Elaborar un plan de comunicación y visibilidad de la actividad en Nanomedicina en Galicia desde la perspectiva académica, clínica e industrial

#### Conclusiones

- En la actualidad existe en la comunidad gallega una masa crítica de investigadores con una importante proyección internacional en el ámbito de la Nanomedicina. Estos investigadores proceden de los ámbitos de la Química, la Física, la Farmacia y la Medicina, y han demostrado capacidad para el desarrollo de proyectos de investigación multidisciplinares en el marco de la medicina y de las nanotecnologías.
- Además de las empresas de base tecnológica, que en estos ámbitos han surgido del conocimiento generado en las universidades y hospitales gallegos, existe un interés creciente de establecimiento de iniciativas provenientes empresas de fuera de Galicia. El atractivo reside en el entorno científico generado y en la calidad de vida de la comunidad gallega.

- Es necesario aglutinar y coordinar la investigación en el ámbito de la Nanomedicina desde la perspectiva pública y privada, en el contexto Gallego.

### Referencias

- Diebold Y., Jarrín M., Sáez V., Carvalho E.L.S., Calonge M., Seijo B. , Alonso M.J. Liposome-chitosan nanoparticle complexes (LCS-NP): a potential drug delivery system for the ocular surface. *Biomaterials* 28, 1553-1564 (2007) .
- Grenha A., Seijo B., Serra C., Remuñán-López C. Chitosan nanoparticle-loaded mannitol microspheres: structure and surface characterization, *Biomacromolecules* 8, 2072-2079 (2007).
- De la Fuente M, Seijo B, Alonso M.J. Bioadhesive hyaluronan-chitosan nanoparticles can transport genes across the ocular mucosa and transfect ocular tissue. *Gene Ther.* 15: 668-676 (2008).
- Lozano M.V., Torrecilla D., Torres D., Vidal A., Domínguez F. , Alonso M.J. Highly Efficient System To Deliver Taxanes into Tumor Cells: Docetaxel-Loaded Chitosan Oligomer Colloidal Carriers. *Biomacromolecules* 9, 2186-2193 (2008).
- Hervella P., Lozano V., Garcia-Fuentes M., Alonso M.J. Nanomedicine: New challenges and opportunities in cancer therapy. *J. Biomed. Nanotechnol.* 4, 276-292 (2008).
- Garcia-Fuentes M, Giger E, Meinel L, Merkle HP. The effect of hyaluronic acid on silk fibroin conformation. *Biomaterials.* 29, 633-642 (2008).
- Teijeiro-Osorio D., Remuñán-López C., Alonso M.J. New generation of hybrid Poly/Oligosaccharide nanoparticles as carriers for the nasal delivery of macromolecules. *Biomacromolecules*, 10, 243-249 (2009).
- Alonso-Sande M., Teijeiro-Osorio D., Remuñán-López C, Alonso M.J. Glucomannan, a promising polysaccharide for biopharmaceutical purposes, *Eur. J. Pharm. Biopharm.* 72, 453–462 (2009).
- Garcia-Fuentes M, Meinel AJ, Hilbe M, Meinel L, Merkle HP. Silk fibroin/hyaluronan scaffolds for human mesenchymal stem cell culture in tissue engineering. *Biomaterials.* 30, 5068-5076.

## 2.4 NANOQUÍMICA

Prof. Arturo López Quintela

Universidad de Santiago de Compostela

Grupo de Nanotecnología y Magnetismo - NANOMAG

### Introducción

La síntesis y funcionalización de nanopartículas por métodos químicos es hoy en día uno de los pilares claves en la aplicación de nanomateriales en áreas tan diversas como la medicina, automoción, construcción, electrónica, etc. La razón de esta importancia reside en las extraordinarias propiedades que poseen las nanopartículas. La principal (y muy obvia) diferencia de las nanopartículas respecto de los materiales micro o macroscópicos se encuentra en su gran relación S/V (superficie/volumen) que, para el caso concreto de partículas esféricas, aumenta de forma inversamente proporcional a su tamaño. Este hecho hace que, en todas aquellas aplicaciones en las que la superficie sea de gran relevancia (como por ejemplo, en catálisis (entendiéndose aquí tanto la catálisis química, como la electro- o la foto-catálisis), la disminución del tamaño adquiera una relevancia excepcional.

Por otra parte, la disminución de tamaño lleva consigo, en muchos casos, la aparición de nuevas propiedades (confinamiento cuántico, bloqueo coulombico,...) inexistentes en el mismo material micro o macroscópico. La aparición de estas nuevas y, en muchos casos, inesperadas propiedades es especialmente importante para tamaños de nanopartículas inferiores a unos pocos nanómetros, que se corresponde a partículas con un número de átomos inferiores a unos pocos cientos de átomos. Estas partículas nano-subnanométricas, denominadas clústeres, representan un verdadero reto para los métodos químicos de síntesis, pues se hace necesario un control del crecimiento de estas entidades a nivel de unos pocos átomos, llevando así estas técnicas hasta sus verdaderos límites. Conviene señalar que, gracias al notable avance de las técnicas de síntesis químicas en estos últimos años, hoy en día es ya posible este control a nivel "atómico"; control que se puede llevar incluso a los recubrimientos de las partículas del tipo cor-corona, de forma que es posible también controlar dichos recubrimientos a nivel monoatómico.

La funcionalización de las nanopartículas para su estabilización, conjugación con otras moléculas o entidades y dispersión en matrices (fundamentalmente inorgánicas o

poliméricas) es otro de los campos de gran actividad y que resulta imprescindible para la introducción de las nanopartículas en el entorno micro-macroscópico que se precisa para su aplicación. Así, la funcionalización y dispersión homogénea de las nanopartículas en polímeros (nanocompuestos) es el paso más relevante a la hora de transferir las interesantes propiedades de las nanopartículas a dichos polímeros, permitiendo ampliar enormemente su espectro de aplicación, tanto en forma de materiales compuestos mono- como multi-funcionales (magnéticos, fluorescentes, catalíticos, conductores, antimicrobianos...).

### Estado del arte

Sería muy prolijo definir el estado del arte en cada uno de los campos de aplicación de las nanopartículas, por lo que - sin ánimo de ser exhaustivos - en este apartado se resumirán algunos de los avances más significativos en varias áreas elegidas por su importancia tecnológica y relevancia socio-económica:

### Energía

La búsqueda de nuevos catalizadores es hoy en día de extraordinaria importancia para lograr aumentar la efectividad de los procesos (químicos, electroquímicos, fotoquímicos...) con el consiguiente ahorro energético. Dentro de este campo, tanto la síntesis controlada de nanocatalizadores a nivel nano-subnanométrico, como la búsqueda de matrices soporte (inorgánicas, poliméricas...) adecuadas para dichos catalizadores es un área que tiene una gran importancia socio-económica y su desarrollo en los próximos años dará lugar, sin lugar a dudas, a un cambio drástico en nuestro entorno por el aumento del rendimiento en los diferentes sistemas de generación de energía.

### Materiales/Electrónica

La incorporación de nanopartículas en oligómeros polimerizables, polímeros y cerámicas es otro capítulo de gran relevancia industrial y tecnológica y que incluye aspectos tales como el desarrollo de tintas conductoras de bajo coste y fusión a temperaturas bajas (<100°C-200°C) para electrónica impresa de la nueva generación que tiende a sustituir a la actual litografía; el desarrollo de la nueva generación de plásticos multifuncionales incorporando nanopartículas para la fabricación de plásticos conductores, antimicrobianos, magnéticos, etc.; el desarrollo de nuevas formulaciones de recubrimientos, sellantes...conteniendo nanopartículas para la preparación de pinturas autolimpiantes, superhidrofóbicas, antimicrobianas, absorbentes de la radiación electromagnética, etc.

### Medioambiente

Destacamos en este capítulo la introducción de nanopartículas en filtros y matrices para la remediación de aguas; el desarrollo de sensores específicos basados en las propiedades de las nanopartículas (fluorescentes, plasmones localizados, etc.).

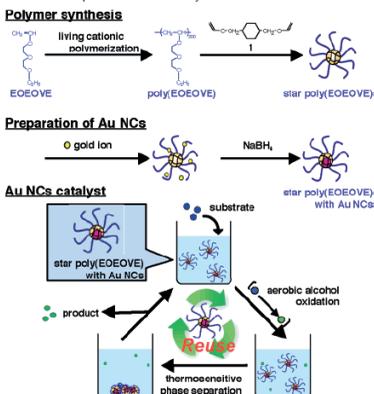
### Medicina

Es este un campo de gran actividad en el que podemos destacar la presencia de nanopartículas para hipertermia, contraste de imagen, propiedades antibacterianas, liberación de fármacos, etc.

### Publicaciones más relevantes en el área (2007-2008-2009)

- Ana Ledo-Suárez, José Rivas, Carlos F. Rodríguez-Abreu, María J. Rodríguez, Elena Pastor, Alberto Hernández-Creus, Saul B. Oseroff, and M. Arturo López-Quintela. *Angew.Chem.Int.Ed.* 2007, 46, 8823–8827.
- Guda Ramakrishna, Oleg Varnavski, Junhyung Kim, Dongil Lee, and Theodore Goodson, *J.Am.Chem.Soc.* 2008, 130, 5032–5033.
- Hongwei Duan and Shuming Nie *J.Am.Chem.Soc.* 2007, 129, 2412-2413.
- Jie Zheng, Yong Ding, Bozhi Tian, Zhong Lin Wang, and Xiaowei Zhuang, *J. Am.Chem.Soc.* 2008, 130, 10472–10473.
- Merce Boronat, Patricia Concepcion, Avelino Corma, Silvia González, Francesc Illas, and Pedro Serna, *J.Am.Chem.Soc.* 2007, 129, 16230-16237.
- Jin Luo, Lingyan Wang, Derrick Mott, Peter N. Njoki, Yan Lin, Ting He, Zhichuan Xu, Bridgid N. Wanjana, I.-Im S. Lim, and Chuan-Jian Zhong, *Adv.Mater.* 2008, 9999, 1–6.
- J. Zhang, K. Sasaki, E. Sutter, R. R. Adzic, *Science*, 2007, 315, 220-222.
- Andrew A. Herzing, Christopher J. Kiely, Albert F. Carley, Philip Landon, and Graham J. Hutchings, *Science*, 2008, 321,1331-1335.
- Ronald J. T. Houk, Benjamin W. Jacobs, Farid El Gabaly, Noel N. Chang, A. Alec Talin, Dennis D. Graham, Stephen D. House, Ian M. Robertson, and Mark D. Allendorf, *Nano Letters* 2009,9, 3413-3418.
- Shokyoku Kanaoka, Naoto Yagi, Yukiko Fukuyama, Sadahito Aoshima, Hironori Tsunoyama, Tatsuya Tsukuda, and Hidehiro Sakurai. *J.Am.Chem.Soc.* 2007, 129, 12060-12061.

Scheme 1. Preparation and Catalytic Use of Au NCs



*Thermosensitive Gold Nanoclusters Stabilized by Well-Defined Vinyl Ether Star Polymers:  
Reusable and Durable Catalysts for Aerobic Alcohol Oxidation*

### Infraestructura necesaria para cumplir objetivos (2010-2014)

- “Scanning transmission electron microscopy (STEM)” con posibilidades de “Energy dispersive X-ray spectroscopy (EDS)”, “Electron Energy Loss Spectroscopy (EELS)”, “Annular Dark-Field imaging (ADF)”, “Convergent Beam Electron Diffraction (CBED)”.
- Microscopio de ultra alta-resolución, tipo TITAN
- Nano-espectroscopía Raman
- Difracción de rayos X de ángulo pequeño (SAXS) con detección bidimensional
- Nanocalorimetría de barrido diferencial
- Espectrómetro de masas cuadrupolar y de trampa iónica
- Espectroscopía fotoelectrónica de Rayos X y UV (XPS y UPS)
- Espectroscopía electrónica Auger

### Iniciativas relevantes

- Galicia: creación de un Instituto de Nanotecnología con orientación química
- España: creación de una red de infraestructuras básicas en Nanotecnología
- Europa: creación de un centro con infraestructuras similares al CNM (Center for Nanoscale Materials) - <http://nano.anl.gov/> - con un sistema de petición de uso similar a los ya existentes de sincrotrón, neutrones...

### Actuaciones a desarrollar en Galicia (y en España) en el plazo 2010-2014

(Ya mencionado en el apartado anterior)

### Conclusiones

El desarrollo de métodos de síntesis efectivos y fácilmente escalables de partículas nano/subnanométricas, tanto simples como compuestas (tipo cor-corona, bimetálicas, etc), así como su funcionalización para la incorporación en otros materiales de forma homogénea (nanocompuestos) constituye un área de extraordinaria importancia con aplicaciones tecnológicas de gran relevancia: catálisis, medicina, medio ambiente...

### Referencias

A parte de las ya mencionadas en la página 49, podemos citar:

- Pablo D. Jadzinsky, Guillermo Calero, Christopher J. Ackerson, David A. Bushnell, Roger D. Kornberg. *Science*, 2007, 318, 430-433.
- Cheng-An J. Lin, Ting-Ya Yang, Chih-Hsien Lee, Sherry H. Huang, Ralph A. Sperling, Marco Zanella, Jimmy K. Li, Ji-Lin Shen, Hsueh-Hsiao Wang, Hung-I Yeh, Wolfgang J. Parak, and Walter H. Chang. *ACS Nano*, 2009, 3, 395-401.
- Jianping Xie, Yuangang Zheng, and Jackie Y. Ying. *J. Am.Chem.Soc.* 2008, 131, 888-889.
- Shanmugasundaram Sakthivel and Horst Kisch. *Angew. Chem. Int. Ed.* 2003, 42, 4908 –4911.
- Bokwon Yoon, Hannu Häkkinen, Uzi Landman, Anke S. Wörz, Jean-Marie Antonietti, Stéphane Abbet, Ken Judai, Ueli Heiz. *Science*, 2005, 307, 403-407.

# 3 METODOLOGÍA

### Metodología

Dado el fuerte impacto de las diferentes ramas de la Nanociencia y Nanotecnología en el tejido industrial, la Plataforma Gallega de Nanotecnología (nanogal) también debe servir de punto de encuentro entre la industria y los investigadores gallegos donde se puedan presentar respectivamente las necesidades y las líneas de investigación actuales. Esta tarea es crucial para identificar empresas del tejido industrial gallego que sean potenciales usuarias (o usuarias de hecho) de los desarrollos tecnológicos. En los últimos años han proliferado numerosas pequeñas empresas dedicadas al desarrollo de procesos y a la fabricación de nanopartículas y materiales nanoestructurados.

Para conocer el estado de la Nanociencia y la Nanotecnología en Galicia se han identificado los diversos actores del sistema gallego de investigación e innovación (empresas y grupos de investigación de universidades, centros tecnológicos u organismos públicos o privados de investigación).

Paralelamente, en estrecha colaboración con la Plataforma Gallega de Nanotecnología (nanogal), se ha definido la encuesta, que a continuación se presenta, para obtener información de dichos agentes sobre el panorama gallego en Nanociencia y Nanotecnología. Se han establecido dos modalidades de cuestionario: la general para Universidades, Centros Tecnológicos y Empresas con actividad de investigación en Nanociencia y Nanotecnología, que incluye la encuesta completa, y otra simplificada, para entidades que, sin realizar I+D en Nanociencia y Nanotecnología, muestran

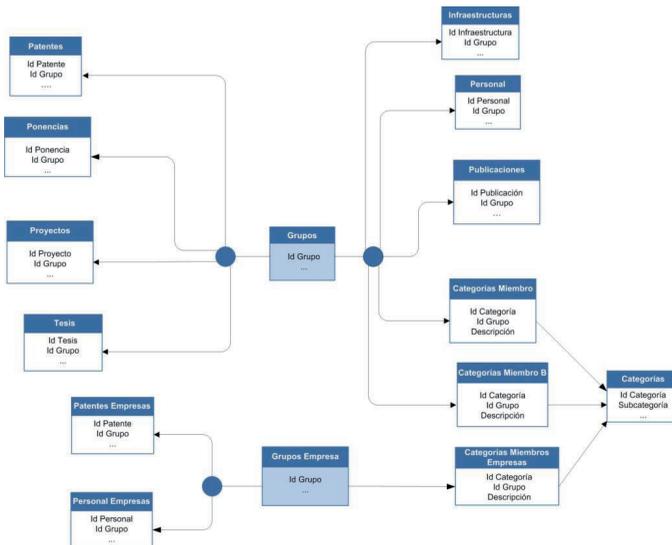
interés en estos temas. Esta encuesta simplificada no incluye proyectos, infraestructuras o actividad científica (publicaciones, ponencias invitadas, etc.).

Posteriormente se ha contactado con todos los grupos gallegos identificados relacionados con la Nanociencia y la Nanotecnología para obtener de ellos el cuestionario cumplimentado. En la siguiente tabla se desglosa la participación de los grupos contactados:

	Contactados	Registrados	%	Actividad en N&N	Interés en N&N
<b>Universidades</b>	<b>38</b>	<b>16</b>	<b>42</b>	<b>14</b>	<b>2</b>
USC	21	11	52,4	9	2
Universidad de Vigo	14	3	21,4	3	-
Universidad de A Coruña	3	2	66,7	2	-
<b>Centros tecnológicos</b>	<b>9</b>	<b>4</b>	<b>44,4</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
<b>Empresas</b>	<b>28</b>	<b>9</b>	<b>32</b>	<b>3</b>	<b>6</b>

Tras la recepción del cuestionario, la base de datos asociada y su tratamiento estadístico ha permitido obtener las conclusiones que se presentan en este documento y definir los grupos temáticos de trabajo dependiendo de los resultados de la encuesta y las fortalezas del panorama gallego en Nanociencia y Nanotecnología.

**Estructura de la base de datos – cuestionario:**



## Cuestionario

### ■ Grupo

### ■ Persona de contacto

### ■ Personal

- 1) Permanentes
  - 2) Estudiantes de doctorado (tesis)
  - 3) PhD: Ramón y Cajal / Juan de la Cierva / Torres Quevedo / financiación Consolidar / financiación Galicia / financiación UE / Otros
  - 4) Técnicos
  - 5) Contratados
- Indicando el porcentaje de dedicación a Nanociencia y Nanotecnología.

### ■ Infraestructura

- 1) Equipos: Año de compra / Marca / Modelo / funcionalidad
- 2) Instalaciones especiales (salas blancas, salas de caracterización, etc.): m2 disponibles / año de puesta en funcionamiento / equipos principales

### ■ Proyectos (I+D, redes, movilidad, etc.)

- 1) Público (3 más relevantes)
- 2) Privado (3 más relevantes)

### ■ Patrocinios

- 1) Financiación total recibida por programas de patrocinio (finalizados) desde 2003
- 2) Financiación total en marcha por programas de patrocinio

### ■ Publicaciones

- 1) ISI (últimos 3 años: 2006-2008): nº por año / los 3 factores H más destacados del grupo (anónimo)
- 2) Otras (últimos 3 años: 2006-2008): nº por año
- 3) 5 publicaciones más relevantes del grupo en los últimos 3 años

### ■ Ponencias invitadas del grupo (últimos 3 años): nº por año

### ■ Patentes registradas (últimos 5 años)

- 1) Nacionales: nº por año
- 2) Internacionales: nº por año

### ■ Patentes publicadas (últimos 5 años)

- 1) Nacionales: nº por año
- 2) Internacionales: nº por año

### ■ Patentes en explotación (últimos 5 años)

- 1) Nacionales: nº por año
- 2) Internacionales: nº por año

### ■ Otras formas de transferencia de tecnología o de soporte a la explotación de conocimiento no ligadas a patentes

### ■ Actividades que favorecen la cooperación-conectividad-presencia-visibilidad internacional (sin percepción directa de emolumento para el grupo)

### ■ Tesis doctorales (últimos 5 años)

- 1) Leídas: nº por año
- 2) En curso (nº total)

### ■ Líneas de investigación

### ■ Necesidades (2010-2012)

- 1) Personal
- 2) Instalaciones
- 3) Equipos
- 4) Otros

### ■ Necesidades (2013-2017)

- 5) Personal
- 6) Instalaciones
- 7) Equipos
- 8) Otros

Grupos por afiliación / tipo de cuestionario cumplimentado

	Persona de contacto	Institución	Grupo
<b>Entidades con actividad I+D en Nanociencia y/o Nanotecnología</b>			
<b>Universidades</b>			
<b>A Coruña</b>	Carmen Álvarez Lorenzo	USC Facultad de Farmacia	GI-1645 (I+D Farma)
	Luis Javier Gallego del Hoyo	USC Facultad de Física	Grupo de Nanomateriales y Materia Blanda
	Juan Granja	USC Facultad de Química	Química Biológica y Supramolecular
	Paula López Martínez	USC Facultad de Física	Grupo de Visión Artificial
	Arturo López Quintela	USC Facultad de Química	Magnetism and Nanotechnology (NANOMAG)
	Víctor Mosquera	USC Facultad de Física	Grupo de Física de Coloides y Polímeros
	Ricardo Riguera Vega	USC Facultad de Química	Nanomateriales y Moléculas Bioactivas (NANOBIOMOL)
	Dolores Torres López	USC Facultad de Farmacia	Nanotecnologías aplicadas al diseño de sistemas de liberación de fármacos (NANOBIOFAR)
	José Vázquez Tato	USC Facultad de Física / Facultad de Química	Química Supramolecular e Físicoquímica de Coloides (GI-1589)
	Ramón Artiaga	Universidad de la Coruña Escuela politécnica Superior	Ciencias e Ingeniería de Materiales
	María Antonia Señaris Rodríguez	Universidad de la Coruña Facultad de Ciencias	Grupo de Química del Estado Sólido
<b>Pontevedra</b>			
	África González Fernández	Universidad de Vigo Facultad de Biología	Grupo de Inmunología
	Elisa González Romero	Universidad de Vigo Facultad de Ciencias	Electroanalysis and Biosensors
	Luis Manuel Liz-Marzán	Universidad de Vigo Facultad de Ciencias	Colloidal Chemistry Group
<b>Empresas</b>			
<b>A Coruña</b>			
	Carmen Cerecedo	Neoker S.L.	
	Tatiana López	NANOGAP SUB-NM-POWDER S.A.	
<b>Lugo</b>			
	Manuel Lolo	Applied Mass Spectrometry Lab. S.L.	
<b>Centros tecnológicos</b>			
<b>Coruña</b>			
	Santiago García Pardo	Centro Galego do Plástico (CGAP)	
<b>Pontevedra</b>			
	Alberto Tielas Macía	Centro Tecnológico de Automoción de Galicia (CTAG)	
<b>Ourense</b>			
	Higinio González Jorge	Laboratorio Oficial de Metrología de Galicia (LOMG)	

**AGENDA ESTRATEGICA DE NANOCIENCIA Y NANOTECNOLOGIA**

	<b>Persona de contacto</b>	<b>Institución</b>	<b>Grupo</b>
<b>Entidades con Interés en Nanociencia y/o Nanotecnología</b>			
<b>Universidades</b>			
<b>A Coruña</b>	Eva Acosta	USC E.U. Óptica e Optometría	Optosensing
	Jesús Liñares-Beiras	USC E.U. Óptica e Optometría	Grupo de Óptica Integrada, Fibras Ópticas y Metrología Óptica
<b>Empresas</b>			
<b>A Coruña</b>			
	Francisco Espinosa Muñoz	Santa Barbara Sistemas	
	Raúl Pérez Martínez	Sistemas Audiovisuales ITELISIS	
	Rubén Seara	Cienytech	
<b>Pontevedra</b>			
		Grupo Copo	
<b>Ourense</b>			
	José R. Caeiro	Trabeculae, S.L.	
	Jacinto Pérez-Borrajo	T-Solar	
<b>Centros tecnológicos</b>			
<b>Pontevedra</b>			
	Pablo Romero	Asociación de Investigación Metalúrgica del Noroeste (AIMEN)	

# 4 CONCLUSIONES

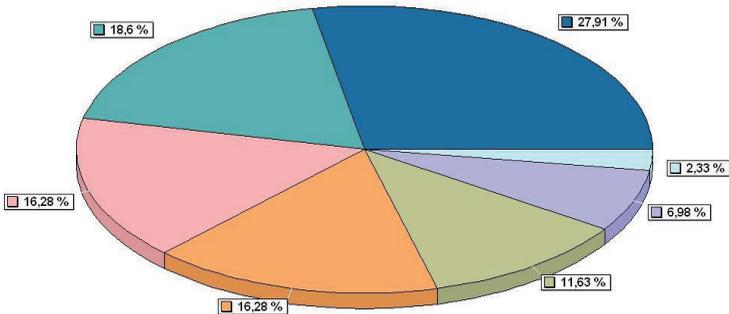
## Conclusiones

Las conclusiones más relevantes que se obtienen del estudio de los datos aportados por el cuestionario sobre el estado de la Nanociencia y Nanotecnología en Galicia se destacan a continuación. Es importante resaltar, que las estadísticas se han realizado con los datos aportados por los grupos contactados, que forman un espacio muestral representativo pero limitado.

