

Spain NanoTechnology
Think Tank

SNT³

2004

Spain NanoTechnology
Think Tank

SNT³

2004



Coordinación y edición de los textos

Bonifacio Vega García
Pastora Martínez Samper

Edita

Fecyt (Fundación Española para la Ciencia y Tecnología)

Diseño, Maquetación e Impresión

Madridcolor I.D. S.L.

Depósito Legal

M-xxxxxx

ISBN

84-xxxxx

ÍNDICE

Prefacio	5
Presentación	11
Programa	15
La Nanotecnología en España	17
Metodología del Think Tank	27
Conclusiones generales	31
Oportunidades de Innovación detectadas	35
Conclusiones de las sesiones de trabajo	41
ANEXO: Lista de instituciones y participantes	117

PREFACIO

PREFACIO

La Nanotecnología es una nueva área de investigación y desarrollo centrada en la comprensión y el dominio de las propiedades de la materia a escala nanométrica: un nanómetro (la milmillonésima parte de un metro) viene a ser la longitud de una pequeña molécula. A esta escala, la materia ofrece propiedades diferentes y, muchas veces, sorprendentes, susceptibles de ser utilizables a escala microscópica y macroscópica.

Con frecuencia se dice que la Nanotecnología es potencialmente "disruptiva" o "revolucionaria" por sus efectos en los métodos de producción industrial. Se trata de una tecnología que ofrece posibles soluciones a muchos problemas actuales mediante materiales, componentes y sistemas más pequeños, más ligeros, más rápidos y con mejores prestaciones, abriendo nuevas oportunidades de creación de riqueza y empleo. También se considera que la Nanotecnología puede hacer una aportación esencial a la solución de problemas medioambientales de carácter mundial porque da lugar a productos y procesos más ajustados a usos específicos, ahorra recursos, y disminuye las emisiones y los residuos.

Las Nanotecnologías ofrecen a las empresas importantes perspectivas de innovación, ya sea incremental o radical. Al mismo tiempo, exponen a numerosas empresas al riesgo de que tarden en percibir el potencial que ofrecen y pierdan de esta forma su competitividad. La carencia, en Europa, de una cultura que favorezca y fomente la asunción de riesgos por parte de las empresas en ámbitos como el de las Nanotecnologías puede ser un factor tan decisivo como la ausencia de condiciones generales propicias a la innovación.

A lo largo de la última década, Europa ha desarrollado una importante base de conocimientos en el ámbito de las nanociencias. Nuestra capacidad para mantener esta situación se ve comprometida por el hecho de que Europa está invirtiendo, proporcionalmente, menos que sus principales competidores y por el hecho de carecer de una infraestructura de nivel mundial ("polos de excelencia") que permita reunir la masa crítica necesaria. Por otro lado, la excelencia europea en el ámbito de las nanociencias debe, finalmente, traducirse en productos y procesos comercialmente viables.

La Nanotecnología se está convirtiendo en uno de los campos de la I+D cuyas perspectivas prometedoras y de rápida expansión van a dar un nuevo impulso a la consecución de los objetivos de una economía dinámica basada en el conocimiento definidos en el proceso de Lisboa. Es fundamental, no obstante, crear un entorno favorable para la innovación, en particular para las pequeñas y medianas empresas (PYMES).

En una reciente Comunicación de la Comisión ("Hacia una estrategia europea para las Nanotecnologías") se ha puesto de relieve la importancia de la I+D

en Nanotecnologías en el futuro desarrollo de Europa. En ella, se propone no sólo impulsar la investigación en Nanociencias y Nanotecnologías sino, además, tener en cuenta varias otras dinámicas interdependientes:

- Debe aumentarse la coordinación de los programas de investigación y de inversiones nacionales para que Europa cuente con grupos de investigación, equipos e infraestructuras ("polos de excelencia") que puedan competir a nivel internacional. Al mismo tiempo, es esencial la colaboración entre los organismos de investigación del sector público y privado de toda Europa, para alcanzar una masa crítica suficiente.
- Es necesario abordar otros factores de competitividad, como una metrología, una reglamentación y unos derechos de propiedad intelectual adecuados, a fin de preparar el camino para que la innovación industrial sea una realidad y genere ventajas competitivas, tanto para las grandes como para las pequeñas y medianas empresas.
- Las actividades relacionadas con la educación y la formación son de gran importancia. En particular, existe un margen para mejorar la actitud empresarial de los investigadores, así como la buena disposición de los ingenieros de producción respecto al cambio. Por otra parte, la investigación interdisciplinaria sobre Nanotecnología requiere nuevos planteamientos de la educación y la formación aplicables tanto a la investigación como a la industria.
- Los aspectos sociales (como la información y la comunicación al público, las cuestiones sanitarias y medioambientales, y la evaluación del riesgo) son otros tantos factores clave para asegurar el desarrollo responsable de la Nanotecnología y la satisfacción de las expectativas de los ciudadanos. La confianza del público y de los inversores en la Nanotecnología será crucial para su desarrollo a largo plazo y para su aplicación de manera fructífera.