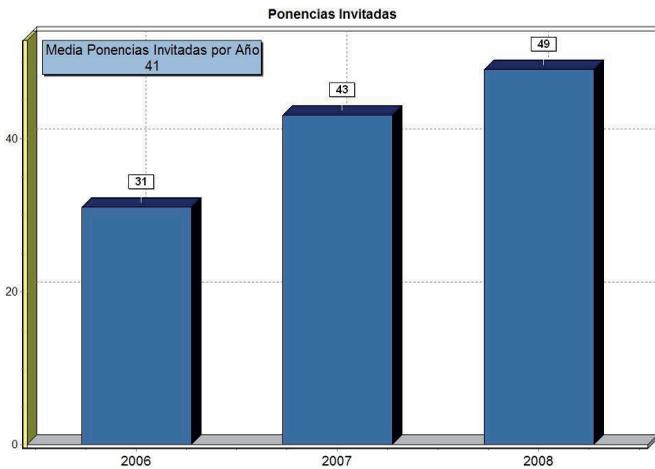
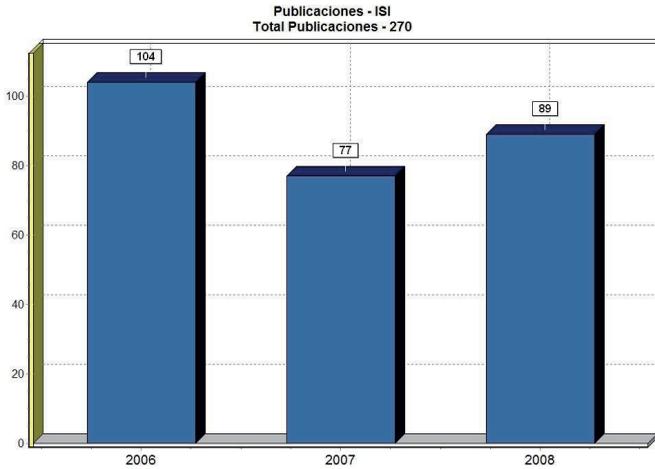
- **Tópicos de investigación en N&N:** la actividad de las entidades gallegas se desarrolla fundamentalmente en las siguientes áreas: nanotecnología para aplicaciones estructurales seguida de investigación en nanobiotecnología y nanomedicina (ver clasificación de tópicos y subtópicos en página 132). Dichos porcentajes se asemejan a aquellos que presenta la totalidad del territorio nacional [1].

Tópicos de Investigación en Universidades, Centros Tecnológicos y Empresas con actividad en N&N

Nanotecnología para aplicaciones estructurales	12
Investigación en aplicaciones genéricas a largo plazo	8
Nanotecnología para sensores	7
Nanoelectrónica	7
Nano(bio)tecnología para aplicaciones médicas	5
Nanotecnología para procesos (electro)químicos	3
Instrumentación y equipo de apoyo científico-tecnológico	1



- **Impacto científico en N&N:** la calidad científica de las entidades gallegas se puede clasificar como media-alta, según refleja el valor medio del índice de impacto de las publicaciones científicas de los grupos de investigación gallegos (4,66 – ver ANEXO II, apartado estadísticas), el número de ponencias invitadas y de publicaciones anuales.

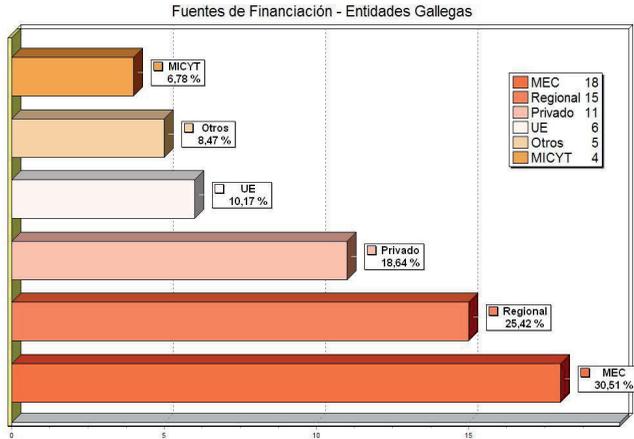


Especial mención merecen los grupos

- Luis Manuel Liz-Marzan - Universidad de Vigo
- Ricardo Riguera Vega - Universidad de Santiago de Compostela

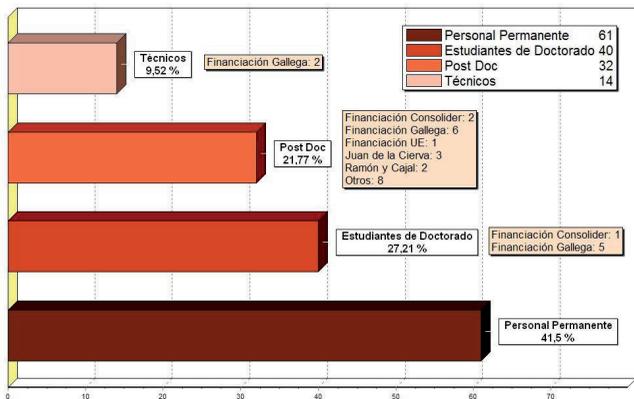
por la calidad de su investigación, reflejada en el nivel de sus publicaciones científicas (ver fichas correspondientes en el ANEXO I).

■ **Financiación:** Resulta interesante comprobar la importancia de los proyectos que han sido financiados por empresas privadas y por la Comunidad Autónoma. Este último tipo de financiación demuestra el interés por este tema tanto por parte del tejido industrial como del Gobierno Gallego.



■ **Personal:** Los grupos de investigación cuentan con personal altamente cualificado según refleja la siguiente gráfica. Esta parte de la encuesta también indica claramente la necesidad de invertir en la formación de técnicos dedicados a las Nanotecnologías.

Distribución de Personal en Universidades, Centros Tecnológicos y Empresas con actividad en N&N. Total 147



■ **Transferencia tecnológica:** El trabajo desarrollado en el campo de la Nanociencia por las entidades gallegas ha empezado a generar patentes. Se puede destacar, de los resultados de la encuesta, que sólo las empresas con actividad en N&N han conseguido licenciar propiedad intelectual de una tecnología de nueva creación.

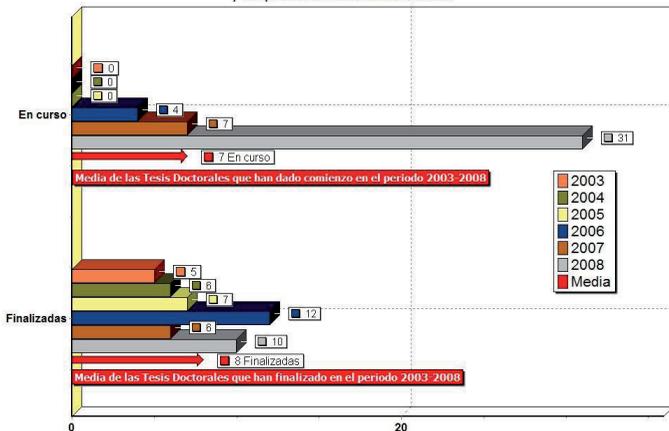
El intercambio y la transferencia de conocimientos entre los distintos agentes del sistema de ciencia-tecnología-empresa necesitan ser potenciadas (ver recomendaciones de los expertos).

También es interesante destacar que 2 de las 3 empresas gallegas con actividad en Nanociencia y Nanotecnología son "Spin-offs" (de reciente creación) de la Universidad de Santiago de Compostela y se encuentran localizadas en la región con mayor número de instituciones públicas de investigación.

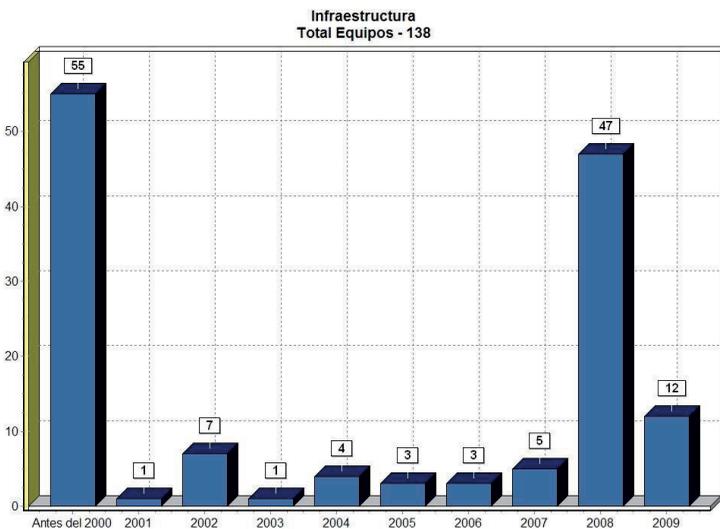
Esta parte de la encuesta indica que seis empresas gallegas muestran interés en Nanociencia y Nanotecnología. Son necesarios, por tanto, proyectos para poder aplicar la Nanotecnología en los procesos productivos de la industria y mejorar su competitividad.

■ **Formación:** Respecto a la formación de personal investigador (tesis doctorales), se observa un fuerte incremento del número de estudiantes a partir del año 2004, y en particular en 2008, coincidiendo probablemente (aunque de modo parcial) con el lanzamiento del plan estratégico de Nanociencia y Nanotecnología en España.

Tesis Doctorales en Universidades, Centros Tecnológicos y Empresas con actividad en N&N



■ **Infraestructura:** En cuanto a infraestructura, es destacable la adquisición de equipamiento en los últimos dos años, especialmente importante en 2008. No obstante, se puede comprobar que una gran parte de los equipos tiene una antigüedad de más de 5 años. Estos datos demuestran que, aproximadamente, un 50% de los equipos disponibles en Galicia dedicados a Nanociencia y Nanotecnología son anticuados/obsoletos, lo que conlleva a disminuir la competitividad de la investigación gallega en este ámbito.



El número de estudiantes de doctorado y de equipos (infraestructura) ha ido en aumento los últimos años (periodo 2006-2009), mejorando el potencial de la investigación gallega en N&N. No obstante, para poder mantener y fortalecer la actividad de las Universidades/Centros Tecnológicos y empresas, se necesita un apoyo continuo a nivel nacional y regional. Sus necesidades (personal, infraestructura y financiación) en este sentido quedan reflejadas en la tabla que se puede encontrar en el ANEXO II.

La elaboración de este primer borrador de la agenda estratégica de Nanociencia y Nanotecnología de Galicia ha permitido: obtener un amplio panorama de la investigación y la actividad industrial en Nanotecnología en esta región, identificar ciertas necesidades que contribuyan al fortalecimiento de las capacidades científicas y

tecnológicas de la Comunidad Autónoma y definir los grupos de trabajo en cuatro áreas de gran interés y potencial:

- Nanomateriales
- Nanoquímica
- Nanobiotecnología / Nanomedicina
- Metrología / Caracterización

Se han presentado una serie de conclusiones preliminares en las siguientes áreas: personal, infraestructura, formación, transferencia tecnológica, financiación, impacto científico, etc. que se ampliarán tras la difusión del documento y el inicio de la actividad de los grupos de trabajo en 2010.

#### Bibliografía

[1] A. Correia y varios autores. "Nanociencia y Nanotecnología en España: Un análisis de la situación presente y de las perspectivas de futuro", Editado por la Fundación Phantoms, Madrid (2008).

# ANEXO I

## LISTADO Y FICHAS - 1

### Entidades con actividad en N&N



Persona de contacto	Institución	Departamento	Grupo	ID
<b>A Coruña</b>				
<b>Tienen actividad I+D en Nanociencia y/o Nanotecnología</b>				
<b>Universidades</b>				
Carmen Álvarez Lorenzo	USC Facultad de Farmacia	Farmacia y Tecnología Farmacéutica	GI-1645 (I+DFarma)	1
Luis Javier Gallego del Hoyo	USC Facultad de Física	Física de la Materia Condensada	Grupo de Nanomateriales y Materia Blanda	2
Juan Granja	USC Facultad de Química	Química Orgánica	Química Biológica y Supramolecular	3
Paula López Martínez	USC Facultad de Física	Electrónica y Computación	Grupo de Visión Artificial	4
Arturo López Quintela	USC Facultad de Química	Química Física	Magnetism and Nanotechnology (NANOMAG)	5
Víctor Mosquera	USC Facultad de Física	Física de la Materia Condensada	Grupo de Física de Coloides y Polímeros	6
Ricardo Riguera Vega	USC Facultad de Química	Química Orgánica	Nanomateriales y Moléculas Bioactivas (NANOBIOMOL)	7
Dolores Torres López	USC Facultad de Farmacia	Farmacia y Tecnología Farmacéutica	Nanotecnologías aplicadas al diseño de sistemas de liberación de fármacos (NANOBIOFAR)	8
José Vázquez Tato	USC Facultad de Física / Facultad de Química	Física Aplicada/ Química Física	Química Supramolecular e Físicoquímica de Coloides (GI-1589)	9
Ramón Artiaga	Universidad de la Coruña Escuela Politécnica Superior	Ingeniería Industrial II	Ciencias e Ingeniería de Materiales	10
Maria Antonia Señaris Rodríguez	Universidad de la Coruña Facultad de Ciencias	Química Fundamental	Grupo de Química del Estado Sólido	11
África González Fernández	Universidad de Vigo Facultad de Biología	Departamento de Bioquímica, Genética e Inmunología	Grupo de Inmunología	12
Elisa González Romero	Universidad de Vigo Facultad de Ciencias	Química Analítica y Alimentaria	Electroanalysis and Biosensors	13
Luis Manuel Liz-Marzán	Universidad de Vigo Facultad de Ciencias	Química Física	Colloidal Chemistry Group	14
<b>Pontevedra</b>				

Persona de contacto	Institución	Departamento	Grupo	ID
<b>Tienen actividad I+D en Nanociencia y/o Nanotecnología</b>				
<b>Empresas</b>				
A Coruña				
Carmen Cerecedo	Neoker, S.L.			15
Tatiana López	NANOGAP SUB-NM-POWDER,S.A.			16
Lugo				
Manuel Lolo	Applied Mass Spectrometry Laboratory S.L.			17
<b>Centros tecnológicos</b>				
A Coruña				
Santiago García Pardo	CENTRO GALEGO DO PLÁSTICO (CGAP)			18
Pontevedra				
Alberto Tiélas Macía	Centro Tecnológico de Automoción de Galicia (CTAG)	Área desarrollo producto proceso plástico		19
Ourense				
Higinio González Jorge	Laboratorio Oficial de Metrología de Galicia (LOMG)			20

# Encuesta Nano - Galicia Universidad

## ID 1

<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Group</b></li> </ul> <p><b>Institution name:</b> Universidad de Santiago de Compostela  <b>Group name:</b> GI-1645  <b>Acronym:</b> I+DFarma  Institution type: University  <b>WEB site:</b> <a href="http://www.usc.es/i+dfarma/">http://www.usc.es/i+dfarma/</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Contact Person</b></li> </ul> <p><b>Name:</b> Carmen  <b>Surname:</b> Alvarez-Lorenzo  <b>E-mail:</b> <a href="mailto:carmen.alvarez.lorenzo@usc.es">carmen.alvarez.lorenzo@usc.es</a>  <b>Phone:</b> +34 981563100  <b>Fax:</b> +34 981547148</p>
--	--

### Personnel

Surname	Name	Type	N&N
Alvarez Lorenzo	Carmen	Permanent staff	100%
Concheiro Nine	Angel	Permanent staff	100%
Gomez Amozas	Jose Luis	Permanent staff	100%
Landin	Mariana	Permanent staff	100%
Martinez Pacheco	Ramon	Permanent staff	100%
Souto Pardo	Consuelo	Permanent staff	100%
Torres Labandeira	Juan J	Permanent staff	100%

### Infrastructure

#### Tools

Tool	Trade name	Model
Aparato para medida de área superficial por adsorción de Nitrógeno y Kriptón	Micromeritics	ASAP 2000
Balanza para medidas de tensión superficial	Lauda	
TGA, DSC y TMDSC	TA Instruments	
Célula polarográfica para medida de permeabilidad al oxígeno de hidrogeles y lentes de contacto	Crantech	
Extrusor-micropeletizador	Randcastle	
Microcalorímetro isoperiférico	Tronac	
Porosímetro de intrusión de mercurio	Micromeritics	
Reómetro de esfuerzo controlado	TA Instruments	AR-1000N
Texturómetro	Stable Micro Systems	TA.XT Plus

### Projects

Total number of private projects since 2003 (finished): 10	Total number of private ongoing projects: 4
Total private funding since 2003 (finished projects): 750	Total current private funding: 0
Total funding from sponsoring since 2003 (closed activities): 590	Total current funding from sponsoring (ongoing activities): 476

### Public

Title	Funding Institution
Sistemas poliméricos con prestaciones avanzadas para liberación inteligente de medicamentos	Dirección General de Investigación. Ministerio de Educación y Ciencia (MEC)
Iberomare	Programa Operacional de Cooperaçao Transfronteiraça Espanha-Portugal (POCTEP)
Síntesis y caracterización de copolímeros de injerto mediante radiación ionizante para uso biotecnológico y biomédico	Ministerio de Asuntos Exteriores
Desarrollo de sistemas terapéuticos sólidos para un nuevo antitumoral, $\beta$ -lapachona	Dirección Xeral de Investigación, Desenvolvemento e Innovación. Xunta de Galicia.
Polímeros hiperramificados y polisacáridos como excipientes base en pelets elaborados mediante extrusión	Dirección Xeral de Investigación, Desenvolvemento e Innovación. Xunta de

por fusión en caliente (HME)	Galicia
Nuevos biomateriales para la administración ósea y aplicación de células en regeneración de huesos y cartílagos	Dirección Xeral de Investigación, Desenvolvemento e Innovación. Xunta de Galicia
Axudas para grupos de referencia competitiva	Dirección Xeral de Investigación, Desenvolvemento e Innovación. Xunta de Galicia
Incentivo Plan Nacional. Sistemas poliméricos sensibles a estímulos e imprinted como formas de liberación selectiva y controlada de fármacos	Dirección Xeral de Investigación, Desenvolvemento e Innovación. Xunta de Galicia
Sistemas poliméricos sensibles a estímulos e imprinted como formas de liberación selectiva y controlada de fármacos	Dirección General de Investigación. Ministerio de Educación y Ciencia (MEC)
Pelets matriciales de liberación modificada de fármacos	Secretaría Xeral de Investigación e Desenvolvemento. Xunta de Galicia.
Formulación galénica de enzimas líticos de origen microbiano para el tratamiento de candidiasis vaginal	Secretaría Xeral de Investigación e Desenvolvemento. Xunta de Galicia.

**Private**

Title	Funding Institution
Convenio de colaboración entre la Agencia Española del Medicamento y la Universidad de Santiago de Compostela en materia de asesoramiento y elaboración de informes de evaluación de medicamentos veterinarios.	AGEMED
Estabilización física de disoluciones acuosas de un derivado de la quinoína (A10086)	Laboratorio Reig Jofre S.A.

• **Publications**

**Nº publications**

	2006	2007	2008
ISI	14	16	15

**5 more relevant**

"Soft contact lenses functionalized with pendant cyclodextrins for controlled drug delivery", authors: Rosa dos Santos, J.F.; Alvarez-Lorenzo, C.; Silva, M.; Balsa, L.; Couceiro, J.; Torres-Labandeira, J.J.; Concheiro, A. (Biomaterials, vol.30, pag. 1348-1355, 2009)
"Fractal analysis of SEM images and mercury intrusion porosimetry data for the microstructural characterization of microcrystalline cellulose-based pellets", authors: Gomez-Carracedo, A.; Alvarez-Lorenzo, C.; Coca, R.; Martínez-Pacheco, R.; Concheiro, A.; Gomez-Amoza, J.L (Acta Materialia, vol.57, pag. 295-303, 2009)
"Temperature- and Light-Responsive Blends of Pluronic F127 and Poly(N,N-dimethylacrylamide-co-methacryloyloxyazobenzene)", authors: Álvarez-Lorenzo, C.; Deshmukh, S.; Bromberg, L.; Hatton, T. A.; Sánchez-Macho, I.; Concheiro, A. (Langmuir, vol.23, pag. 11475-1148, 2007)
"Compatibility of the antitumoral $\beta$ -lapachone with different solid dosage forms excipients", authors: Cunha-Filho, M. S. S.; Martínez-Pacheco, R.; Landín, M. (Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis, vol.45, pag. 590-598, 2007)
"Polycationic block-copolymers of poly(ethylene oxide) and poly(propylene oxide) for cell transfection", authors: Bromberg, L.; Deshmukh, S.; Temchenko, M.; Iourtchenko, L.; Alakhov, V.; Álvarez-Lorenzo, C.; Barreiro-Iglesias, R.; Concheiro, A.; Hatton, T. A. (Bioconjugate Chemistry, vol.16, pag. 626-633, 2005).

• **Invited Talks**

**N° of Invited Talks**

2006	2007	2008
2	3	3

**3 more relevant**

Cyclodextrin hydrogels with high drug loading and sustained/stimuli-responsive release ability. The 14th International Cyclodextrins Symposium. Kyoto, 2008
Hydrogels for sustained and selective release of diclofenac. 2nd World Conference on Magic Bullets (Ehrlich II). Nuremberg, 2008
Dual temperature- and light-responsive block copolymer blends for controlled release applications. 234th ACS National Meeting. Boston, 2007

• **Doctoral Thesis**

N° Doctoral Thesis

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Finished	0	0	1	1	2	2

• **Patents**

**a) Registered**

National					
03	04	05	06	07	08
1	1	1			

International					
03	04	05	06	07	08
1	1	1			

**b) Published**

National					
03	04	05	06	07	08
1	1	1			

International					
03	04	05	06	07	08
1	1	1			

• **Other technology transfer processes & knowledge dissemination activities (not related with patents):**  
Business plan evaluation

• **Other activities allowing/enhancing international cooperation-visibility (without direct funding for the Institution/Group) :**  
Refereing process of projects (EU, NSF, others)

• **Topics I (current research)**

- ❖ Nanotechnology for structural applications  
Composite materials containing nanocrystals or powders
- ❖ Nano(bio)technology for medical applications  
Drug encapsulation  
Targeted drug delivery, molecular recognition
- ❖ Long-term research with generic applications  
Self- assembly
- ❖ Instruments and equipment, supporting sciences and technologies  
Analytical equipment and techniques  
Powder production and processing

• **Topics II (of interest)**

- ❖ Nanotechnology for structural applications  
Nano powered ceramics
- ❖ Nano(bio)technology for medical applications  
Drug encapsulation  
Targeted drug delivery, molecular recognition
- ❖ Nanotechnology for sensor applications

Nanostructured sensors

Sensors based on biological molecules

❖ Long-term research with generic applications

Self-assembly

❖ Instruments and equipment, supporting sciences and technologies

Analytical equipment and techniques

Powder production and processing

• Needs

**a) 2010 - 2012**

**Personnel**

Técnicos de laboratorio  
Financiación de estudiantes de doctorado  
Incorporación de doctores

**Tools**

Equipos informáticos y software para modelización de estructuras químicas y micro y nanoporosas y procesos de interacción.

**Infrastructures**

Acondicionamiento del laboratorio Equipos analíticos (HPLC, calorímetro isotérmico), sistemas de fluidos supercríticos, equipos de plasma para funcionalización de superficies, sensores de sabor y aroma. Renovación de equipos de reometría, análisis térmico y adsorción de nitrógeno.

**Others**

Financiación para participar en reuniones científicas y de trabajo que permitan estrechar colaboraciones con otros grupos. Financiación para estancias pre y posdoctorales de los miembros junior del grupo.

**b) 2013 - 2017**

**Personnel**

Técnicos de laboratorio  
Financiación de estudiantes de doctorado  
Incorporación de doctores

**Tools**

Actualización de equipos informáticos y software.

**Infrastructures**

Mantenimiento y renovación de infraestructuras y equipos.  
Actualización de los equipos de acuerdo con los requerimientos tecnológicos del momento.

**Others**

Financiación para participar en reuniones científicas y de trabajo que permitan estrechar colaboraciones con otros grupos. Financiación para estancias pre y posdoctorales de los miembros junior del grupo.

# Encuesta Nano - Galicia Universidad

ID 2

Group	Contact Person
<p><b>Institution name:</b> Universidad de Santiago de Compostela</p> <p><b>Group name:</b> Grupo de Nanomateriais e Materia Blanda</p> <p><b>Acronym:</b> GNMMB</p> <p><b>Institution type:</b> University</p> <p><b>WEB site:</b> <a href="http://www.usc.es/gnmmbl/">http://www.usc.es/gnmmbl/</a></p>	<p><b>Name:</b> Luis Javier</p> <p><b>Surname:</b> Gallego del Hoyo</p> <p><b>E-mail:</b> <a href="mailto:luisjavier.gallego@usc.es">luisjavier.gallego@usc.es</a></p> <p><b>Phone:</b> +34 981563100; Ext.:139</p> <p><b>Fax:</b> +34 981520676</p>

Personnel				
Surname	Name	E-mail	Type	N&N
	Carrete		Doctoral student	100%
	Gallego del Hoyo	<a href="mailto:fmjavier@usc.es">fmjavier@usc.es</a>	Permanent staff	100%
	García Sánchez	<a href="mailto:magarsan@usc.es">magarsan@usc.es</a>	Permanent staff	100%
	Gonzalez Alemany	<a href="mailto:manuel.alemany@usc.es">manuel.alemany@usc.es</a>	PhD	100%
	Longo Pazos	<a href="mailto:robertocarlos.longo@usc.es">robertocarlos.longo@usc.es</a>	PhD	100%
	Rey Losada	<a href="mailto:fmcarlos@usc.es">fmcarlos@usc.es</a>	Permanent staff	100%
	Rodríguez González	<a href="mailto:fmjulio@usc.es">fmjulio@usc.es</a>	Permanent staff	100%
	Somoza Guerra	<a href="mailto:fmsomoza@usc.es">fmsomoza@usc.es</a>	Permanent staff	100%
	Souto Casares		Doctoral student	100%
	Tortajada Lavín		Doctoral student	100%
	Varela Cabo	<a href="mailto:fmluis@usc.es">fmluis@usc.es</a>	Permanent staff	100%
	Vazquez Besteiro		Doctoral student	100%

## Infrastructure

### Special Infrastructures

Infrastructure	Installation Year	Surface (m2)	Main tools available
HP Server	2005	2	HP server for supercomputing
Dell Server	2009	2	Dell server for supercomputing

## Projects

Total number of private projects since 2003 (finished): 0	Total number of private ongoing projects: 0
Total private funding since 2003 (finished projects): 0	Total current private funding: 0
Total funding from sponsoring since 2003 (closed activities): 7	Total current funding from sponsoring (ongoing activities): 3

## Public

Title	Funding Institution
Estudio de propiedades estructurales electrónicas y ópticas de sistemas físicos de interés tecnológico mediante técnicas de simulación en ordenador	Ministerio de Educación y Ciencia (MEC)
Estudio teórico de las propiedades estructurales y electrónicas de diversos materiales nanoestructurados de interés tecnológico	Ministerio de Educación y Ciencia (MEC)
Estudio detallado de propiedades auto-asociativas de disoluciones acuosas de diversas sales de homólogos alquil-piridinio, colidinio e dimetibencilamonio	Xunta de Galicia
Estructura e magnetismo en sistemas de dimensión reducida	Xunta de Galicia
Estudio teórico de nanomateriales libres y soportado en sustratos	Ministerio de Educación y Ciencia (MEC)
Ayudas para la consolidación de las unidades de investigación del sistema gallego de investigación e innovación: Grupos de investigación/ GI-1488	Xunta de Galicia
Ayudas para la consolidación de las unidades de investigación del sistema gallego de investigación e innovación: Grupos de investigación/ GI-1488	Xunta de Galicia

• **Publications**

	<u>Nº publications</u>		
	2006	2007	2008
ISI	10	4	8

• **Doctoral Thesis**

	<u>Nº Doctoral Thesis</u>						
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
Ongoing	0	0	0	0	1	3	

• **Topics I (current research)**

- ❖ Nanotechnology for structural applications  
Materials based on carbon nanotubes or fullerenes
- ❖ NanoTechnology for information processing storage and transmission  
Nanoelectronics, materials and devices  
Optoelectronics/optical materials and devices  
Magnetic materials and devices
- ❖ Nanotechnology for sensor applications  
Nanostructured sensors
- ❖ Long-term research with generic applications  
Quantum physics, mesoscopic systems, chemical

• **Topics II (of interest)**

- ❖ Nanotechnology for structural applications  
Materials based on carbon nanotubes or fullerenes
- ❖ NanoTechnology for information processing storage and transmission  
Nanoelectronics, materials and devices  
Optoelectronics/optical materials and devices  
Magnetic materials and devices
- ❖ Nanotechnology for sensor applications  
Nanostructured sensors
- ❖ Long-term research with generic applications  
Quantum physics, mesoscopic systems, chemical

## Encuesta Nano - Galicia Universidad

ID 3

### • Group

**Institution name:** Universidad de Santiago de Compostela

**Group name:** Química Biolóxica e Supramolecular

**Acronym:** BCS

**Institution type:** University

**WEB site:**

### • Contact Person

**Name:** Juan

**Surname:** Granja

**E-mail:** [juanr.granja@usc.es](mailto:juanr.granja@usc.es)

**Phone:** +34 981563100#14251

**Fax:** +34 981595012

### • Personnel

Surname	Name	E-mail	Type	N&N
Amorin	Manuel	<a href="mailto:manuel.amorin@usc.es">manuel.amorin@usc.es</a>	PhD	100%
Granja	Juan	<a href="mailto:juanr.granja@usc.es">juanr.granja@usc.es</a>	Permanent staff	100%

# Encuesta Nano - Galicia Universidad

ID 4

• Group	• Contact Person
<b>Institution name:</b> University of Santiago de Compostela <b>Group name:</b> Grupo de Visión Artificial <b>Acronym:</b> GVA <b>Institution type:</b> University <b>WEB site:</b> <a href="http://www-gva.dec.usc.es/">http://www-gva.dec.usc.es/</a>	<b>Name:</b> Paula <b>Surname:</b> López Martínez <b>E-mail:</b> <a href="mailto:p.lopez@usc.es">p.lopez@usc.es</a> <b>Phone:</b> +34 981563100; Ext:13572 <b>Fax:</b> +34 981528012

• Personnel				
Surname	Name	E-mail	Type	N&N
Blanco Filgueira	Beatriz	<a href="mailto:beatriz.blanco@usc.es">beatriz.blanco@usc.es</a>	Technician	100%
Blanco Filgueira	Beatriz	<a href="mailto:b.blanco@usc.es">b.blanco@usc.es</a>	Technician	60%
Lopez Martínez	Paula	<a href="mailto:p.lopez@usc.es">p.lopez@usc.es</a>	PhD	100%
Lopez Martínez	Paula	<a href="mailto:p.lopez@usc.es">p.lopez@usc.es</a>	PhD	80%
Pardo Seco	Fernando	<a href="mailto:fpardo@uva.es">fpardo@uva.es</a>	PhD	60%

• Projects	
Total number of private projects since 2003 (finished): 3	Total number of private ongoing projects: 0
Total private funding since 2003 (finished projects): 12	Total current private funding: 4
Total funding from sponsoring since 2003 (closed activities): 0	Total current funding from sponsoring (ongoing activities): 0

• Publications				
	<u>Nº publications</u>			
ISI	2006	2007	2008	
	9	5	3	

5 more relevant

"Robustness Oriented Design Tool for Multilayer DTCNN Applications", authors: P. López, D.L. Vilariño, V.M. Brea y D. Cabello (Internacional Journal of Circuit Theory and Applications, vol.30, pag. 195-210, 2002)
"A dc I-V model for short-channel polygonal enclosed-layout transistors", authors: P. López, J. Hauer, B. Blanco-Filgueira, D. Cabello (International Journal on Circuit Theory and Applications, vol.37, pag. 163-177, 2009)
"Analytical model of short-channel gate enclosed transistors using Green functions", authors: P. López, J. Hauer, B. Blanco-Filgueira and D. Cabello (Solid-State Electronics, vol.53, pag. 514-519, 2009)
"2D model for radiation-hard CMOS annular transistors", authors: P. López, B. Blanco-Filgueira, D. Cabello and J. Hauer (Semiconductors Science and Technology, 2009)
"Non-destructive Soil Information Retrieval using an Efficient 3D Software-Hardware Heat Equation Solver", authors: P. López, F. Pardo, H. Sahli and D. Cabello (Inverse Problems in Science and Engineering , 2009)

• Patents	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Other technology transfer processes &amp; knowledge dissemination activities (not related with patents):</b> Participation in Technology Platforms</li> <li>• <b>Other activities allowing/enhancing international cooperation-visibility (without direct funding for the Institution/Group) :</b> International agreements</li> </ul>	

• **Topics I (current research)**

- ❖ NanoTechnology for information processing storage and transmission  
Nanoelectronics, materials and devices  
Optoelectronics/optical materials and devices

• **Topics II (of interest)**

- ❖ NanoTechnology for information processing storage and transmission  
Nanoelectronics, materials and devices  
Optoelectronics/optical materials and devices

• **Needs**

a) **2010 - 2012**

<b>Personnel</b>	<b>Infrastructures</b>
1 PhD + 2 graduate students	Lab space
<b>Tools</b>	
Measurement equipment	



# Encuesta Nano - Galicia Universidad

ID 5

• Group	• Contact Person
<b>Institution name:</b> University of Santiago de Compostela <b>Group name:</b> Magnetism and Nanotechnology <b>Acronym:</b> NANOMAG <b>Institution type:</b> University <b>WEB site:</b> <a href="http://www.nanomag.org">www.nanomag.org</a>	<b>Name:</b> Arturo <b>Surname:</b> López Quintela <b>E-mail:</b> <a href="mailto:malopez.quintela@usc.es">malopez.quintela@usc.es</a> <b>Phone:</b> +34 981595998 <b>Fax:</b> +34 981595012

## • Personnel

Surname	Name	E-mail	Type	N&N
Blanco Varela	M Carmen	<a href="mailto:carmen.blanco.varela@usc.es">carmen.blanco.varela@usc.es</a>	Permanent staff	100%
Bujan Nuñez	M Carmen	<a href="mailto:mariedadcarmen.bujan@usc.es">mariedadcarmen.bujan@usc.es</a>	Permanent staff	100%
Dominguez Rios	Purificacion	<a href="mailto:purificacion.dominguez@usc.es">purificacion.dominguez@usc.es</a>	Technician	50%
Fondado	Alfonso	<a href="mailto:alfonso.fondado@usc.es">alfonso.fondado@usc.es</a>	Permanent staff	100%
Lazzari	Massimo	<a href="mailto:massimo.lazzari@usc.es">massimo.lazzari@usc.es</a>	Permanent staff	100%
Lopez Quintela	Arturo	<a href="mailto:malopez.quintela@usc.es">malopez.quintela@usc.es</a>	Permanent staff	100%
Mira	Jorge	<a href="mailto:jorge.mira@usc.es">jorge.mira@usc.es</a>	Permanent staff	100%
Rivadulla	Francisco	<a href="mailto:f.rivadulla@usc.es">f.rivadulla@usc.es</a>	Permanent staff	100%
Rivas Rey	Jose	<a href="mailto:jose.rivas@usc.es">jose.rivas@usc.es</a>	Permanent staff	100%
Vazquez	Carlos	<a href="mailto:carlos.vazquez.vazquez@usc.es">carlos.vazquez.vazquez@usc.es</a>	Permanent staff	100%

## • Infrastructure

Tool	Trade name	Model	Installation Year
Magnetometro squid	Quantum Design	mms ever cooled	
Criostato de flujo continuo	Janis	ST-300	
HPLC System Controller	Waters	Waters 600E	
Photodie Array Detector	Waters	Waters 2998	
Multi Fluorescence Detector	Waters	Waters 2475	
Ultracentrifuga Airfuge	Beckman	Airfuge	2009
Espectrómetro de Infrarrojos FTIR	Thermo Electron	Nicolet 6700	2007
Reactor de Vidrio y baño termostático	De Dietrich		2007
Tensiómetro	Sigma	702	2008
Horno mufla p/1.500°	Lenton	VAF 15/5	2007

## • Projects

Total number of private projects since 2003 (finished): 3	Total number of private ongoing projects: 2
Total private funding since 2003 (finished projects): 54481	Total current private funding: 63500
Total funding from sponsoring since 2003 (closed activities): 0	Total current funding from sponsoring (ongoing activities): 0

### Public

Title	Funding Institution
Síntesis y propiedades de clústeres, nanopartículas y nanocompuestos poliméricos	Ministerio de Educación y Ciencia (MEC)
Multiparameter sensing for high sensitivity diagnostics using fluorescent and magnetic particles FLUOROMAG	UE
MAGnetic Scaffolds for in vivo Tissue EngineeRing	EU-FP7 FRAMEWORK PROGRAM

**Private**

Title	Funding Institution
Integración dun sistema de microscopía de forza atómica nunha máquina medidora por coordenadas para ampliar o seu rango de medida	LOMG (LABORATORIO DE METROLOGIA DE GALICIA)
Control de polimerización de resinas aminoplásticas por espectrometría NIR	FORESA
Estudio de la estabilidad de diferentes dispersiones acrílicas y alquídicas, así como la influencia que tiene en dicha estabilidad la dispersión de biocidas	Xylazel

• **Publications**

Nº publications

	2006	2007	2008
ISI	11	13	10

**5 more relevant**

"Synthesis of Atomic Gold Clusters with Strong Electrocatalytic Activities", authors: Rodríguez-Vázquez M.J., Blanco M.C., Lourido R., Vázquez-Vázquez C., Pastor E., Planes G.A., Rivas J., López-Quintela, M.A. (Langmuir, vol.24, pag. 12690-1269, 2008)
"Facile Synthesis of Stable, Sub-Nanosized Silver Atomic Clusters in Microemulsions", authors: Ledo-Suárez A, Rivas J, Rodríguez-Abreu CF, Rodríguez MJ, Pastor E, ( Angew.Chem.Int.Ed, vol.46, pag. 8823-8827, 2007)
"Surface plasmon resonance in gold/magnetite nanoparticulated layers onto planar substrates", authors: Salgueirino-Maceira V, Correa-Duarte MA, Lopez-Quintela MA, Rivas J. (Sensor Letters, vol.5(1), pag. 113-117, 2007)
"Self-assembly of Co-based nanosheets into novel nest-shaped nanostructures: Synthesis and Characterization", authors: J. Zhang, Z. Dai, J. Bao, N. Zhang, M.A. López-Quintela (J. Colloid Interface Sci, vol.305, pag. 339-344, 2007)
"One-pot preparation of gold-elastomer nanocomposites using PDMS-graft-PEO copolymer micelles as nanoreactors", authors: C. E. Hoppe, C. Rodríguez-Abreu, M. Lazzari, M. A. López-Quintela, C. Solans. (Phys.Stat.Sol, vol.205, pag. 1455-1459, 2008)

• **Invited Talks**

Nº of Invited Talks

	2006	2007	2008
	6	8	7

**3 more relevant**

"Towards atomic resolution in colloidal science: soft chemical strategies for the synthesis of metal clusters", SIS: 17th International Symposium on Surfactants in Solution, Berlin, 2008
"Nanometer/subnm particles prepared by soft-chemical methods with atomic resolution: synthesis, properties and applications", BMMP8: VIII International Symposium on Biomimetic Materials Processing, Nagoya, Japón, 2008
"Exploring the subnanometer range in the synthesis of metal particles with chemical methods", Second Max Planck Society sponsored German-Argentine Workshop, Argentina, 2008

• **Doctoral Thesis**

Nº Doctoral Thesis

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Finished	1	0	0	0	1	1
Ongoing	0	0	0	0	0	9

• Patents

**Registered**

National	International
03 04 05 06 07 08	03 04 05 06 07 08
1 1	1

• Other technology transfer processes & knowledge dissemination activities (not related with patents):  
Participation in Technology Platforms

• Topics (current research)

- ❖ Nanotechnology for structural applications  
Composite materials containing nanocrystals or powders  
Nanoparticulate coatings
- ❖ Nanotechnology for information processing storage and transmission  
Magnetic materials and devices
- ❖ Nanotechnology for (electro)chemical processing technologies  
Catalysts or electrodes with nano-structured surface
- ❖ Long-term research with generic applications  
Self-assembly