Renzo Tomellini
Jefe de la Unidad de Nanociencias y Nanotecnologías
Directorado de "Tecnologías Industriales"
Dirección General de Investigación
COMISIÓN EUROPEA

PRESENTACIÓN

PRESENTACIÓN

Un informe reciente de la OCDE expone que España ocupa el lugar número 20 en cuanto a desarrollo e innovación en Nanotecnología y que solamente tres empresas de nuestro país pueden considerarse como activas en este campo, por lo que realmente no podemos decir que España tenga un sector industrial en este área. Por otro lado, según el informe publicado por la COMISIÓN EUROPEA "Hacia una estrategia europea para las Nanotecnologías" COM (2004) 338, España ocupa el último puesto entre los países europeos, incluidos los incorporados recientemente, es decir EU - 25, en cuanto a gasto público per cápita en Nanotecnología, con una cifra de tan solo 0,039 euros frente a los 5,6 de Irlanda, país que más fondos dedica a esta causa en Europa.

Sin embargo, los científicos españoles que investigan en Nanociencias se encuentran entre los más destacados del mundo y, en algunos campos concretos de aplicación, su papel es muy destacado e incluso puede decirse que compiten con grupos de investigación de países mucho más desarrollados que el nuestro.

Estos hechos ponen de manifiesto una paradoja que nos debería hacer reflexionar a todos los agentes implicados: que el actual sistema de transferencia de tecnología no funciona en un campo tan fundamental para la competitividad futura de España como es la Nanotecnología y que por lo tanto es necesario pensar en nuevas formas de orientar la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la estrategia empresarial para que nuestro país juegue un buen papel en este nuevo sector.

Como un primer paso para contribuir a resolver este problema el Parque Científico de Madrid (PCM), el Parc Científic de Barcelona (PCB) y la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) proponen constituir un grupo de trabajo que plantee un sistema de innovación tecnológica que permita aprovechar bien el conocimiento que generan nuestros científicos, buscando además puntos de colaboración concreta entre los investigadores de cada una de las disciplinas científicas y los diferentes sectores industriales. Todo ello sin olvidar la importancia que tiene el dar una orientación internacional a los trabajos de este grupo desde el principio, puesto que nuestro mercado interno por sí sólo es demasiado pequeño para absorber los productos y servicios resultantes de I+D+i realizada por nuestros investigadores y empresas.

De esta manera, el Spain NanoTechnology Think Tank 2004, en adelante SNT³, tiene como principal objetivo la creación de un escenario de trabajo para el intercambio de ideas científicas, tecnológicas y empresariales que ayuden a la creación de un sector industrial activo en Nanotecnología. Se trata básicamente de conformar un "laboratorio de ideas" donde se reúnen los principales agentes para que identifiquen ellos mismos puntos de encuentro y áreas de colaboración. SNT³

El SNT³ cuenta ya con expertos y personalidades muy destacadas del ámbito estatal y pretende un carácter dinámico y abierto que permita la fluidez de ideas y propuestas, la solución de problemas, la exposición y el análisis del potencial de las diversas tecnologías, así como de ejemplos de su éxito o fracaso y el diseño de modelos a seguir, nuevos o basados en ejemplos concretos. Para ello, como punto de partida, el SNT³ organizó su primera reunión, la de su constitución como foro permanente, en San Lorenzo del Escorial los días 2 y 3 de diciembre de 2004.

Bonifacio Vega García
Parque Científico de Madrid

PROGRAMA DEL PRIMER ENCUENTRO

PROGRAMA DEL PRIMER ENCUENTRO

LUGAR DE CELEBRACIÓN

Complejo EUROFORUM.
Edificio INFANTES.
San Lorenzo de El Escorial (Madrid).

DIA 01/12/2004

- 18:00 REGISTRO
21:00 CENA DE APERTURA

DIA 02/12/2004

09:30 **APERTURA**

Carlos Alejaldre, Director General de Política Tecnológica del MEC
Martín Gallego, Asesor del Director General de Desarrollo Industrial del MITYC
José Manuel Báez Cristóbal, Director de Programas y Estudios de la FECYT

10:15 **INTRODUCCIÓN**

Bonifacio Vega, Director de Desarrollo Empresarial del PCM
Josep Samitier, Subdirector General del PCB.