• Needs

a) **2010 - 2012**

**Personnel**

5 estudiantes de doctorado  
1 PhD

**Tools**

Equipo para estudio de  
fotocatálisis Espectroscopia NIR

**Infrastructures**

Microscopio de contraste de campo

b) **2013 - 2017**

**Personnel**

10 estudiantes de doctorado  
2 PhDs

**Infrastructures**

SAXS UPS

# Encuesta Nano - Galicia Universidad

ID 6

## • Group

**Institution name:** Universidad de Santiago de Compostela  
**Group name:** Grupo de Física de Coloides y Polímeros  
**Acronym:** GFCP  
**Institution type:** University  
**WEB site:** <http://www.usc.es/gfcp/>

## • Contact Person

**Name:** Victor  
**Surname:** Mosquera  
**E-mail:** [victor.mosquera@usc.es](mailto:victor.mosquera@usc.es)  
**Phone:** +34 981563100  
**Fax:** +34 981520676

## • Personnel

Surname	Name	E-mail	Type	N&N
Cambón Freire	Adriana	<a href="mailto:adriana.cambon@rai.usc.es">adriana.cambon@rai.usc.es</a>	Doctoral student (Others)	100%
Castro	Emilio	<a href="mailto:emilio.castro@usc.es">emilio.castro@usc.es</a>	Post Doc	100%
Goy López	Sonia	<a href="mailto:sonia.goy@rai.usc.es">sonia.goy@rai.usc.es</a>	Doctoral student (Others)	100%
Juárez	Josue	<a href="mailto:josueelias.juarez@rai.usc.es">josueelias.juarez@rai.usc.es</a>	Doctoral student (Others)	100%
Taboada	Pablo	<a href="mailto:pablo.taboadausc.es">pablo.taboadausc.es</a>	Permanent staff	100%

## • Infrastructure

Tool	Trade name	Model
ITC VP Microcalorímetro	Microcal	
Tensiometro	Krüss	
Densímetro	Anton Paar	DSA 5000
Viscosímetro	Anton Paar	AMVN
Medidor Ph	Crisson	GLP22
Medidor de conductividades	Metler	Toledo
horno secado	selecta	P
Punta sonicadora	Bandelin Electronic	
Reómetro	Bohlin	CS-10
fuelle láser Coherent	ALV	5000
Espectrofotómetro de fluorescencia	Vaian	Cary Eclipse
UV-Vis	Varian	Cary 100
UV-Vis	Varian	Cary 50
Reactor químico	radleys	carousel 6

## • Projects

### Public

Title	Funding Institution
Caracterización de copolímeros de bloque formados por base hidrófila: el óxido de etileno, e hidrófoba: el óxido de propileno/butileno/estireno como medio de transporte de fármacos	Ministerio de Educación y Ciencia (MEC) Código: MAT2004-02756
Síntesis y caracterización de copolímeros de bloque de estructura anfífila con aplicación farmacéutica: Uso de los copolímeros de bloque como agente estabilizante en la reacción de obtención de nanopartícula	Ministerio de Educación y Ciencia (MEC) Código: MAT2007-61604
Caracterización de copolímeros de bloque como medio de solubilización transporte y liberación de fármacos	Ministerio de Ciencia y Tecnología (MEC) Código: MAT2001-2877

• Publications

		N° publications		
		2006	2007	2008
ISI		0	1	0
Others		8	8	7

5 more relevant

"Additional Supra-Self-Assembly of Human Serum Albumin under Amyloid-Like-Forming Solution Conditio", authors: Josué Juárez, Pablo Taboada, Sonia Goy López, Adriana Cambón, Marie Beatrice Madec, Stephen G. Yeates, Víctor Mosquera (J. Phys. Chem. B, vol.113, pag. 12399, 2009)
"Influence of Electrostatic Interactions on the Fibrillation Process of Human Serum Albumin", authors: Josué Juárez, Sonia Goy López, Adriana Cambón, Pablo Taboada, Víctor Mosquera (J. Phys. Chem. B, vol.113, pag. 10521, 2009)
"Existence of Different Structural Intermediates on the Fibrillation Pathway of Human Serum Albumin", authors: Josué Juárez, Pablo Taboada, Víctor Mosquera (Biophysical Journal, vol.96, pag. 2353, 2009)
"Block Copolymer-Mediated Synthesis of Size-Tunable Gold Nanospheres and Nanoplates", authors: Sonia Goy-López; Emilio Castro, Pablo Taboada, Víctor Mosquera (Langmuir, vol.24, pag. 13186, 2008)
"Influence of external factors on the micellization process and aggregate structure of poly(oxy)styrene-poly(oxy)ethylene block copolymers.", authors: Castro, Emilio; Barbosa, Silvia; Juarez, Josue; Taboada, Pablo; Katime Issa, A.; Víctor Mosquera (J. Phys. Chem. B, vol.112, pag. 5296, 2008)

• Doctoral Thesis

		N° Doctoral Thesis					
		2003	2004	2005	2006	2007	2008
Finished		1	0	1	2	0	0
Ongoing		0	0	0	0	1	2

• Topics I (current research)

- ❖ Nanotechnology for structural applications
  - Nanoparticulate coatings
- ❖ Nano(bio)technology for medical applications
  - Drug encapsulation
  - Targeted drug delivery, molecular recognition
- ❖ Nanotechnology for sensor applications
  - Sensor based on biological molecules
- ❖ Long-term research with generic applications
  - Self-assembly

• Topics II (of interest)

- ❖ Nanotechnology for structural applications
  - Nanoparticulate coatings
- ❖ Nano(bio)technology for medical applications
  - Drug encapsulation
  - Targeted drug delivery, molecular recognition
- ❖ Nanotechnology for sensor applications
  - Sensor based on biological molecules
- ❖ Long-term research with generic applications
  - Self-assembly

• Needs

a) 2010 - 2012

**Personnel**

2 becarios y 1 contrato doctor

**Tools**

AFM

b) 2013 - 2017

**Personnel**

2 becarios y 1 contrato doctor

## Encuesta Nano - Galicia Universidad

ID 7

❖ Group	❖ Contact Person
<b>Institution name:</b> Universidad de Santiago de Compostela	<b>Name:</b> Ricardo
<b>Group name:</b> Nanomateriales y Moléculas Bioactivas	<b>Surname:</b> Riguera Vega
<b>Acronym:</b> NANOBIOMOL	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:ricardo.riguera@usc.es">ricardo.riguera@usc.es</a>
<b>Institution type:</b> University	<b>Phone:</b> +34 981591091
<b>WEB site:</b> <a href="http://www.usc.es/gl/departamentos/quimorg">http://www.usc.es/gl/departamentos/quimorg</a>	<b>Fax:</b> +34 981591091
<b>Personal WEB site:</b> <a href="http://qoweb.usc.es/riгуera/">http://qoweb.usc.es/riгуera/</a>	

### ● Personnel

Surname	Name	Type	N&N
Correa Chinae	Juan	Post Doc	100%
Fernández Megía	E.	Permanent staff	100%
Fernandez Villamarin	Marcos	Technician	100%
Iribarne Freire	Félix	Post Doc	100%
Lallana Ozores	Enrique	Doctoral student (Others)	100%
Leiras Fernandez	Seila	Doctoral student (Others)	100%
Leiro Rodriguez	Victoria	Post Doc	100%
Louzao Pernas	Iria	Post Doc	100%
Mesquita da Silva Pinto	Luiz F.	Doctoral student (Others)	100%
Muñoz Valentin	Eva M.	Post Doc	100%
Novoa Carballal	Ramón	Post Doc	100%
Pereira Amaral	Sandra	Doctoral student (Others)	100%
Porto Sanda	Silvia	Post Doc	100%
Quiñoá Cabana	E.	Permanent staff	100%
Seco Castro	José M.	Permanent staff	100%
Sousa Hervés	Ana	Doctoral student (Others)	100%

### ❖ Infrastructure

#### Tools

Tool	Installation Year	Trade name	Model	Tool specificities
Centrifuge	2008	Hettick	Rotina 420R	
Cromatógrafo de Gases	1998	HP	5890 Series II	
Espectropolarímetro CD	1999	Jasco	J-720	
Analizador de partículas DLS-Z	2008	Malvern Instruments	Zetasizer Nano-s	
Cromatografía de exclusion SEC-MALLS	2004	PSS	PSSSLD7000	
Interferometric Refractometer	2009	PSS WGE	DnDc-2010	
Surface plasmon resonance - SPR	2007	Reichert	SR7000DC	Dual channel
Flash Chromatograph	2009	Teledyne Isco	CombiflashRf	
Cromatógrafos HPLC	1998	Waters	Delta Prep 3000	
HPLC	1999	Waters	Waters 481 Max	Dual Wavelength 2410 and 410 Differential Refractive

**Special Infrastructures**

Infrastructure	Installation Year	Surface (m2)	Main tools available
Servicios generales	1960	150	Chemistry laboratories/ Servicios generales de investigación de la USC: Heavy instrumentation
	2000	500	

**❖ Projects**

Total number of private projects since 2003 (finished): 4	Total number of private ongoing projects: 2
Total private funding since 2003 (finished projects): 200	Total current private funding: 60
Total funding from sponsoring since 2003 (closed activities): 800	Total current funding from sponsoring (ongoing activities): 350

**Public**

Title	Funding Institution
Diseño y síntesis de nuevos biopolímeros como vectores en terapia génica	Ministerio de Educación y Ciencia (MEC)
Iones Paramagnéticos en RMN: Supresión Selectiva de Señales y Diseño de Sondas para Proteínas y Diagnóstico	Ministerio de Educación y Ciencia (MEC)
Nuevas estrategias terapéuticas en enfermedades respiratorias: diseño, síntesis y caracterización de nuevos polímeros biocompatibles	Ministerio de Educación y Ciencia (MEC)
Polímeros helicoidales: síntesis y aplicaciones como sensores	Ministerio de Educación y Ciencia (MEC)
La asignación de la configuración absoluta por RMN	Ministerio de Educación y Ciencia (MEC)
Nuevos bioconjugados nanosistema-anticuerpo para la encapsulación de fármacos antitumorales	Xunta de Galicia
Reconocimiento de quiralidad por RMN. Desarrollo de procedimientos avanzados y aplicación a compuestos polifuncionales	Ministerio de Educación y Ciencia (MEC)
Síntesis de dendrímeros para transporte de fármacos antitumorales	Ministerio de Industria

**❖ Publications**

**N° publications**

	2006	2007	2008
ISI	7	6	6

**5 more relevant**

"Surpassing the Use of Copper in the Click Functionalization of Polymeric Nanostructures: A Strain-Promoted Approach", authors: Enrique Lallana, Eduardo Fernandez-Megia, and Ricardo Riguera (J. Am. Chem Soc., vol.131, pag. 5748, 2009)
"Synthesis and Supramolecular Assembly of Clicked Anionic Dendritic Polymers into Polyion Complex Micelles", authors: Ana Sousa-Herves, Eduardo Fernandez-Megia, R. Riguera (Chem. Commun., pag. 3136, 2008)
"Conjugation of Bioactive ligands to PEG-grafted Chitosan at the Distal End of PEG", authors: Eduardo Fernandez-Megia, Ramon Novoa-Carballal, Emilio Quiñoá, and Ricardo (Biomacromolecules, vol.8, pag. 833, 2007)
Paramagnetic NMR Relaxation in Polymeric Matrixes: Selective Suppression of Embedded Species and Sensitivity Enhancement", authors: Eduardo Fernandez-Megia, Juan Correa, Ramon Novoa-Carballal, Ricardo Riguera (J. Am. Chem Soc., vol.129, pag. 15164, 2007)
"Clickable PEG-Dendritic Block Copolymers", authors: Eduardo Fernandez-Megia, Juan Correa, Ricardo Riguera (Biomacromolecules, vol.7, pag. 3104, 2006)

❖ **Invited Talks**

**N° of Invited Talks**

2006	2007	2008
2	8	4

**3 more relevant**

Universidad de Milán, 14-16 Mayo 2007
Gordon Research Conference. Los Angeles, Ventura, USA. 25-2 2008
CMMD symposium, Seul (Korea) 16-18 sept. 2009

❖ **Doctoral Thesis**

**N° Doctoral Thesis**

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<b>Finished</b>	0	1	2	1	2	1

❖ **Patents**

**Registered**

National						International					
03	04	05	06	07	08	03	04	05	06	07	08
1	2	1	1	1						1	

❖ **Topics I (current research)**

- ❖ Nanotechnology for structural applications  
Composite materials containing nanocrystals or powders
- ❖ Nano(bio)technology for medical applications  
Drug encapsulation  
Targeted drug delivery, molecular recognition
- ❖ Long-term research with generic applications  
Self- assembly
- ❖ Instruments and equipment, supporting sciences and technologies  
Analytical equipment and techniques  
Powder production and processing

❖ **Topics II (of interest)**

- ❖ Nanotechnology for structural applications  
Nano powered ceramics
- ❖ Nano(bio)technology for medical applications  
Drug encapsulation  
Targeted drug delivery, molecular recognition
- ❖ Nanotechnology for sensor applications  
Nanostructured sensors  
Sensors based on biological molecules
- ❖ Long-term research with generic applications  
Self- assembly
- ❖ Instruments and equipment, supporting sciences and technologies  
Analytical equipment and techniques  
Powder production and processing

❖ Needs

a) 2010 - 2012

**Personnel**

One technician/one administrative  
Two postdoctoral grants/contracts

**Infrastructures**

Atomic Force Microscope (AFM)

a) 2013 - 2017

**Personnel**

Two postdoctoral grants/contract  
One technician/one administrative

# Encuesta Nano - Galicia Universidad

ID 8

## • Group

**Institution name:** Universidad de Santiago de Compostela

**Group name:** Nanotecnologías Aplicadas al Diseño de Sistemas de Liberación de Fármacos

**Acronym:** NANOBIOFAR

**Institution type:** University

**WEB site:** <http://www.usc.es>

## • Contact Person

**Name:** Dolores

**Surname:** Torres López

**E-mail:** [dolores.torres@usc.es](mailto:dolores.torres@usc.es)

**Phone:** +34 981563100/Ext.14880

**Fax:** +34 981547148

## • Personnel

Surname	Name	E-mail	Type	N&N
Alonso Fernandez	Maria Jose	<a href="mailto:mariaj.alonso@usc.es">mariaj.alonso@usc.es</a>	Permanent staff	100%
Remuñan Lopez	Carmen	<a href="mailto:mdelcarmen.remunan@usc.es">mdelcarmen.remunan@usc.es</a>	Permanent staff	100%
Sanchez Barreiro	Alejandro	<a href="mailto:alejandro.sanchez@usc.es">alejandro.sanchez@usc.es</a>	Permanent staff	100%
Seijo Rey	Begoña	<a href="mailto:mbegona.seijo@usc.es">mbegona.seijo@usc.es</a>	Permanent staff	100%
Torres Lopez	Dolores	<a href="mailto:dolores.torres@usc.es">dolores.torres@usc.es</a>	Permanent staff	100%

## • Infrastructure

### Tools

Tool	Model	Installation Year
Analizador de tamaño de partícula	Zetasizer	2008

## • Projects

Total number of private projects since 2003 (finished): 3

Total private funding since 2003 (finished projects): 164

Total funding from sponsoring since 2003 (closed activities): 19

Total number of private ongoing projects: 3

Total current private funding: 860

Total current funding from sponsoring (ongoing activities): 860

### Public

Title	Funding Institution
Surface-modified nanostructures as carriers for nasal vaccine delivery	Grand Challenges in Global Health, "Bill and Melinda Gates Foundation"
Nanotechnologies for bio-inspired polysaccharides: biological "decoys" designed as knowledge-based multifunctional materials (NANOBIOSACCHARIDES)	Unión Europea - 6th FP- STREP
Bioreactive Composite Scaffold Design for Improved Vascular Connexion of Tissue-Engineered Products (VASCUPLUG)	Unión Europea - 6th FP- STREP

### Private

Title	Funding Institution
Proyecto Nanofarma-Cenit	Pharmamar
Nanofarma-Cenit	Faes Farma S.A
Acuerdo Marco para la implantación y desarrollo de la Unidad	Advanced In Vitro Cell Technologies S.A. (Advancell)

## • Publications

### N° publications

	2006	2007	2008
ISI	13	5	8
Others	2	2	1

**5 more relevant**

"Novel hyaluronic acid-chitosan nanoparticles for ocular gene therapy", authors: 113. De la Fuente M., Seijo B., Alonso M.J. (Invest. Ophthalmol. Vis. Sci., vol.49, pag. 2016-2024, 2008)
"Bioadhesive hyaluronan-chitosan nanoparticles can transport genes across the ocular mucosa and transfect ocular tissue", authors: De la Fuente M., Seijo B, Alonso M.J. (Gene Ther., vol.15, pag. 668-676, 2008)
"Highly efficient system to deliver taxanes into tumor cells: docetaxel-loaded chitosan oligomer colloidal carriers", authors: 117. Lozano M.V., Torrecilla D., Torres D., Vidal A., Domínguez F., Alonso M.J. (Biomacromolecules, vol.9, pag. 2186-2193, 2008)
"PLGA: Poloxamer and PLGA: Poloxamine blend nanostructures as carriers for nasal gene delivery", authors: 101. Csaba N., Sanchez A., Alonso M.J. (J. Control Rel, vol.113, pag. 164-172, 2006)
"Chitosan nanocapsules as carriers for oral peptide delivery: Effect of chitosan molecular weight and type of salt on the in vitro behaviour and in vivo effectiveness", authors: 99. Prego C., Torres D., Alonso M.J. (J. Nanosci. Nanotechnol, vol.6, pag. 2921-2928, 2006)

**Invited Talks**

Nº of Invited Talks

<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
5	2	1

**3 more relevant**

"Nanoparticles and nanocapsules for transmucosal macromolecular drug delivery" Nanotechnology: the applications to Drug Delivery and Tissue engineering, Bangkok, 2006
"Polymer nanoparticles for drug delivery" 30 years of Science with Bob Langer, Boston, USA, 2006
"New therapeutic strategies based on nanotechnologies" VIII Jornadas de la Sociedad Española de Química Terapéutica, Carmona (Sevilla), Noviembre 08

**Doctoral Thesis**

Nº Doctoral Thesis

	<b>2003</b>	<b>2004</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>	<b>2008</b>
<b>Finished</b>	1	3	2	3	1	0

**Topics I (current research)**

- ❖ Nano(bio)technology for medical applications
  - Drug encapsulation
  - Targeted drug delivery, molecular recognition

**Topics II (of interest)**

- ❖ Nano(bio)technology for medical applications
  - Drug encapsulation
  - Targeted drug delivery, molecular recognition

• Needs

a) 2010 - 2012

**Personnel**

1 Technician 1 Post Doc

**Infrastructures**

Liofilizador -Facs

b) 2013 - 2017

**Personnel**

Technician & Post Doc

## Encuesta Nano - Galicia Universidad

ID 9

• **Group**

**Institution name:** Universidad de Santiago de Compostela

**Group name:** GI-1589

**Acronym:** USC

**Institution type:** University

**WEB site:** [www.usc.es](http://www.usc.es)

• **Contact Person**

**Name:** José

**Surname:** Vázquez Tato

**E-mail:** [jose.vazquez@usc.es](mailto:jose.vazquez@usc.es)

**Phone:** +34 982285900

## Encuesta Nano - Galicia Universidad

ID 10

### • Group

**Institution name:** Universidade da Coruña  
**Group name:** Ciencia e Ingeniería de Materiales  
**Acronym:** CIM  
**Institution type:** University  
**WEB site:** <http://www.ii.udc.es/cim>

### • Contact Person

**Name:** Ramón  
**Surname:** Artiaga  
**E-mail:** [rartiaga@udc.es](mailto:rartiaga@udc.es)  
**Phone:** +34 981337400  
**Fax:** +34 981337410

### • Personnel

Surname	Name	E-mail	Type	N&N
García	Laura	<a href="mailto:laurag@cdf.udc.es">laurag@cdf.udc.es</a>	Permanent staff	0%
Mier	Jose Luis	<a href="mailto:jlmier@cdf.udc.es">jlmier@cdf.udc.es</a>	Permanent staff	0%
Naya	Salvador	<a href="mailto:salva@udc.es">salva@udc.es</a>	Permanent staff	0%
Varela	Angel	<a href="mailto:anvalaco@cdf.udc.es">anvalaco@cdf.udc.es</a>	Permanent staff	0%

# Encuesta Nano - Galicia Universidad

ID 11

• Group	• Contact Person
<b>Institution name:</b> University of Coruña	<b>Name:</b> María Antonia
<b>Group name:</b> Grupo de Química del Estado Sólido	<b>Surname:</b> Señaris Rodríguez
<b>Acronym:</b> CorES	<b>E-mail:</b> tonasr@udc.es
<b>Institution type:</b> University	<b>Phone:</b> +34 981167000
<b>WEB site:</b> <a href="http://www.udc.es/dep/qf/es/QES/index.htm">http://www.udc.es/dep/qf/es/QES/index.htm</a>	<b>Fax:</b> +34 981167065

• Personnel					
Surname	Name	E-mail	Type	N&N	
Castro García	Socorro	<a href="mailto:suqui@udc.es">suqui@udc.es</a>	Permanent staff	0%	
Pato Doldán	Breogán	<a href="mailto:bpato@udc.es">bpato@udc.es</a>	Doctoral student (Others)	100%	
Presedo Taboada	Sara	<a href="mailto:spresedo@udc.es">spresedo@udc.es</a>	Doctoral student (Financiación Gallega)	100%	
Sánchez Andújar	Manuel	<a href="mailto:msanchez@udc.es">msanchez@udc.es</a>	PhD	100%	
Señaris Rodríguez	María Antonia	<a href="mailto:tonasr@udc.es">tonasr@udc.es</a>	Permanent staff	0%	
Yáñez Vilar	Susana	<a href="mailto:syanez@udc.es">syanez@udc.es</a>	Doctoral student (Others)	100%	

## • Publications

<u>N° publications</u>			
	2006	2007	2008
ISI	9	5	3

## • Invited Talks

<u>N° of Invited Talks</u>			
	2006	2007	2008
	1	2	1

## • Doctoral Thesis

<u>N° Doctoral Thesis</u>							
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
Finished	0	0	0	2	0	0	

## • Topics I (current research)

- ❖ Nanotechnology for structural applications
  - Nano powered ceramics
  - Nanoparticulate coatings
- ❖ NanoTechnology for information processing storage and transmission
  - Magnetic materials and devices

## • Topics II (of interest)

- ❖ Nanotechnology for structural applications
  - Nano powered ceramics
  - Nanoparticulate coatings
  - Composite materials containing nanocrystals or powders
- ❖ Nano(bio)technology for medical applications
  - Drug encapsulation
  - Targeted drug delivery, molecular recognition
- ❖ NanoTechnology for information processing storage and transmission
  - Magnetic materials and devices

- Needs

**a) 2010 - 2012**

**Personnel**

1 investigador predoctoral 1 investigador postdoctoral

# Encuesta Nano - Galicia Universidad

ID 12

<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Group</b></li> </ul> <p><b>Institution name:</b> Universidad de Vigo  <b>Group name:</b> Inmunology  <b>Acronym:</b> IN1  <b>Institution type:</b> University  <b>WEB site:</b>  <a href="http://webs.uvigo.es/c03/webc03/INMUNOLOGIA/indexinmuno.htm">http://webs.uvigo.es/c03/webc03/INMUNOLOGIA/indexinmuno.htm</a></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>Contact Person</b></li> </ul> <p><b>Name:</b> África  <b>Surname:</b> González-Fernández  <b>E-mail:</b> <a href="mailto:africa@uvigo.es">africa@uvigo.es</a>  <b>Phone:</b> +34 9868812625  <b>Fax:</b> +34 986812556</p>
--	--

## Personnel

Surname	Name	E-mail	Type	N&N
Calvo-Iglesias	Juan	<a href="mailto:juan.calvo@map.es">juan.calvo@map.es</a>	Doctoral Student	50%
Díaz-Freitas	Belén	<a href="mailto:bendi@uvigo.es">bendi@uvigo.es</a>	Doctoral Student (Fin Gal)	100%
Faro-Rivas	José	<a href="mailto:jfaro@uvigo.es">jfaro@uvigo.es</a>	Permanent staff	100%
Garet-Fernandez	Elina	<a href="mailto:melgaret@uvigo.es">melgaret@uvigo.es</a>	Permanent staff	100%
González-Fernández	África	<a href="mailto:africa@uvigo.es">africa@uvigo.es</a>	Permanent staff	100%
Hernández-Fernández	Andrea	<a href="mailto:andreaahf@uvigo.es">andreaahf@uvigo.es</a>	Technician	100%
Lorenzo-Abalde	Silvia	<a href="mailto:slabalde">slabalde</a>	PhD	100%
Mantilla-Aldana	Leonardo	<a href="mailto:leomantilla@uvigo.es">leomantilla@uvigo.es</a>	Doctoral Student (Fin Gal)	100%
Pérez-Estébez	Daniel	<a href="mailto:Daniel@uvigo.es">Daniel@uvigo.es</a>	Doctoral student	100%
Sánchez-Espinel	Christian	<a href="mailto:cristianespinel@uvigo.es">cristianespinel@uvigo.es</a>	Technician	100%
Von Haeften	Bernardo	<a href="mailto:Bvhaeften">Bvhaeften</a>	PhD	100%

## Infrastructure

### a) Tools

Tool	Model	Installation Year
SEM-FIB	Philips	2009
TEM	JEOL-JEM 20-10	2003
	FEG	
SEM	Philips XL-30	2005

### b) Special Infrastructures

Infrastructure	Installation Year	Surface (m2)
Animal house	1995	100

## Projects

Public Title	Funding Institution
Immunotherapy network	Unión Europea
"Desenvolvemento doa resposta inmune en rodaballo e a súa relación coa organoxénese: estudo da resposta inmune e efecto da vacinación".	Xunta de Galicia
"Surface modified nanostructures as delivery vehicles for transmucosal vaccination"	Fundación Bill and Melinda Gates

• Publications

	<u>N° publications</u>		
	2006	2007	2008
ISI	8	6	9

**5 more relevant**

"Label-free specific SERS ultradetection of relevant bioanalytes on silver coated carbon nanotubes: The case of cocaine". Marcos Sanles-Sobrido, Laura Rodríguez-Lorenzo, Silvia Lorenzo-Abalde, África González-Fernández, Miguel A. Correa-Duarte, Ramón A. Alvarez-Puebla, and Luis M. Liz-Marzán. <i>Nanoscale</i> . In Press. 2009
"Generation of a fully human IgM monoclonal antibody directed against human HLA class II molecules: a potential agent in the treatment of haematological malignancies hematological pathologies". Belén Díaz, Irene Sanjuan, Francisco Gambón, Carmen Loureiro, Susana Magadán and África González-Fernández. <i>Cancer Immunology and Immunotherapy</i> , 58, 351-360, 2009
"Immunodetection of <i>Mytilus galloprovincialis</i> larvae using monoclonal antibodies for the monitoring of larval abundance in the Galician coast: comparison with the identification by morphological traits". Pérez, D; Lorenzo-Abalde, S. González-Fernández, A, Fuentes, J. In Press. 2009
"Assessing Methods for Blood Cell Cytotoxic Responses to Inorganic Nanoparticles and Nanoparticle Aggregates". Belén Díaz, Christian Sánchez-Espinel, Manuel Arruebo, José Faro, Encarna de Miguel, Susana Magadán, Clara Yagüe, Rodrigo Fernández-Pacheco, Ricardo Ibarra, Jesús Santamaría, África González-Fernández. <i>Small</i> 4, 2025-2034, 2008
"Immune responses to polysaccharides: lessons from human and mice" Review. África González-Fernández, José M. Faro and Carmen Fernández. <i>Vaccine</i> 26. 292-300, 2008

• Invited Talks

	<u>N° of Invited Talks</u>		
	2006	2007	2008
	9	11	15

**3 more relevant**

NCL Frederick, MD, USA
Conway Institute, Dublin
Instituto de Nanociencia de Aragón. Universidad de Zaragoza

• Doctoral Thesis

	<u>N° Doctoral Thesis</u>						
	2003	2004	2005	2006	2007	2008	
Finished	1	0	0	1	0	2	
Ongoing	0	0	0	0	0	3	

• Patents

a) Registered

<u>National</u>							
03	04	05	06	07	08		
						1	

<u>International</u>							
03	04	05	06	07	08		
						1	

b) Published

<u>National</u>							
03	04	05	06	07	08		
						1	

• Other technology transfer processes & knowledge dissemination activities (not related with patents):  
Contract with Foundation CETMAR

• **Topics I (current research)**

- ❖ Nano(bio)technology for medical applications
  - Drug encapsulation
  - Targeted drug delivery, molecular recognition
- ❖ Nanotechnology for sensor applications
  - Nanostructured sensors
  - Sensor based en biological molecules
- ❖ Long-term research with generic applications
  - Interfacing to organic / biological molecules
- ❖ Instruments and equipment, supporting sciences and technologies
  - Analytical equipment and techniques

• **Topics II (of interest)**

- ❖ Nanotechnology for structural applications
  - Nanoparticulate coatings
- ❖ Nanotechnology for information processing storage and transmission
  - Magnetic materials and devices
- ❖ Nano(bio)technology for medical applications
  - Drug encapsulation
  - Targeted drug delivery, molecular recognition
- ❖ Nanotechnology for sensor applications
  - Nanostructured sensors
  - Sensors based on biological molecules
- ❖ Long-term research with generic applications
  - Interfacing to organic / biological molecules
- ❖ Instruments and equipment, supporting sciences and technologies
  - Analytical equipment and techniques
  - Powder production and processing
  - Deposition equipment and techniques
  - Patterning equipment and techniques

• **Needs**

**a) 2010 - 2012**

**Personnel**

2 PostDocs  
1 Administrative

**Tools**

Multidisciplinary Group

**Infrastructures**

Multilector: Enzime-Luminiscence-Fluorescence  
Facsorter animal house facilities

**Others**

**b) 2013 - 2017**

**Personnel**

4 Postdocs  
2 Technician.  
1 Administrative

**Infrastructures**

New Culture Laboratory

# Encuesta Nano - Galicia Universidad

ID 13

● Group	● Contact Person
<b>Institution name:</b> Universidad de Vigo <b>Group name:</b> Electroanalysis and Biosensors <b>Acronym:</b> QA3 <b>Institution type:</b> University <b>WEB site:</b> <a href="http://www.uvigo.es/indice/index.gl.htm">http://www.uvigo.es/indice/index.gl.htm</a>	<b>Name:</b> Elisa <b>Surname:</b> González Romero <b>E-mail:</b> <a href="mailto:eromero@uvigo.es">eromero@uvigo.es</a> <b>Phone:</b> +34 986812240 <b>Fax:</b> +34 986812556 <b>Personal WEB site:</b> <a href="http://webs.uvigo.es/qanaim/">http://webs.uvigo.es/qanaim/</a>

● Personnel					
Surname	Name	E-mail	Type	N&N	
Carro-Pérez	Iria	<a href="mailto:iriacarro@uvigo.es">iriacarro@uvigo.es</a>	Doctoral student (Others)	65%	
González-Costas	Javier M	<a href="mailto:vichu@uvigo.es">vichu@uvigo.es</a>	Doctoral student (Others)	70%	
González-Romero	Elisa	<a href="mailto:eromero@uvigo.es">eromero@uvigo.es</a>	Permanent staff	100%	
González-Veiga	Cristina	<a href="mailto:cgveiga@uvigo.es">cgveiga@uvigo.es</a>	Doctoral student (Others)	65%	
Mbarek	Sihem	<a href="mailto:sihemmbarek@gmail.com">sihemmbarek@gmail.com</a>	Doctoral student (Others)	50%	

## ● Infrastructure

### a) Tools

Tool	Trade name	Model	Installation Year
Balance	AND		1994
Baths criostats/thermostats	JULABO F12		2004
Analytical Balance	AND		1994
Freezer	EDESA		1995
Refrigerator	BALAY		1995
OVEN	SELECTA		1997
ULTRAPURE WATER SYSTEM	RO1-COMPACT-PETLAB		2007
Ultrasonic Bath	FUNGILAB		2008
STIRRERS	SOME		1993
744 pH-Meter	METROHM		1995

### b) Special Infrastructures

Infrastructure	Installation Year	Surface (m2)	Main tools available
POLAROGRAPHIC INSTRUMENT	1992	1	POLARECORD E-506 de METROHM. , with the following accesories: VA-Scanner; X-Y Recorder Ly 16100-II
POTENTIOSTAT/GALVANOSTAT	2002	1	Multimode Electrodes, computer systems and SAI and current stabilizers: Salicru Mod-RE-1009-2T y APC-BackUPS-650.
Laboratory	2001	80	Vaacum Line • Nitrogen Distribution Line. Distiller. Extractor chamber (fume). Safety cupboards
POTENTIOSTAT/GALVANOSTAT	2004	1	PGSTAT-12 ECOCHEMIE e IMEM 7321.with the following accesories: 663VA Stand Hg Multimode Electrodes, computer systems and SAI and current stabilizers: Salicru Mod-RE-1009-2T and MG-BackUPS systems
POTENTIOSTAT/GALVANOSTAT	2004	1	PGSTAT-30 ECOCHEMIE, with the following accesories: computer systems and SAI and current stabilizers: Salicru Mod-RE-1009-2T y APC-BackUPS-650
POTENTIOSTAT	1993	1	POTENCIOSTATO BAS CV-27., with the following accesories: Cell Stand-; Amplifier of current; Registro X-Y-

• **Projects**

Total number of private projects since 2003 (finished): 0  
 Total private funding since 2003 (finished projects): 0  
 Total funding from sponsoring since 2003 (closed activities): 237

Total number of private ongoing projects: 0  
 Total current private funding: 0  
 Total current funding from sponsoring (ongoing activities): 110

**Public**

Title	Funding Institution
Determinación de las Constantes de distribución de Antioxidantes en Emulsiones Modelo de Alimentos mediante Técnicas Electroquímicas	Xunta de Galicia.
Diseño de Biosensores Amperométricos y sus aplicaciones Agroalimentarias	Others
Detectores Moleculares con Actividad Endonucleasa como Base para el Diseño de Genosensores. Aplicaciones Terapéuticas	Ministerio de Educación y Ciencia (MEC)

• **Publications**

N° publications

	2006	2007	2008
ISI	2	0	0

**5 more relevant**

"Dediazoniation of 4-nitrobenzenediazonium ions in acidic MeOH/H <sub>2</sub> O mixtures: role of acidity and MeOH concentration on the formation of transient diazo ethers that initiate homolytic dediazonation", authors: R. Pazo-Lorente, H. Maskill, C. Bravo-Díaz y E. González-Romero ( Eur. J. Org. Chem, vol.9, pag. 2201, 2006)
"Determining $\alpha$ -tocopherol distributions between the oil, water, and interfacial regions of macroemulsions: Novel applications of electroanalytical chemistry and the pseudophase kinetic model", authors: Gunaseelan, K.; Romsted, Laurence S.; Pastoriza Gallego, Maria-Jose; Gonzalez-Romero, Elisa; Bravo-Diaz, Carlos (Advances in Colloid and Interface Science, vol.123-126, pag. 303, 2006)

• **Invited Talks**

N° of Invited Talks

	2006	2007	2008
	0	1	1

**3 more relevant**

98thAOCs-2007Quebec-Determining Antioxidant Distributions Between Oil, Water and Interfacial Regions of Model Food Emulsions., Gunaseelan Krishnan1, Laurence S. Romsted1, Carlos Bravo-Díaz2, Elisa González-Romero2
17thSIS-2008Berlin-Applying a Pseudophase Model to Bimolecular Reactions in Fluid, Opaque, Emulsions: Antioxidant Distributions between Oil, Interfacial, and Aqueous Regions Laurence S. Romsted(1), K. Gunaseelan(1), Carlos Bravo Diaz(2), and Elisa Go

• **Doctoral Thesis**

N° Doctoral Thesis

	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Finished	0	2	0	1	0	0
Ongoing	0	0	0	0	0	1

· Other activities allowing/enhancing international cooperation-visibility (without direct funding for the Institution/Group) :

Participation in networks, blogs, associations, committees, etc.

• **Topics (current research)**

- ❖ Nanotechnology for structural applications  
Materials based on carbon nanotubes o fullerenes  
Nanoparticulate coatings
- ❖ NanoTechnology for information processing storage and transmission  
Nanoelectronics, materials and devices
- ❖ Nanotechnology for sensor applications  
Nanostructured sensors  
Sensors based on biological molecules
- ❖ Nanotechnology for (electro)chemical processing technologies  
Catalysts or electrodes with nano-structured surface
- ❖ Long-term research with generic applications  
Self- assembly
- ❖ Instruments and equipment, supporting sciences and technologies  
Analytical equipment and techniques

• **Needs**

**a) 2010 - 2012**

**Personnel**

1 FPI fellowship and 1 technician contracted

**Tools**

ELECTRODES AND CELLS Labware and reactivess Pipettors and tips

**Infrastructures**

Renew the informatics systems connected to the electrochemical instruments and current stabilizers. Install an Air conditioning to keep temperature lower than 20 °C full time in the lab. Acquire an accessory to PGSTAT 30: Impedance Module. Acquire an EPPENDORF CENTRIFUGE REFRIGERATED. Acquire an ice machine

**Others**

Participation in Meeting, networks, committees, research visits, bibliography, repairs of equipments ....

**b) 2013 - 2017**

**Personnel**

1 FPI fellowship and 1 technician contracted

**Tools**

ELECTRODES AND CELLS Labware and reactivess

**Infrastructures**

GEL Electrophoresis (SDS-PAGE) Liofilizer PERISTALTIC PUMP.

**Others**

Participation in Meeting, networks, committees, research visits, bibliography, repairs of equipments ...

# Encuesta Nano - Galicia Universidad

ID 14

• **Group**

**Institution name:** Universidad de Vigo  
**Group name:** Colloidal Chemistry Group  
**Acronym:** QF1  
**Institution type:** University  
**WEB site:** <http://webs.uvigo.es/coloides/nano/mail.htm>

• **Contact Person**

**Name:** Luis Manuel  
**Surname:** Liz-Marzán  
**E-mail:** [imarzan@uvigo.es](mailto:imarzan@uvigo.es)  
**Phone:** +34 986812298  
**Fax:** +34 986812256

• **Personnel**

Surname	Name	E-mail	Type	N&N
Abalde Cela	Sara	<a href="mailto:saraabalde@uvigo.es">saraabalde@uvigo.es</a>	Doctoral student (Others)	100%
Aldeanueva Potel	Paula	<a href="mailto:paula.aldeanueva@uvigo.es">paula.aldeanueva@uvigo.es</a>	Doctoral student (Others)	100%
Alvarez Puebla	Ramon Angel	<a href="mailto:ramon.alvarez@uvigo.es">ramon.alvarez@uvigo.es</a>	Post Doc	100%
Angelomé	Paula Cecilia	<a href="mailto:angelome@uvigo.es">angelome@uvigo.es</a>	Post Doc	100%
Antequera García	Gema	<a href="mailto:antequera@uvigo.es">antequera@uvigo.es</a>	Post Doc	100%
Barbosa Fernández	Silvia	<a href="mailto:silvia.barbosa@uvigo.es">silvia.barbosa@uvigo.es</a>	Post Doc	100%
Cabaleiro Lago	Celia	<a href="mailto:celiacl@uvigo.es">celiacl@uvigo.es</a>	Post Doc	100%
Carbó Argibay	Enrique	<a href="mailto:carboargibay@uvigo.es">carboargibay@uvigo.es</a>	Doctoral student (Others)	100%
Cardinal	Maria Fernánda	<a href="mailto:mfcardinal@uvigo.es">mfcardinal@uvigo.es</a>	Doctoral student (Others)	100%
Carregal Romero	Susana	<a href="mailto:scarregal@uvigo.es">scarregal@uvigo.es</a>	Doctoral student (Others)	
Correa Duarte	Miguel Angel	<a href="mailto:macorrea@uvigo.es">macorrea@uvigo.es</a>	Post Doc	100%
Fernández López	Cristina	<a href="mailto:chicha@uvigo.es">chicha@uvigo.es</a>	Technician	100%
Fernández Novoa	Alejandro	<a href="mailto:afnovo@uvigo.es">afnovo@uvigo.es</a>	Permanent staff	100%
Glaría	Arnaud	<a href="mailto:glaria@uvigo.es">glaria@uvigo.es</a>	Doctoral student (Others)	100%
Gómez Graña	Sergio	<a href="mailto:segomez@uvigo.es">segomez@uvigo.es</a>	Doctoral student (F Gallega)	100%
Grzelczak	Marcin	<a href="mailto:marcin@uvigo.es">marcin@uvigo.es</a>	Doctoral student (F Gallega)	100%
Guerrero Martínez	Andrés	<a href="mailto:aguerrero@uvigo.es">aguerrero@uvigo.es</a>	Post Doc	100%
Hervés Beloso	Juan Pablo	<a href="mailto:jherves@uvigo.es">jherves@uvigo.es</a>	Permanent staff	100%
Lobao Nascimento	Ana Claudia	<a href="mailto:aclobao@gmail.com">aclobao@gmail.com</a>	Doctoral student (Others)	50%
Mateo Mateo	Cintia	<a href="mailto:cintia.mateo@uvigo.es">cintia.mateo@uvigo.es</a>	Doctoral student (Others)	100%
Ni	Weihai	<a href="mailto:niweihai@uvigo.es">niweihai@uvigo.es</a>	Post Doc	100%
Pastoriza Santos	Isabel	<a href="mailto:pastoriza@uvigo.es">pastoriza@uvigo.es</a>	Post Doc	100%
Pazos Pérez	Nicolás	<a href="mailto:nicolaspazos@uvigo.es">nicolaspazos@uvigo.es</a>	Post Doc	100%
Pérez Juste	Jorge	<a href="mailto:juste@uvigo.es">juste@uvigo.es</a>	Post Doc	100%
Pérez Lorenzo	Moises	<a href="mailto:moisespl@uvigo.es">moisespl@uvigo.es</a>	Post Doc	100%
Rodríguez González	Jose Benito	<a href="mailto:jbenito@uvigo.es">jbenito@uvigo.es</a>	Others (Contracted person)	25%
Rodríguez Lorenzo	Laura	<a href="mailto:laurarodriguezl@uvigo.es">laurarodriguezl@uvigo.es</a>	Doctoral student (Others)	100%
Romo Herrera	Jose Manuel	<a href="mailto:romoherrera@uvigo.es">romoherrera@uvigo.es</a>	Post Doc	100%
Sánchez Iglesias	Ana Maria	<a href="mailto:anasan@uvigo.es">anasan@uvigo.es</a>	Technician	100%
Sanles Sobrido	Marcos	<a href="mailto:msanles@uvigo.es">msanles@uvigo.es</a>	Doctoral student (Others)	100%
Serafinelli	Caterina	<a href="mailto:caterina.serafinelli@uvigo.es">caterina.serafinelli@uvigo.es</a>	Doctoral student (Others)	100%
Taladriz Blanco	Patricia	<a href="mailto:ptaladriz@uvigo.es">ptaladriz@uvigo.es</a>	Doctoral student (Others)	100%
Vallejo	Luis Martin	<a href="mailto:laurarodriguezl@uvigo.es">laurarodriguezl@uvigo.es</a>	Technician	100%