10:45 **PONENCIA CIENTÍFICA:** El estado de la I+D en Nanotecnología en España.

Héctor Guerrero, Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial - Gestor del Círculo de Innovación de Microsistemas y Nanotecnología de Madri+d.

11:45 **PAUSA-CAFÉ**

12:15 **PONENCIA EMPRESARIAL:** El sector Aeroespacial español: ejemplo de interés por la Nanotecnología

Vicente Hernández Alonso, Secretario General de la Asociación Técnica Española de Constructores de Material Aeroespacial. (ATECMA)

13:15 **OBJETIVOS Y METODOLOGÍA DEL THINK TANK**

Bonifacio Vega, Director de Desarrollo Empresarial del PCM

13:45 **SISTEMA DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO**

Carlos Merino, CIC

14:00 **COMIDA**

16:30 **SESIONES PARALELAS.** Introducción.

Sesión A: Aeroespacial y Defensa.

Moderador: Héctor Guerrero, Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial.

Sesión B: Biomedicina y Farmacología.

Moderador: Josep Samitier, Parc Científic de Barcelona

Sesión C: Industria Energética.

Moderador: Javier Sánchez, Carburos Metálicos - MATGAS 2000

Sesión D: Electrónica y Materiales.

Moderador: Rodolfo Miranda, Instituto de Materiales "Nicolás Cabrera".

DIA 03/12/2004

9:00 **SESIONES PARALELAS. 1ª parte.**

Sesión A: Aeroespacial y Defensa.

Sesión B: Biomedicina y Farmacología.

Sesión C: Industria Energética.

Sesión D: Electrónica y Materiales.

11:00 **PAUSA-CAFÉ**

11:30 **SESIONES PARALELAS. 2ª parte.**

Sesión A: Aeroespacial y Defensa.

Sesión B: Biomedicina y Farmacología.

Sesión C: Industria Energética.

Sesión D: Electrónica y Materiales.

13:30 **COMIDA**

15:30 **MESA REDONDA. PRESENTACION DE LOS RESULTADOS**

José Manuel Báez Cristóbal, Director de Programas y Estudios de la FECYT.

Joan Bellavista, Director Comercial Parc Científic de Barcelona, Vicepresidente de la Asociación de Parques Científicos y Tecnológicos de España.

15:30 **Resumen Sesión A:** Aeroespacial y Defensa.

15:50 **Resumen Sesión B:** Biomedicina y Farmacología.

16:10 **Resumen Sesión C:** Industria Energética.

16:30 **Resumen Sesión D:** Electrónica y Materiales.

17:10 **DISCUSIÓN**

17:30 **CONCLUSIONES**

Màrius Rubiralta, Director General del PCB

Eduardo Bueno, Codirector del PCM

18:00 **CLAUSURA**

Arturo García Arroyo, Director de la FECYT

LA NANOTECNOLOGÍA
EN ESPAÑA

LA NANOTECNOLOGÍA EN ESPAÑA

Se presenta un breve extracto del estudio realizado por el Círculo de Innovación en Microsistemas y Nanotecnología (CIMN¹) sobre el estado de la Nanotecnología en España. Este avance fue presentado durante la celebración del STN³.

El estudio consta de **cuatro partes fundamentales:**

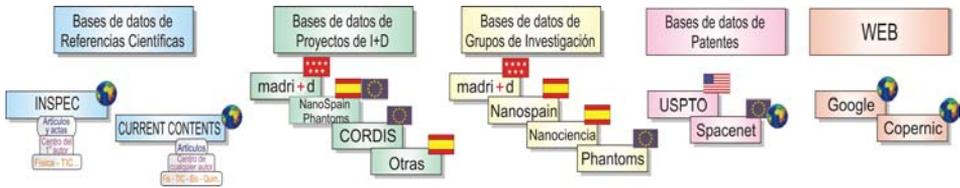
- El marco de referencia mundial para la Nanotecnología.
- Las líneas y tendencias actuales que muestra la I+D en Nanotecnología.
- Las Instituciones, Centros y Empresas españolas con actividad nanotecnológica, así como la exposición agregada de sus resultados.
- El análisis del capital humano con mayor actividad en Nanotecnología.



¹ El CIMN es una iniciativa conjunta de la Dirección General de Universidades e Investigación de la Consejería de Educación de la Comunidad de Madrid y del Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA). El estudio mencionado fue publicado en su 1ª edición en 2003 por el CIMN y actualmente está siendo actualizado en el marco del proyecto europeo NANOMAT (Fundación para el Conocimiento Madri+d).