• Infrastructure

Tool	Trade name	Model	Installation Year	Tool specificities
Spectrophotometer-UV-visible-NIR	Varian	Cary 5000 UV-Vis-NIR	2002	
Transmission Electron Microscopes	JEOL	JEM-2010F		available through CACTI, U. Vigo
Transmission Electron Microscopes	Philips	CM20		available through CACTI, U. Vigo
Transmission Electron Microscopes	JEOL	JEM1010		available through CACTI, U. Vigo
Scanning Electron Microscope	JEOL	JSM-6700F		available through CACTI, U. Vigo
Confocal Raman Microscope	Joriba - Jovin Yvon			available through CACTI, U. Vigo
X-Ray Photoelectronic spectroscopy (XPS) / Auger Electrons (AES)	VG	Escalab 250 iXL		available through CACTI, U. Vigo
Atomic Force Microscope (AFM)	Veeco	Nanoscope V		available through CACTI, U. Vigo
Scanning Near Field Optical Microscopy (SNOM)	Veeco	Aurora 3		
Dark Field Microscope			2008	
Spectrophotometers	Varian	Cary 500 UV-visible	2000	
Spectrophotometers	Agilent	8453 UV-vis	2000	
Photon correlation spectroscopy (PCS)	Malvern Instruments, Malvern UK	Zetasizer Nano S		
Confocal Raman Spectrometer	Renishaw	Invia	2008	

• Projects

Total number of private projects since 2003 (finished): 2	Total number of private ongoing projects: 1
Total private funding since 2003 (finished projects): 115000	Total current private funding: 75000
Total funding from sponsoring since 2003 (closed activities): 5	Total current funding from sponsoring (ongoing activities): 13

**Public**

Title	Funding Institution
Toolbox for Directed and Controlled Self-Assembly of nano-Colloids	Unión Europea
Diseño racional de (bio)sensores basados en nanopartículas metálicas	Ministerio de Educación y Ciencia (MEC)
Nanotecnologías para Aplicaciones en Biomedicina	Ministerio de Educación y Ciencia (MEC)

**Private**

Title	Funding Institution
Design of Metal Nanoparticles for Applications	confidential
Evaluation of Metal Nanoparticles for Applications	confidential
Synthesis of metallic nanoparticles using MW heating	EADS / ESA

• Publications

	<u>N° publications</u>		
	2006	2007	2008
ISI	30	21	25

**5 more relevant**

Fluorescent Anisotropic Zeolite L Core – Isotropic Silica Shell Containers. A. Guerrero-Martínez, S. Fibikar, I. Pastoriza-Santos, L.M. Liz-Marzán, L. De Cola. <i>Angew. Chem., Int. Ed.</i> 48. 1266, 2009
Zeptomol detection through controlled ultrasensitive surface-enhanced Raman scattering. L. Rodríguez-Lorenzo, R.A. Álvarez-Puebla, I. Pastoriza-Santos, S. Mazzucco, O. Stéphan, M. Kociak, L.M. Liz-Marzán, F.J. García de Abajo. <i>J. Am. Chem. Soc.</i> 131. 4616, 2009
Shape control in Gold Nanoparticle Synthesis. M. Grzelczak, J. Pérez-Juste, P. Mulvaney, L.M. Liz-Marzán. <i>Chem. Soc. Rev.</i> 37. 1792. 2008
Quantitative strain distributions in decahedral gold nanoparticles by aberration-free high-resolution electron microscopy. C.L. Johnson, E. Snoeck, M. Ezcurdia, B. Rodríguez-González, I. Pastoriza-Santos, L.M. Liz-Marzán, M.J. Hÿtch. <i>Nature Materials.</i> 7, 120. 2008
Mapping surface plasmons on a single metallic nanoparticle. J. Nelayah, M. Kociak, O. Stéphan, F.J. García de Abajo, M. Tencé, L. Henrard, D. Taverna, I. Pastoriza-Santos, L. M. Liz-Marzán, C. Colliex. <i>Nature Physics.</i> Vol 3. 348, 2007

• Invited Talks

	<u>N° of Invited Talks</u>		
	2006	2007	2008
	5	6	14

**3 more relevant**

XIII International Symposium on Small Particles and Inorganic Clusters, Sweden 2006
ECIS 2007, Switzerland 2007
ICONN 2008, Australia 2008

• Doctoral Thesis

	<u>N° Doctoral Thesis</u>					
	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Finished	1	0	1	1	0	4
Ongoing	0	0	0	4	5	11

• Patents

a) Registered

<u>International</u>
03 04 05 06 07 08
1

b) Published

<u>International</u>
03 04 05 06 07 08
1

• Other activities allowing/enhancing international cooperation-visibility (without direct funding for the Institution/Group) :

Participation in networks, blogs, associations, committees, etc.

• **Topics (current research)**

- ❖ Nanotechnology for structural applications  
Materials based on carbon nanotubes or fullerenes
- ❖ Nanotechnology for information processing storage and transmission  
Optoelectronics/optical materials and devices  
Magnetic materials and devices
- ❖ Nanotechnology for sensor applications  
Nanostructured sensors
- ❖ Long-term research with generic applications  
Self-assembly

• **Topics II (of interest)**

- ❖ Nanotechnology for structural applications  
Materials based on carbon nanotubes or fullerenes
- ❖ Nanotechnology for information processing storage and transmission  
Optoelectronics/optical materials and devices  
Magnetic materials and devices
- ❖ Nanotechnology for sensor applications  
Nanostructured sensors
- ❖ Long-term research with generic applications  
Self-assembly

• **Needs**

a) **2010 - 2012**

**Personnel**

2 PostDocs  
1 Administrative

**Tools**

Multidisciplinary Group

**Infrastructures**

Multilector: Enzime-Luminiscence-Fluorescence  
Facsorter animal house facilities

**Others**

b) **2013 - 2017**

**Personnel**

4 Postdocs  
2 Technician.  
1 Administrative

**Infrastructures**

New Culture Laboratory

# Encuesta Nano - Galicia Empresa

ID 15

## • Group

**Institution name:** Neoker, S.L.  
**Group name:** Neoker, S.L.  
**Acronym:** Neoker  
**Institution type:** Company  
**WEB site:** [www.neoker.org](http://www.neoker.org)

## • Contact Person

**Name:** Carmen  
**Surname:** Cerecedo  
**E-mail:** [cerecedo@neoker.org](mailto:cerecedo@neoker.org)  
**Phone:** +34 685476828

## • Personnel

Surname	Name	E-mail	Type	N&N
Cerecedo	Carmen	<a href="mailto:cerecedo@neoker.org">cerecedo@neoker.org</a>	Doctor	100%
Cerecedo	Juan		Technician	100%
Valcarcel	Victor	<a href="mailto:valcarcel@neoker.org">valcarcel@neoker.org</a>	Doctor	50%
Villaverde	Maria Pilar		Technician	100%

## • Patents

Licensed

<u>National</u>					<u>International</u>						
03	04	05	06	07	08	03	04	05	06	07	08
1	1	1								1	

## • Topics

- ❖ Nanotechnology for structural applications
- Nano powered ceramics
- Composite materials containing nanocrystals or powders

## • Needs

a) 2010 - 2012

Personnel	Infrastructure
8	500000
<b>Tools</b>	
6000	

b) 2013 - 2017

Personnel	Infrastructure
25	6000000

# Encuesta Nano - Galicia Empresa

ID 16

## • Group

**Institution name:** NANOGAP SUB-NM-POWDER,S.A.  
**Group name:**  
**Acronym:** NANOGAP  
**Institution type:** Company  
**WEB site:** [www.nanogap.es](http://www.nanogap.es)

## • Contact Person

**Name:** Tatiana  
**Surname:** López  
**E-mail:** [tatiana.lopez@nanogap.es](mailto:tatiana.lopez@nanogap.es)  
**Phone:** +34 981523897  
**Fax:** +34 981523897

## • Personnel

Surname	Name	Type	N&N
Calvo	Javier	Permanent staff	100%
Canedo	Noelia	Permanent staff	35%
Duran	Noelia	Permanent staff	100%
Lopez	Tatiana	Permanent staff	75%
Lopez	Marta	Permanent staff	100%
Pardinas	Ivan	Permanent staff	100%
Vidal	Jorge	Permanent staff	100%

## • Infrastructure

Tool	Trade name	Model	Installation Year
reactor	de dietrich		2008
spectrophotometer	shimadzu	uv1700	2006
potenciostate	votalab	pst050	2006
UV lamp	uvp light sources		2009
centrifuge	selecta	meditronic	2006

## • Projects

Total number of private projects since 2003 (finished): -  
 Total private funding since 2003 (finished projects): -  
 Total funding from sponsoring since 2003 (closed activities): -

Total number of private ongoing projects: -  
 Total current private funding: -  
 Total current funding from sponsoring (ongoing activities): 210160

## • Patents

### a) Registered

National  
 03 04 05 06 07 08  
 1

International  
 03 04 05 06 07 08  
 1

### b) Published

National  
 03 04 05 06 07 08  
 1

• **Topics (current research)**

- ❖ Nanotechnology for structural applications
  - Composite materials containing nanocrystals or powders
  - Nanoparticulate coatings
- ❖ NanoTechnology for information processing storage and transmission
  - Nanoelectronics, materials and devices
  - Magnetic materials and devices
- ❖ Nano(bio)technology for medical applications
  - Others - specify: Fluorescent biolabeling
- ❖ Nanotechnology for (electro)chemical processing technologies
  - Catalysts or electrodes with nano-structured surface
  - Nanoparticulate coatings
- ❖ Long-term research with generic applications
  - Interfacing to organic / biological molecules

• **Topics II (of interest)**

- ❖ Nanotechnology for structural applications
  - Composite materials containing nanocrystals or powders
  - Nanoparticulate coatings
- ❖ NanoTechnology for information processing storage and transmission
  - Nanoelectronics, materials and devices
  - Magnetic materials and devices
- ❖ Nano(bio)technology for medical applications
  - Others - specify: Fluorescent biolabeling
- ❖ Nanotechnology for (electro)chemical processing technologies
  - Catalysts or electrodes with nano-structured surface
  - Nanoparticulate coatings
- ❖ Long-term research with generic applications
  - Interfacing to organic / biological molecules

# Encuesta Nano - Galicia Empresa

ID 17

## Group

**Institution name:** Applied Mass Spectrometry Lab. S.L.  
**Group name:**  
**Acronym:** AMSlab  
**Institution type:** Company  
**WEB site:** [www.ams-lab.com](http://www.ams-lab.com)

## Contact Person

**Name:** Manuel  
**Surname:** Lolo  
**E-mail:** [manuel.lolo@ams-lab.com](mailto:manuel.lolo@ams-lab.com)  
**Phone:** +34 982808074  
**Fax:** +34 982803180

## Personnel

Surname	Name	E-mail	Type	N&N
Carreira	Ana	<a href="mailto:ana.carreira@ams-lab.com">ana.carreira@ams-lab.com</a>	Permanent staff	100%
Fernández	María	<a href="mailto:maria.fernandez@ams-lab.com">maria.fernandez@ams-lab.com</a>	Permanent staff	100%
Lolo	Manuel	<a href="mailto:manuel.lolo@ams-lab.com">manuel.lolo@ams-lab.com</a>	Permanent staff	100%
Pedreira	Sandra	<a href="mailto:sandra.pedreira@ams-lab.com">sandra.pedreira@ams-lab.com</a>	Permanent staff	100%
Polín	Iago	<a href="mailto:iago.polin@ams-lab.com">iago.polin@ams-lab.com</a>	Permanent staff	100%

## Infrastructure

Tool	Trade name	Model	Installation Year
Espectrómetro de masas	Applied Biosystems	4000 QTRAP System	2008
Bomba Rotatoria	Varian	849-9365R002	2008
Estación Adquisición de Datos	Dell	Dell Precision 390	2008
Software Analyst	AB/ASCIEX	V:1.5	2008
Compresor de Aire	Atlas Copco	SF4	2008
Generador de Nitrógeno	Peak Scientific	NM 20Z	2008
Bomba de Infusión	Harvard Apparatus	22	2008
Estación de Procesado	Dell	Dell Precision 380	2008
Freezer	LG	GR-3992EW	2008
Edgeport USB Converter	Digi	Edgeport/8	2008
Manifold System	Waters	20 positions	2008
Bomba de Vacío	Sartorius	16694-2-50-06	2008
Microcentrifuga	Beckman Coulter	CAT NO A46473	2008
Bomba Binaria HPLC	Agilent	G1312B	2008
Sistema Desgasificación HPLC	Agilent	G1379B	2008
Inyector HPLC	Agilent	G1367D	2008
Refrigerador Inyector HPLC	Agilent	G1330B	2008
Horno Columna HPLC	Agilent	G1316B	2008
Detector PDA HPLC	Agilent	G1315C	2008
Módulo de Control	Agilent	G4208A	2008
Balanza Analítica	Sartorius	CPA225D	2008
Granatario	Sartorius	TE2101	2008
Congelador -30°	Liebherr	5210 20A/001	2008
PhMetro	Sartorius	Docu-pHmeter	2008
Electrodo	Sartorius	PY-P11	2008
DocuClip	Satorius	DocuClip	2008
Ultrasonidos	Axton	CD-4820	2008
Evaporator	Zymark	Turbo Vap LV	2008
Agitador Magnético con Placa Calefactora	Ovan	Basicmagmix MBG05	2008
Columna Aqua	Phenomenex	Aqua C18 125A	2008
Centrifuga	Hettich	Universal 320R Typo 1406	2009
Estufa	Memmert	UFE-500	2009
Vitrina Extracción Gases	F. S. Mobiliario Laboratorio	Vitrina 1500	2009
Pellet Pestle	Kontes	Z359971-EA	2009
Desecador Vidrio	Nahita	4 I	2009

• **Infrastructure**

**Special Infrastructures**

Infrastructure	Installation Year	Surface (m2)
Weighing Area	2008	3
Warehouse	2008	3
Sample Storage	2008	5
Instrumentation Area	2008	21
Warehouse II	2008	7
Sample Preparation Area	2008	43
Technical Area	2008	16
Sample Reception	2008	19
Direction Area	2008	34

• **Publications**

**5 more relevant**

Monitoring the solid-phase synthesis of depsides and depsipeptides. A color test for hydroxy groups linked to a resin". Kuisle, O; Lolo, M; Quiñoá, E; Riguera, R. Tetrahedron, 129. 2. 2000
"Use of the diphasic dialysis as a new extraction procedure in the determination of enrofloxacin and ciprofloxacin in egg". M. Lolo., S. Pedreira, C. Fente, B.I. Vázquez, C.M. Franco, A. Cepeda. Analytica Chimica Acta, 480. 123. 2003
"Detection of synthetic corticosteroids in bovine urine by chemiluminescence highperformance liquid chromatography". B. I. Vázquez, X. Feás, M. Lolo, C. A. Fente, C.M. Franco and A. Cepeda. Luminiscence. 20. 197, 2005
"Study of Enrofloxacin Depletion in the Eggs of Laying Hens Using Diphasic Dialysis Extraction/Purification and Determinative HPLC-MS Analysis". M. Lolo., S. Pedreira, C. Fente, B.I. Vázquez, C.M. Franco, A. Cepeda. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53. 2849. 2005
"Cryogenic grinding pre-treatment improves extraction efficiency of fluorquinolones for HPLC-MS/MS determination in animal tissue". Manuel Lolo. Sandra Pedreira. Beatriz I. Vázquez. Carlos M. Franco. Alberto Cepeda. Cristina A. Fente. Anal Bioanal Chem, 387. 1933. 2007

• **Invited Talks**

**3 more relevant**

17th International Mass Spectrometry Conference
1st International Symposium on Recent Advances in Food Analysis
5th Control of Residues in Food: Analytic and Inspection Conference

• **Needs**

**2010 - 2012**

**Personnel**

3 more permanent staff

**Tools**

One more Mass Spectrometer and more laboratory tools.

**Infrastructures**

A new location is foreseen for the laboratory in 2011, so we will need new installations for it.



## Encuesta Nano - Galicia Centro Tec.

ID 18

### • Group

**Institution name:** Centro Galego do Plastico

**Group name:**

**Acronym:** CGAP

**Institution type:** Technological Center

**WEB site:** [www.cgap.es](http://www.cgap.es)

### • Contact Person

**Name:** Santiago

**Surname:** García Pardo

**E-mail:** [sgarcia@cgap.es](mailto:sgarcia@cgap.es)

**Phone:** +34 981337159

**Fax:** +34 981337158

### • Topics (current research)

- ❖ Nanotechnology for structural applications
  - Composite materials containing nanocrystals or powders
  - Materials based on carbon nanotubes or fullerenes
  - Nanoparticulate coatings

# Encuesta Nano - Galicia Centro Tecn.

ID 19

Group	Contact Person
<p><b>Institution name:</b> Centro Tecnológico de Automoción de Galicia</p> <p><b>Group name:</b> Area de desarrollo producto proceso plástico</p> <p><b>Acronym:</b> CTAG</p> <p><b>Institution type:</b> Technological Center</p> <p><b>WEB site:</b> <a href="http://www.ctag.com">www.ctag.com</a></p>	<p><b>Name:</b> Alberto</p> <p><b>Surname:</b> Tielas Macía</p> <p><b>E-mail:</b> <a href="mailto:Alberto.tielas@ctag.com">Alberto.tielas@ctag.com</a></p> <p><b>Phone:</b> +34 986 900 300 Ext 319</p> <p><b>Fax:</b> +34 986900301</p>

Personnel				
Surname	Name	E-mail	Type	N&N
Fernández	Basilio	<a href="mailto:basilio.fernandez@ctag.com">basilio.fernandez@ctag.com</a>	Technician	25%
Garcia	Denise	<a href="mailto:denise.garcia@ctag.com">denise.garcia@ctag.com</a>	Permanent staff	50%
Ledo	Raquel	<a href="mailto:raquel.ledo@ctag.com">raquel.ledo@ctag.com</a>	Permanent staff	50%
Ventosinos	Vanessa	<a href="mailto:vanesa.ventosinos@ctag.com">vanesa.ventosinos@ctag.com</a>	Permanent staff	50%

## Infraestructure

### Special Infrastructures

Infrastructure	Installation Year	Surface (m2)	Main tools available
Injection Moulding Lab	2002	40	<ul style="list-style-type: none"> <li>Direct Metal Laser Sintering (DMLS) for manufacturing of metallic parts, prototype moulds, inserts with complex geometries.</li> <li>Selective laser sintering (SLS) using polyamide as the precursor material for small pre-series and prototypes.</li> <li>Manufacturing of small pre-series with silicon moulds using vacuum casting methods.</li> </ul>
Material Labs	2002	50	<ul style="list-style-type: none"> <li>Universal test machine for traction-compression incorporated inside a climatic chamber and equipped with video extensometer (10kN)</li> <li>Universal test bed for traction (10Tm)</li> <li>Shore Durometer A &amp; D</li> <li>Spectrocolorimeter and reflecto-meter.</li> <li>Colour comparison chamber</li> <li>Electronic magnifying lenses 63x</li> <li>Coating thickness measurer</li> <li>Coating hardness measurer– Pendulum Persoz, Sclerometer Erichsen</li> <li>Bench for resistance tests to gravel</li> <li>Volatile measuring machines (fogging test, volatility)</li> <li>Horizontal combustion chamber</li> <li>Abrasion meters (Martindale, Crockmeter, rotary abrasion)</li> <li>Cold impact test equipment</li> <li>Stoves (up to 400 °C)</li> <li>Precision weight scales</li> <li>Test equipments for cables following ISO 6722 (abrasion, Insulator adherence, cold impact...)</li> <li>Electric test equipment (ohmmeters, Multi tester, Nan voltmeter, Low intensity precision source...).</li> </ul>
Climatic Lab	2002	100	<ul style="list-style-type: none"> <li>Complete car climatic chamber with solar radiation system.</li> <li>Climatic chambers combined with vibrators.</li> <li>Thermal impact chamber. Allows automatic sharp temperature changes on components to analyse their consequences.</li> <li>Climatic chamber with sunlight radiation according to DIN 75220.</li> <li>Salt mist chamber. In addition to salt mist tests, it also allows parts to be submitted to wet-dry cycles.</li> <li>Ozone resistance chamber. Tests are carried out on rubber and plastics affected by this gas in order to study their degradation or crocodiling.</li> <li>Chamber for testing resistance to light and weather conditions Weather-Ometer where accelerated ageing is achieved by sunlight exposure.</li> <li>Other equipments: smaller climatic chambers, stove, freezer with forced air circulation, dust resistance chamber...</li> </ul>



Rapid Prototyping Lab	2002	40	- Direct Metal Laser Sintering (DMLS) for manufacturing of metallic parts, prototype moulds, inserts with complex geometries. - Selective laser sintering (SLS) using polyamide as the precursor material for small pre-series and prototypes. - Manufacturing of small pre-series with silicon moulds using vacuum casting methods.
Design, Simulation and Calculation	2002	50	- CATIA V4 and V5 - UNIGRAPHICS NX5 - NASTRAN, MARK - HYPERMESH - PAMCRASH - MOLDFLOW - FLUENT - QUEST - IGRIP

• **Projects**

**Public**

Title	Funding Institution
Design of high-added value products based on carbon nanostructures and polymer resins (NANOCIT)	Ministerio de Industria
Reduction of environmental impact of vehicles by means of the structural lightening based on low-cost carbon composites without compromising the security and comfort (LIGHTCARBONCARS)	Ministerio de Industria
Development of an innovative catalysis system for the automobile sector based on advanced nanoparticles (NANOCAV)	Ministerio de Industria

• **Invited Talks**

N° of Invited Talks

2006	2007	2008
1	2	3

3 more relevant

International Conference of Biodegradable Plastic in the International Plastics and Rubber Fair 2008 (EQUIPLAST)
Seminars about plastics for the automobile industry in the Automobile Master Degree (U. Vigo, CEAGA and CTAG)
Training seminars in the University of Vigo courses: 'Design and manufacturing of plastic materials in the automobile industry'

• **Other technology transfer processes & knowledge dissemination activities (not related with patents):**

Participation in Technology Platforms  
President of the Galician Automotive Technological Platform

• **Topics I (current research)**

- ❖ Nanotechnology for structural applications  
Materials based on carbon nanotubes or fullerenes
- ❖ Nanotechnology for sensor applications  
Nanostructured sensors

• **Topics II (of interest)**

- ❖ Nanotechnology for structural applications  
Materials based on carbon nanotubes or fullerenes
- ❖ NanoTechnology for information processing storage and transmission  
Nanoelectronics, materials and devices
- ❖ Nanotechnology for sensor applications  
Nanostructured sensors

• **Needs**

a) 2010 - 2012

**Infrastructures**

Tools and equipment for the mixture of plastic matrixes and nanofillers/nanofibres

**Tools**

Extruder with the capacity to mix nanoscale particles

## Encuesta Nano - Galicia Centro Tec.

ID 20

### • Group • Contact Person

<p><b>Institution name:</b> Laboratorio Oficial de Metrología de Galicia  <b>Acronym:</b> LOMG  <b>Institution type:</b> Technology Center  <b>WEB site:</b> <a href="http://www.lomg.net">www.lomg.net</a></p>	<p><b>Name:</b> Higinio  <b>Surname:</b> Gonzalez Jorge  <b>E-mail:</b> <a href="mailto:hgonzalez@lomg.net">hgonzalez@lomg.net</a>  <b>Phone:</b> +34 988368124  <b>Fax:</b> +34 988368125</p>
---	--

### • Personnel

Surname	Name	E-mail	Type	N&N
Álvarez	Victor	<a href="mailto:valvarez@lomg.net">valvarez@lomg.net</a>	Technician	100%
Otero Leal	Marta	<a href="mailto:martaotero@lomg.net">martaotero@lomg.net</a>	Technician	100%
Valencia Álvarez	José Luis	<a href="mailto:jvalencia@lomg.net">jvalencia@lomg.net</a>	Post Doc	100%

### • Infrastructure

#### Tools

Tool	Trade name	Model	Installation Year
AFM	Nanosurf	Easy Scan 2	2009

### • Projects

Total number of private projects since 2003 (finished): 0	Total number of private ongoing projects: 2
Total private funding since 2003 (finished projects): 0	Total current private funding: 0
Total funding from sponsoring since 2003 (closed activities): 0	Total current funding from sponsoring (ongoing activities): 200

#### Public

Title	Funding Institution
Integración dun sistema de microscopía de forza atómica nunha máquina medidora por coordenadas para ampliar o seu rango de medida	Xunta de Galicia

### • Publications

[5 more relevant](#)

"Monte-Carlo method in AFM calibration", authors: H. González-Jorge, J. L. Valencia, V. Alvarez, F. Rodríguez and F. J. Yebra (Proceedings of the 2009 Spanish Conference on Electron Devices, 2009)
"Testing phase-shifting algorithms for uncertainty evaluation in interferometric gauge block calibration", authors: Alvarez-Valado, H González-Jorge, B V Dorrio, M Miranda, F Rodríguez, J L Valencia, F J Yebra and J Rodríguez (IOP Publishing, Metrología 46, pag. 637–645, 2009)

#### • Other technology transfer processes & knowledge dissemination activities (not related with patents):

Participation in Technology Platforms

#### • Other activities allowing/enhancing international cooperation-visibility (without direct funding for the Institution/Group) :

Participation in networks, blogs, associations, committees, etc.

- **Topics I (current research)**

- ❖ Instruments and equipment, supporting sciences and technologies  
Others - specify: mechanical profilometry, optical

- **Topics II (of interest)**

- ❖ Instruments and equipment, supporting sciences and technologies  
Analytical equipment and techniques  
Deposition equipment and techniques  
Patterning equipment and techniques

# ANEXO I

## LISTADO Y FICHAS - 2

### Entidades con interés en N&N

Persona de contacto	Institución	Departamento	Grupo	ID	
<b>Presentan Interés en Nanociencia y/o Nanotecnología</b>					
<b>Universidades</b>					
A Coruña	Eva Acosta	USC E.U. Óptica e Optometría	Física Aplicada	Optosensing	21
	Jesús Liñares-Beiras	USC E.U. Óptica e Optometría	Física Aplicada	Grupo de Óptica Integrada, Fibras Ópticas y Metrología Óptica	22
<b>Empresas</b>					
A Coruña	Francisco Espinosa Muñoz	Santa Barbara Sistemas	General Dynamics		23
	Raúl Pérez Martínez	Sistemas Audiovisuales ITELSIS			24
Pontevedra	Rubén Seara	Cienytech			25
Ourense	José R. Caeiro Jacinto Pérez-Borrajo	Grupo Copo Trabeculae, S.L. T-Solar	Centro Tecnológico de Grupo Copo		26 27 28
<b>Centros tecnológicos</b>					
Pontevedra	Pablo Romero	Asociación de Investigación Metalúrgica del Noroeste (AIMEN)			29

## Encuesta Nano – Galicia Presentan Interés en Nano

ID 21

### • Group

**Institution name:** Universidad de Santiago de Compostela  
**Group name:** Optosensing  
**Acronym:** G14-81  
**Institution type:** University  
**WEB site:** [www.usc.es/microopt/](http://www.usc.es/microopt/)

### • Contact Person

**Name:** Eva  
**Surname:** Acosta  
**E-mail:** [eva.acosta@usc.es](mailto:eva.acosta@usc.es)  
**Phone:** 34981594488  
**Fax:** 34981590485

### • Personnel

Surname	Name	E-mail	Type	N&N
Acosta	Eva	<a href="mailto:eva.acosta@usc.es">eva.acosta@usc.es</a>	Doctor	0%
Bará	Salvador	<a href="mailto:salva.abara@usc.es">salva.abara@usc.es</a>	Doctor	0%
de la Fuente	Raul	<a href="mailto:raul.delafuente@usc.es">raul.delafuente@usc.es</a>	Doctor	0%
Flores	Jose Ramon	<a href="mailto:joseramon.flores@usc.es">joseramon.flores@usc.es</a>	Doctor	0%
Gomez	Manuel	<a href="mailto:x.gomez@usc.es">x.gomez@usc.es</a>	Technician	0%
Gonzalez	Hector	<a href="mailto:hector.gonzalez@usc.es">hector.gonzalez@usc.es</a>	Graduate	0%
lopez	Elena	<a href="mailto:elena.lopez.lago@usc.es">elena.lopez.lago@usc.es</a>	Doctor	0%
Mouriz	Dolores	<a href="mailto:mariadolores.mouriz@usc.es">mariadolores.mouriz@usc.es</a>	Doctor	0%

### • Patents

**Published**

National

03 04 05 06 07 08

1 3

### • Topics

- ❖ Nanotechnology for information processing storage and transmission  
Optoelectronics/optical materials and devices
- ❖ Nanotechnology for sensor applications  
Sensor based on biological molecules
- ❖ Instruments and equipment, supporting sciences and technologies  
Analytical equipment and techniques  
Deposition equipment and techniques  
Patterning equipment and techniques

## Encuesta Nano – Galicia Presentan Interés en Nano

ID 22

### • Group

**Institution name:** University of Santiago de Compostela  
**Group name:** Óptica Integrada, Fibras Ópticas y Metrología Óptica  
**Acronym:** GOIFOMO  
**Institution type:** University  
**WEB site:** <http://www.usc.es/aroptica/>

### • Contact Person

**Name:** Jesús  
**Surname:** Liñares-Beiras  
**E-mail:** [suso.linares.beiras@usc.es](mailto:suso.linares.beiras@usc.es)  
**Phone:** 34981590485  
**Fax:** 34981590485

### • Personnel

Surname	Name	E-mail	Type	N&N
Liñares	Jesús	<a href="mailto:suso.linares.beiras@usc.es">suso.linares.beiras@usc.es</a>	Doctor	100%
MOntero	Carlos	<a href="mailto:carlos.montero@usc.es">carlos.montero@usc.es</a>	Doctor	100%
Moreno	Vicente	<a href="mailto:vicente.moreno@usc.es">vicente.moreno@usc.es</a>	Doctor	100%
Nistal	Mª Concepción	<a href="mailto:mconcepcion.nistal@usc.es">mconcepcion.nistal@usc.es</a>	Doctor	100%
Prieto	Jesús	<a href="mailto:xesus.prieto.blanco@usc.es">xesus.prieto.blanco@usc.es</a>	Graduate	100%

### • Patents

Registered

International

03 04 05 06 07 08

1

### • Topics (of interest)

- ❖ Nanotechnology for structural applications  
Nanoparticulate coatings
- ❖ Nanotechnology for information processing storage and transmission  
Nanoelectronics, materials and devices  
Optoelectronics/optical materials and devices
- ❖ Long-term research with generic applications  
Quantum physics, mesoscopic systems, chemical

## Encuesta Nano – Galicia Presentan Interés en Nano

ID 23

• Group	• Contact Person
<b>Institution name:</b> Santa Barbara Sistemas	<b>Name:</b> Francisco
<b>Group name:</b> General Dynamics	<b>Surname:</b> Espinosa Muñoz
<b>Acronym:</b> GDSBS	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:f.espinosa@gdsbs.com">f.espinosa@gdsbs.com</a>
<b>Institution type:</b> Company	<b>Phone:</b> 34981175525
<b>WEB site:</b> <a href="http://www.gdsbs.com">www.gdsbs.com</a>	<b>Fax:</b> 34981282181

## Encuesta Nano – Galicia Presentan Interés en Nano

ID 24

### • Group

**Institution name:** Sistemas Audiovisuales ITELISIS  
**Group name:**  
**Acronym:** ITELISIS  
**Institution type:** Company  
**WEB site:** [www.itelsis.es](http://www.itelsis.es)

### • Contact Person

**Name:** Raul  
**Surname:** Pérez Martínez  
**E-mail:** [rperez@itelsis.es](mailto:rperez@itelsis.es)  
**Phone:** +34 981935570  
**Fax:** +34 981936799

### • Topics

- ❖ Nanotechnology for structural applications
  - Others - specify: thermal conductors for cooling systems
- ❖ Nanotechnology for information processing storage and transmission
  - Nanoelectronics, materials and devices
  - Optoelectronics/optical materials and devices
  - Magnetic materials and devices
  - Organic (opto) electronics

## Encuesta Nano – Galicia Presentan Interés en Nano

ID 25

### • Group

**Institution name:** Cienytech

**Group name:** Cienytech

**Acronym:** Cienytech

**Institution type:** Company

**WEB site:** <http://www.cienytech.com>

### • Contact Person

**Name:** Rubén

**Surname:** Seara

**E-mail:** [info@cienytech.com](mailto:info@cienytech.com)

**Phone:** 34981936338

**Fax:** 34981936351

### • Personnel

Surname	Name	E-mail	Type	N&N
Leston	Belen	<a href="mailto:belen.leston@cienytech.com">belen.leston@cienytech.com</a>	Graduate	0%
Lorenzo	Silvia	<a href="mailto:silvia.lorenzo@cienytech.com">silvia.lorenzo@cienytech.com</a>	Graduate	0%
Migueluez	Manuel	<a href="mailto:manuel.migueluez@cienytech.com">manuel.migueluez@cienytech.com</a>	Graduate	0%
Pazos	Maria	<a href="mailto:maria.pazos@cienytech.com">maria.pazos@cienytech.com</a>	Graduate	0%
Seara	Ruben	<a href="mailto:ruben.seara@cienytech.com">ruben.seara@cienytech.com</a>	Graduate	0%

### • Topics

- ❖ Instruments and equipment, supporting sciences and technologies
  - Analytical equipment and techniques
  - Patterning equipment and techniques
  - Others - specify: distribution of labware and instruments for nanotechnology development

## Encuesta Nano – Galicia Presentan Interés en Nano

ID 26

- Group

**Institution name:** Centro Tecnológico de Grupo Copo

**Group name:** Copo

**Acronym:** Copo

**Institution type:** Company

**WEB site:** [www.grupocopo.com](http://www.grupocopo.com)

## Encuesta Nano – Galicia Presentan Interés en Nano

ID 27

### • Group

**Institution name:** Trabeculae, S.L.

**Group name:**

**Acronym:** TRBCL

**Institution type:** Company

**WEB site:** [www.trabeculae.com](http://www.trabeculae.com)

### • Contact Person

**Name:** José R.

**Surname:** Caeiro

**E-mail:** [info@trabeculae.com](mailto:info@trabeculae.com)

**Phone:** 34988 548 219

**Fax:** 34988368188

### • Personnel

Surname	Name	E-mail	Type	N&N
Dapia	Sonia	<a href="mailto:sdapia@trabeculae.com">sdapia@trabeculae.com</a>	Doctor	0%
Doval	José	<a href="mailto:jdoval@trabeculae.com">jdoval@trabeculae.com</a>	Engineer	0%
Guede	David	<a href="mailto:dguede@trabeculae.com">dguede@trabeculae.com</a>	FP	0%

### • Patents

**Registered**

International

03 04 05 06 07 08

1

### • Topics (of interest)

- ❖ Nanotechnology for structural applications
- Nano powered ceramics

## Encuesta Nano – Galicia Presentan Interés en Nano

ID 28

### • Group

**Institution name:** T-Solar  
**Group name:**  
**Acronym:**  
**Institution type:** Company  
**WEB site:** [www.tsolar.eu](http://www.tsolar.eu)

### • Contact Person

**Name:** Jacinto  
**Surname:** Pérez-Borrajó  
**E-mail:** [jacinto.perez@tsolar.eu](mailto:jacinto.perez@tsolar.eu)  
**Phone:** +34 988540252  
**Fax:** +34 901021034

### • Personnel

Surname	Name	E-mail	Type	N&N
Andreu	Jordi	<a href="mailto:jordi.andreu@tsolar.eu">jordi.andreu@tsolar.eu</a>	Doctor	100%
Pérez	Jacinto	<a href="mailto:jacinto.perez@tsolar.eu">jacinto.perez@tsolar.eu</a>	Doctor	100%
Quelle	Iria	<a href="mailto:iria.quelle@tsolar.eu">iria.quelle@tsolar.eu</a>	Doctor	100%
Vetter	Michael	<a href="mailto:michael.vetter@tsolar.eu">michael.vetter@tsolar.eu</a>	Doctor	100%

### • Topics

- ❖ Nanotechnology for information processing storage and transmission  
Others - specify: Photovoltaics; Thin Film Deposition
- ❖ Instruments and equipment, supporting sciences and technologies  
Analytical equipment and techniques  
Deposition equipment and techniques  
Patterning equipment and techniques

## Encuesta Nano – Galicia Presentan Interés en Nano

ID 29

### • Group

**Institution name:** Asociación de Investigación Metalúrgica del Noroeste  
**Acronym:** AIMEN  
**Institution type:** Technological Center  
**WEB site:** [www.aimen.es](http://www.aimen.es)

### • Contact Person

**Name:** Fernando  
**Surname:** Sánchez  
 Troncoso  
**E-mail:** [otri@aimen.es](mailto:otri@aimen.es)  
**Phone:** +34 986344000  
**Fax:** +34 986337302

### • Patents

Registered

National

03 04 05 06 07 08

4

### • Topics

- ❖ Nanotechnology for structural applications
  - Nano powered ceramics
  - Composite materials containing nanocrystals or powders
  - Materials based on carbon nanotubes or fullerenes
  - Nanoparticulate coatings
- ❖ Nanotechnology for information processing storage and transmission
  - Magnetic materials and devices
- ❖ Nanotechnology for sensor applications
  - Nanostructured sensors
  - Sensors based on biological molecules
- ❖ Instruments and equipment, supporting sciences and technologies
  - Powder production and processing
  - Deposition equipment and techniques
  - Patterning equipment and techniques

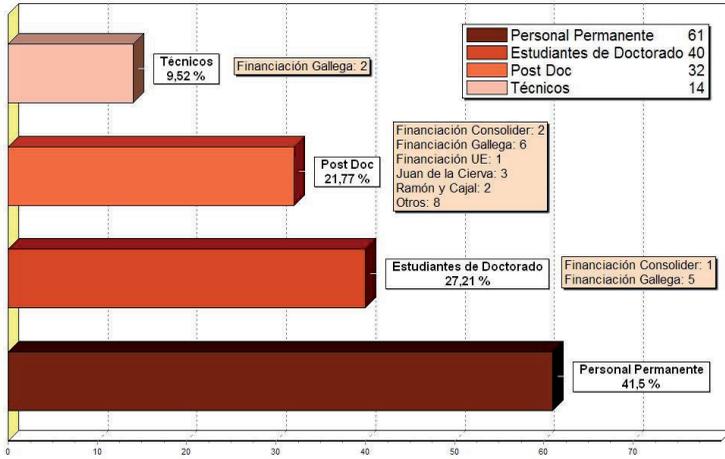
# ANEXO II

## ESTADÍSTICAS

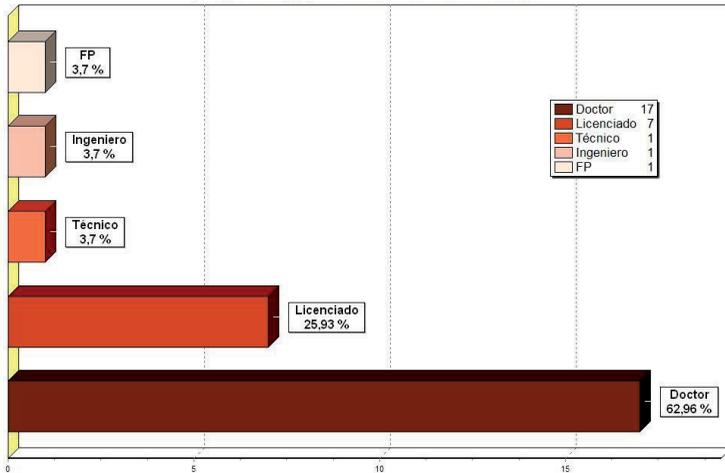


# Personal

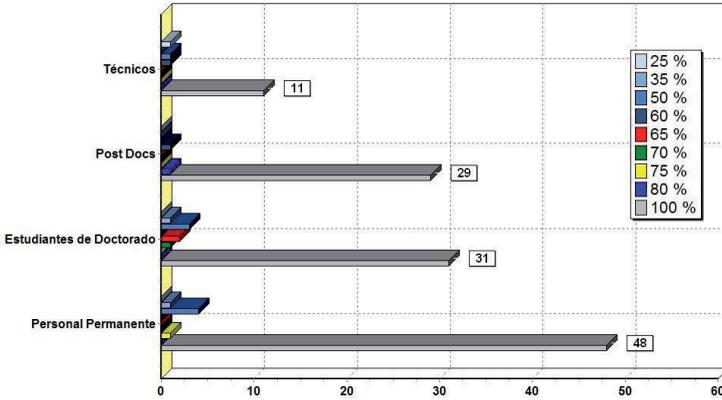
Distribución de Personal en Universidades, Centros Tecnológicos y Empresas con actividad en N&N. Total 147



Distribución de Personal en Universidades, Centros Tecnológicos y Empresas que presentan interés en N&N. Total 27



% en N&N del personal en Universidades, Centros Tecnológicos y Empresas con actividad en N&N

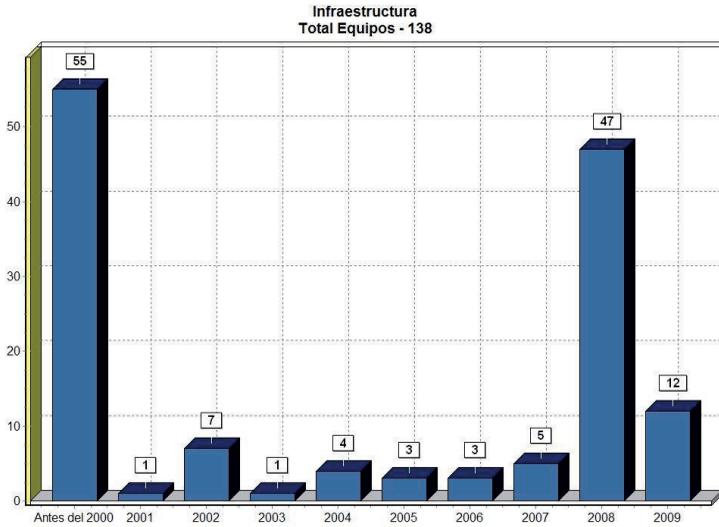


% en N&N del personal en Universidades, Centros Tecnológicos y Empresas con actividad en N&N

	100 %	80 %	75 %	70 %	65 %	60 %	50 %	35 %	25 %	0 %
Personal Permanente	48	-	1	-	-	-	4	1	-	6
Estudiantes de Doctorado	31	-	-	1	2	-	3	-	-	2
Post Docs	29	1	-	-	-	1	-	-	-	1
Técnicos	11	-	-	-	-	1	1	-	1	-
<b>Total</b>	<b>119</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>9</b>

## Infraestructura

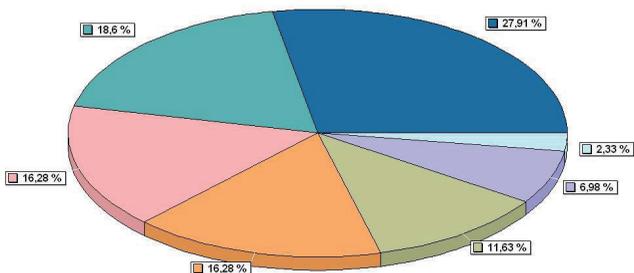
Número de equipos comprados por las entidades gallegas, por año.



# Tópicos

Tópicos de Investigación en Universidades, Centros Tecnológicos y Empresas con actividad en N&N

Nanotecnología para aplicaciones estructurales	12
Investigación en aplicaciones genéricas a largo plazo	8
Nanotecnología para sensores	7
Nanoelectrónica	7
Nano(bio)tecnología para aplicaciones médicas	5
Nanotecnología para procesos (electro)químicos	3
Instrumentación y equipo de apoyo científico-tecnológico	1



Tablas subtópicos (investigación en N&N actual)

<b>Topic</b>	<b>Nanotechnology for structural applications</b>	
<b>Subtopics</b>	Nano powered ceramics	1
	Composite materials containing nanocrystals or powders	4
	Materials based on carbon nanotubes or fullerenes	5
	Nanoparticulate coatings	7

<b>Topic</b>	<b>NanoTechnology for information processing storage and transmission</b>	
<b>Subtopics</b>	Nanoelectronics, materials and devices	4
	Optoelectronics/optical materials and devices	3
	Magnetic materials and devices	5

<b>Topic</b>	<b>Nano(bio)technology for medical applications</b>	
<b>Subtopics</b>	Drug encapsulation	5
	Targeted drug delivery, molecular recognition	5
	Others (Fluorescent biolabeling)	1

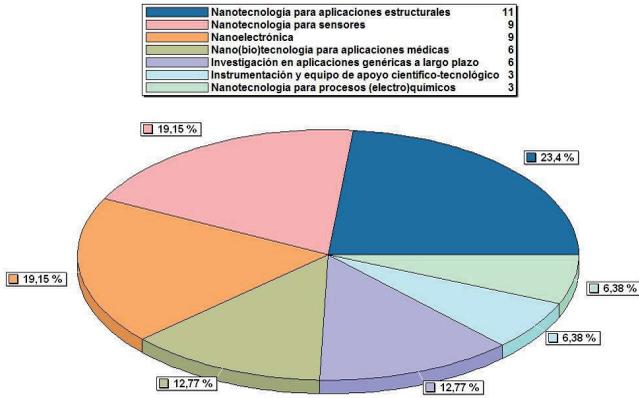
<b>Topic</b>	<b>Nanotechnology for sensor applications</b>	
<b>Subtopics</b>	Nanostructured sensors	6
	Sensors based on biological molecules	4

<b>Topic</b>	<b>Nanotechnology for (electro)chemical processing technologies</b>	
<b>Subtopics</b>	Catalysts or electrodes with nano-structured surface	3

<b>Topic</b>	<b>Long-term research with generic applications</b>	
<b>Subtopics</b>	Self- assembly	5
	Quantum physics, mesoscopic systems, chemical	1
	Interfacing to organic / biological molecules	3

<b>Topic</b>	<b>Instruments and equipment, supporting sciences and technologies</b>	
<b>Subtopics</b>	Analytical equipment and techniques	1
	Powder production and processing	1

Tópicos de interés a largo plazo en Universidades, Centros Tecnológicos y Empresas con actividad en N&N



Tablas de subtópicos (interés en N&N a largo plazo)

Topic	Nanotechnology for structural applications	
Subtopics	Nano powered ceramics	3
	Composite materials containing nanocrystals or powders	3
	Materials based on carbon nanotubes or fullerenes	5
	Nanoparticulate coatings	8

Topic	NanoTechnology for information processing storage and transmission	
Subtopics	Nanoelectronics, materials and devices	6
	Optoelectronics/optical materials and devices	3
	Magnetic materials and devices	5

Topic	Nano(bio)technology for medical applications	
Subtopics	Drug encapsulation	6
	Targeted drug delivery, molecular recognition	6
	Others (Fluorescent biolabeling)	1

Topic	Nanotechnology for sensor applications	
Subtopics	Nanostructured sensors	8
	Sensors based on biological molecules	6

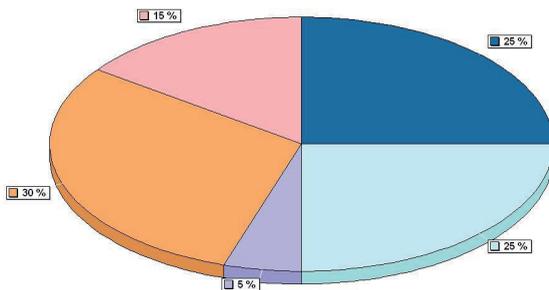
<b>Topic</b>	<b>Nanotechnology for (electro)chemical processing technologies</b>	
<b>Subtopics</b>	Filtration	1
	Catalysts or electrodes with nano-structured surface	3

<b>Topic</b>	<b>Long-term research with generic applications</b>	
<b>Subtopics</b>	Self- assembly	4
	Quantum physics, mesoscopic systems, chemical	1
	Interfacing to organic / biological molecules	3

<b>Topic</b>	<b>Instruments and equipment, supporting sciences and technologies</b>	
<b>Subtopics</b>	Analytical equipment and techniques	3
	Powder production and processing	2
	Deposition equipment and techniques	2
	Patterning equipment and techniques	2

Tópicos de interés en Universidades, Centros Tecnológicos y Empresas sin actividad en N&N

Nanotecnología para aplicaciones estructurales	5
Nanotecnología para sensores	3
Nanoelectrónica	6
Investigación en aplicaciones genéricas a largo plazo	1
Instrumentación y equipo de apoyo científico-tecnológico	5



Tablas subtópicos (de interés para entidades sin actividad en N&N)

Topic	Nanotechnology for structural applications	
Subtopics		
	Nano powered ceramics	4
	Composite materials containing nanocrystals or powders	3
	Materials based on carbon nanotubes or fullerenes	2
	Nanoparticulate coatings	3
	Others (Thermal conductors for cooling systems)	1

Topic	NanoTechnology for information processing storage and transmission	
Subtopics		
	Nanoelectronics, materials and devices	3
	Optoelectronics/optical materials and devices	4
	Magnetic materials and devices	3
	Organic (opto) electronics	1
	Others (Photovoltaics; Thin Film Deposition)	

Topic	Nanotechnology for sensor applications	
Subtopics		
	Nanostructured sensors	2
	Sensors based on biological molecules	3

Topic	Long-term research with generic applications	
Subtopics		
	Quantum physics, mesoscopic systems, chemical	1

Topic	Instruments and equipment, supporting sciences and technologies	
Subtopics	Analytical equipment and techniques	3
	Powder production and processing	2
	Deposition equipment and techniques	4
	Patterning equipment and techniques	5
	Others (Distribution of labware and instruments for nanotechnology development)	1

## Transferencia de tecnología

Patentes en Universidades, Centros Tecnológicos y Empresas **con actividad en N&N**

**Patentes Registradas**

Año	Nacional	Internacional
2003	0	2
2004	1	0
2005	4	0
2006	3	1
2007	2	2
2008	3	3
<b>TOTAL</b>	<b>13</b>	<b>8</b>

**Patentes Publicadas**

Año	Nacional	Internacional
2003	1	1
2004	0	0
2005	1	0
2006	1	1
2007	0	0
2008	2	2
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>4</b>

**Patentes Licenciadas**

Año	Nacional	Internacional
2003	1	0
2004	1	0
2005	1	0
2006	0	0
2007	0	1
2008	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

Patentes en Universidades, Centros Tecnológicos y Empresas **sin actividad en N&N**

**Patentes Registradas**

Año	Nacional	Internacional
2003	0	0
2004	0	0
2005	0	0
2006	0	0
2007	1	0
2008	8	1
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>1</b>

**Patentes Publicadas**

Año	Nacional
2003	1
2004	0
2005	0
2006	0
2007	0
2008	3
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>

Patentes por Universidades y Empresas con actividad en N&N

Universidades		
Patentes Registradas		
Año	Nacional	Internacional
2003	-	2
2004	1	-
2005	4	-
2006	2	1
2007	2	1
2008	3	3
<b>TOTAL</b>	<b>12</b>	<b>7</b>

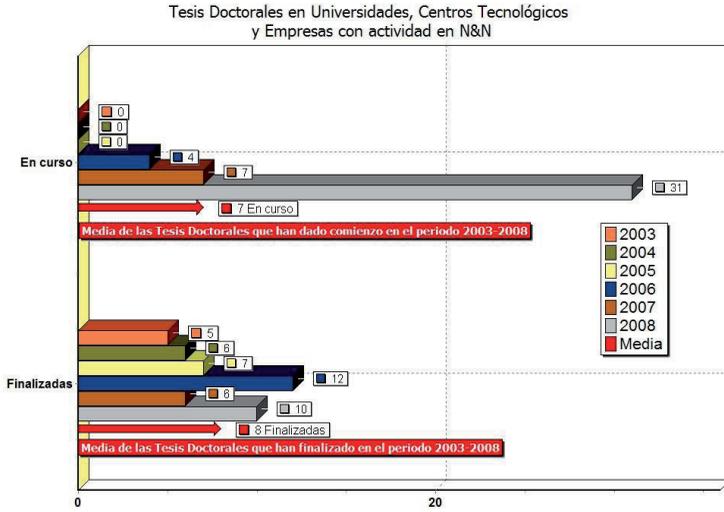
Universidades		
Patentes Publicadas		
Año	Nacional	Internacional
2003	1	1
2004	-	-
2005	1	-
2006	1	1
2007	-	-
2008	1	2
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

Empresas		
Patentes Registradas		
Año	Nacional	Internacional
2003	-	-
2004	-	-
2005	1	-
2006	-	1
2007	-	-
2008	-	-
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Empresas		
Patentes Licenciadas		
Año	Nacional	Internacional
2003	1	0
2004	1	0
2005	1	0
2006	0	0
2007	0	1
2008	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>1</b>

Empresas	
Patentes Publicadas	
Año	Nacional
2003	-
2004	-
2005	-
2006	-
2007	-
2008	1
<b>TOTAL</b>	<b>1</b>

## Formación



## Impacto Científico

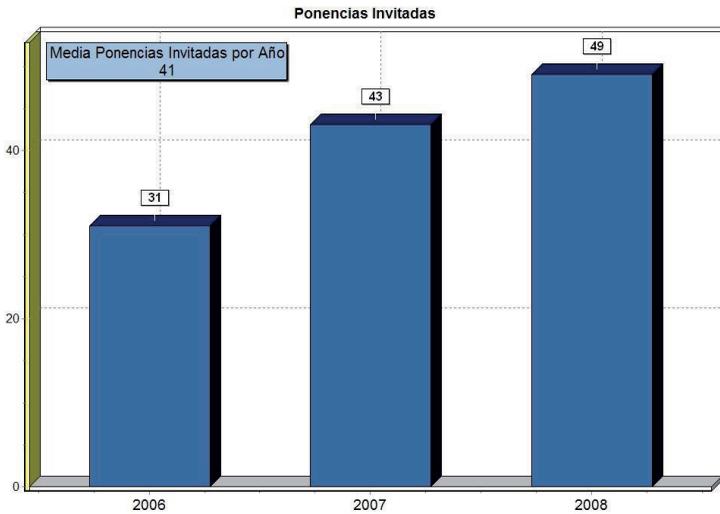
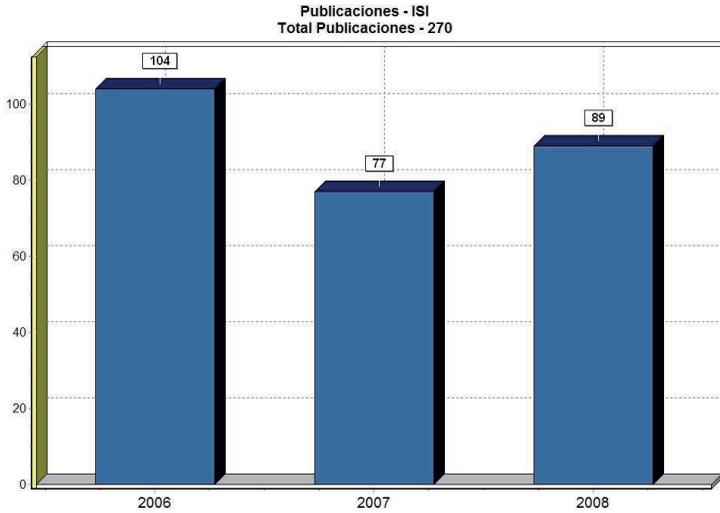


Tabla de Impactos por publicaciones

Grupo ID 1 - Carmen Álvarez-Lorenzo - USC			
Revista	Año	Impacto	Área
Biomaterials	2009	6,646	Materials Science, Biomaterials
Acta Materialia	2009	3,729	Materials Science, Multidisciplinary
Langmuir	2007	4,097	Chemistry, Physical
Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis	2007	2,629	Pharmacology & Pharmacy
Bioconjugate Chemistry	2005	4,584	Biochemistry & Molecular Biology
<b>Media</b>		<b>4,337</b>	

Grupo ID 4 - Paula López Martínez - Universidad de Vigo			
Revista	Año	Impacto	Área
International Journal of Circuit Theory and Applications	2002	2,389	Engineering, Electrical & Electronic
International Journal on Circuit Theory and Applications	2009	2,389	Engineering, Electrical & Electronic
Solid-State Electronics	2009	1,422	Physics, Condensed Matter
Semiconductors Science and Technology	2009	1,434	Engineering, Electrical & Electronic
Inverse Problems in Science and Engineering	2009	0,416	Engineering, Multidisciplinary
<b>Media</b>		<b>1,61</b>	

Grupo ID 5 - Arturo López Quintela - USC			
Revista	Año	Impacto	Área
Langmuir	2008	4,097	Chemistry, Physical
Angew.Chem.Int.Ed	2007	10,879	Chemistry, Multidisciplinary
Sensor Letters	2007	1,16	Physics, Applied
J. Colloid Interface Sci	2007	2,443	Chemistry, Physical
Phys. Stat. Sol	2008	1,205	Physics, Applied
<b>Media</b>		<b>3,9568</b>	

Grupo ID 6 - Víctor Mosquera - USC			
Revista	Año	Impacto	Área
J. Phys. Chem. B	2009	4,189	Chemistry, Physical
J. Phys. Chem. B	2009	4,189	Chemistry, Physical
Biophysical Journal	2009	4,683	Biophysics
Langmuir	2008	4,097	Chemistry, Physical
J. Phys. Chem. B	2008	4,189	Chemistry, Physical
<b>Media</b>		<b>4,2694</b>	

Grupo ID 7 - Ricardo Riguera Vega - USC			
Revista	Año	Impacto	Área
J. Am. Chem Soc.	2009	8,091	Chemistry, Multidisciplinary
Chem. Commun.	2008	5,34	Chemistry, Multidisciplinary
Biomacromolecules	2007	4,146	Polymer Science
J. Am. Chem Soc.	2007	8,091	Chemistry, Multidisciplinary
Biomacromolecules	2006	4,146	Polymer Science
<b>Media</b>		<b>5,9628</b>	

**AGENDA ESTRATEGICA DE NANOCIENCIA Y NANOTECNOLOGIA**

<b>Grupo ID 8 - Dolores Torres - USC</b>			
<b>Revista</b>	<b>Año</b>	<b>Impacto</b>	<b>Área</b>
Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.	2008	3,582	Ophthalmology
Gene Ther.	2008	4,492	Genetics & Heredity
Biomacromolecules	2008	4,146	Polymer Science
J. Control Rel	2006	5,69	
J. Nanosci. Nanotechnol	2006	1,929	Nanoscience & Nanotechnology
<b>Media</b>		<b>3,9678</b>	

<b>Grupo ID 12 - África González Fernández - Universidad de Vigo</b>			
<b>Revista</b>	<b>Año</b>	<b>Impacto</b>	<b>Área</b>
Cancer Immunology and Immunotherapy	2009	3,804	Immunology
Nanoscale	2009	1,731	Nanoscience & Nanotechnology
Aquaculture	2009	1,678	
Small	2008	6,525	Nanoscience & Nanotechnology
Vaccine	2008	3,298	Medicine, Research & Experimental
<b>Media</b>		<b>3,4072</b>	

<b>Grupo ID 13 - Elisa González Romero - Universidad de Vigo</b>			
<b>Revista</b>	<b>Año</b>	<b>Impacto</b>	<b>Área</b>
Advances in Colloid and Interface Science	2006	5,333	Chemistry, Physical
Eur. J. Org. Chem	2006	3,016	Chemistry, Organic
<b>Media</b>		<b>4,1745</b>	

<b>Grupo ID 14 - Luis Manuel Liz-Marzan - Universidad de Vigo</b>			
<b>Revista</b>	<b>Año</b>	<b>Impacto</b>	<b>Área</b>
Angew. Chem., Int. Ed	2009	10,879	Chemistry, Multidisciplinary
J. Am. Chem. Soc	2009	8,091	Chemistry, Multidisciplinary
Chem. Soc. Rev	2008	17,419	Chemistry, Multidisciplinary
Nature Materials	2008	23,132	Materials Science, Multidisciplinary
Nature Physics	2007	16,821	Physics, Multidisciplinary
<b>Media</b>		<b>15,2684</b>	

<b>Grupo ID 17 - Manuel Lolo - Applied Mass Spectrometry</b>			
<b>Revista</b>	<b>Año</b>	<b>Impacto</b>	<b>Área</b>
Tetrahedron	2000	2,897	Chemistry, Organic
Analytica Chimica Acta	2003	3,146	Chemistry, Analytical
Luminescence	2005	1,628	
Journal of Agricultural and Food Chemistry	2005	2,562	Food Science & Technology
Anal Bioanal Chem	2007	2,695	Chemical / Bio
<b>Media</b>		<b>2,5856</b>	

<b>Grupo ID 20 - Higinio González - Laboratorio Oficial de Metrología de Galicia</b>			
<b>Revista</b>	<b>Año</b>	<b>Impacto</b>	<b>Área</b>
Proceedings of the 2009 Spanish Conference on Electron Devices	2009	-	-
IOP Publishing, Metrologia 46	2009	1,78	-
<b>Media</b>		<b>1,78</b>	

## Necesidades

Necesidades de entidades con actividad en N&N (2010-2012)

Personnel 2010 – 2012	Infrastructures 2010 – 2012	Tools 2010 – 2012	Others 2010 – 2012
1 FPI fellowship and 1 technician contracted	Renew the informatics systems connected to the electrochemical instruments and current stabilizers. Install an air conditioning to keep temperature lower than 20 °C full time in the lab. Acquire an accessory to PGSTAT 30: Impedance Module. Acquire an EPPENDORF CENTRIFUGE REFRIGERATED. Acquire an ice machine	Electrodes and Cells Labware and reactivos Pipettors and tips	Participation in Meeting, networks, committees, research visits, bibliography, equipments maintenance...
One technician/one administrative Two postdoctoral grants/contracts	AFM		
2 graduate students – 1 PhD		AFM	
5 PhD students and 1 PhD	Optical microscope	Equipment for photocatalysis spectroscopy study - NIR	
3 more permanent staff	New lab location (building) - 2011	One more Mass Spectrometer and more laboratory tools	
1 PhD + 2 graduate students	Lab space	Measurement equipments	
1 Technician 1 Post Doc	Liofilizator - Facs		
2 Post-Docs / 1 Administrative	Multilector: enzyme-luminescence-fluorescence facsorter animal house facilities	Multidisciplinary group	
Lab technicians Funding for graduate students and PhDs	Analytical equipments lab Conditioning (HPLC, etc.), supercritical fluidic systems, plasma equipments for surface functionalization, sensors. Renewal of reometry equipments, thermal analysis and nitrogen adsorption	New computers and related software for chemical structures, micro and nanoporous modeling and interactions processes	Funding to participate in scientific meetings in order to enhance collaborations with other groups. Funding for exchange visits (mainly for graduate students and Post-Docs belonging to the group)
1 graduate student / 1 Post-Doc			
	Tools and equipment for the mixture of plastic matrixes and nanofillers/nanofibres	Extruder with the capacity to mix nanoscale particles	

Needs of entities with activity in N&N (2013-2017)

Personnel 2013 – 2017	Infrastructures 2013 - 2017	Tools 2013 - 2017	Others 2013 - 2017
1 FPI fellowship and 1 technician contracted	GEL Electrophoresis (SDS-PAGE) Liofilizer PERISTALTIC PUMP	ELECTRODES AND CELLS Labware and reactivess	Participation in Meeting, networks, committees, research visits, bibliography, equipments maintenance...
Two postdoctoral grants/contract One technician/one administrative			
2 graduate students / 1 PhD			
10 PhD Students and 2 PhDs	SAXS UPS		
Technician / Post Doc			
4 Post-Docs / 2 technician and 1 administrative	New culture laboratory		
Lab technicians Funding for graduate students and PhDs	Maintenance and renewal of infrastructures and equipments. Renewal of the equipments following future technological requirements.	Computers and related software renewal	Funding to participate in scientific meetings in order to enhance collaborations with other groups. Funding for exchange visits (mainly for graduate students and Post-Docs belonging to the group)

Necesidades de entidades sin actividad en N&N (2010-2012)

Personnel 2010 – 2012	Infrastructures 2010 – 2012	Tools 2010 – 2012	Others 2010 – 2012
Technicians and Graduates	General equipment		
2 full time researchers for Structural Applications	Vacuum chamber and equipment for nanoparticle creation-dispersion. Pulsed laser sources for patterning		Training. European networking activities
Technicians and PhD students	Optomechanical and optical components.		
1 doctor + 3 graduates	lab space	Measurement equipment	
Personnel 8	Funding: 500.000	Funding: 60.000	

Necesidades de entidades sin actividad en N&N (2013-2017)

Personnel 2013 - 2017	Infrastructures 2013 - 2017	Tools 2013 - 2017	Others 2013 - 2017
Technicians and Graduates	General equipment		
1 doctor full time. 4 full time researchers for all nanotech. fields. Supporting personnel (equivalent to 2 persons-year)	AFM and other characterization equipment. Advanced mixing-dispersion equipment, advanced deposition systems		
Technicians and PhD students	Optomechanical and optical components.		
Personnel: 25	Funding: 6.000.000		





XUNTA DE GALICIA  
CONSELLERÍA DE ECONOMÍA  
E INDUSTRIA  
Dirección Xeral de Investigación,  
Desenvolvemento e Innovación



in.ci.te

Innovación, Ciencia e Tecnoloxía



neurona

Rede de Plataformas  
Tecnolóxicas Estratéxicas



nanogal

Editado por

**PHANTOMS**  
foundation

Parque Científico de Madrid - Pabellón C - 1ª Planta  
Ctra. Colmenar Viejo Km. 15  
Campus de Cantoblanco - Universidad Autónoma de Madrid  
28049 Madrid - Spain  
Fax +34 91 497 34 71  
Email: [antonio@phantomsnet.net](mailto:antonio@phantomsnet.net)  
Web: <http://www.phantomsnet.net>