Metodología del estudio

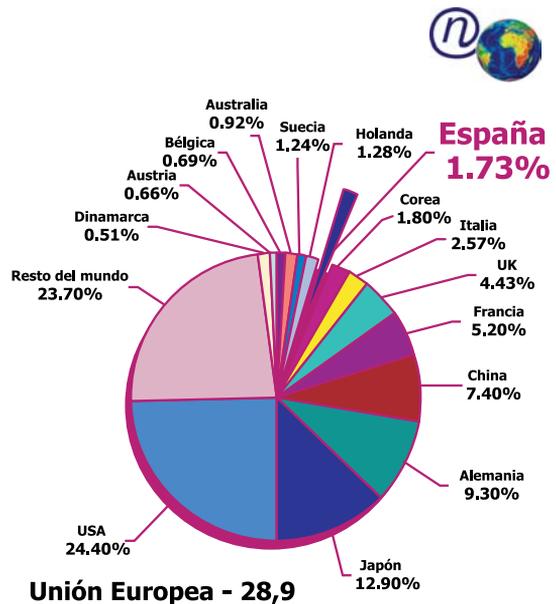
El estudio fue desarrollado por el CIMN mediante la aplicación de técnicas de Vigilancia Tecnológica convencionales. La información fue localizada en cinco clases de recursos de información: referencias científicas, patentes, grupos de investigación, proyectos de I+D y por la red. Las estrategias de búsqueda empleadas en cada recurso utilizado fueron diseñadas para obtener con un criterio amplio cualquier registro que pudiera estar asociado a una actividad nanotecnológica. El filtrado fino



de la información relativa a España fue realizado manualmente. La representación visual de la información agregada en algunos casos responde a sistemas de visualización novedosos desarrollados por el CIMN. Los análisis aquí presentados tan sólo corresponden a una muestra de los recogidos en el estudio original.

Marco de referencia

El análisis de las publicaciones y actas de congresos recogidos en la base de datos INSPEC muestra que España en el año 2001 ya contaba con el 1,73 % de los registros de INSPEC relacionados con Nanotecnología. Con el objeto de analizar y clasificar toda la información obtenida en el estudio bajo un esquema cognitivo común, se ha definido una taxonomía para la Nanotecnología, que no es más que una estructura jerárquica de clasificación que denominamos nanoindex. Esta estructura es dinámica, está en continuo crecimiento y ramificación, y en la actualidad tiene una profundidad de hasta el tercer subnivel (código) de clasificación. Los nueve niveles fundamentales son los que se listan más abajo,



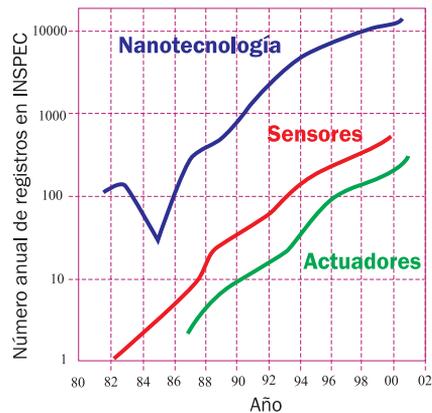
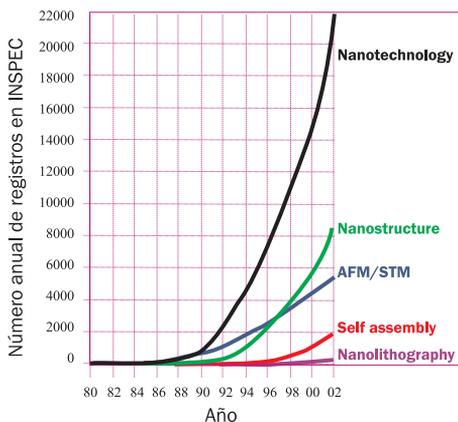
y han sido concebidos para que cualquier trabajo en Nanotecnología se clasifique al menos con tres códigos: el tipo de estructura que representa (B), su fabricación y/o caracterización (H), y el área fenomenológica en la que se encuadra (C-G). Además existen otros dos como su campo de aplicación (G), y los aspectos fundamentales de la Nanotecnología (A).

- A - Nanociencia y aspectos fundamentales de la Nanotecnología.
- B - Nanoelementos y nanoestructuras.
- C - Nanotecnología para aplicaciones estructurales.
- D - Nanotecnología para tecnologías de la información y comunicaciones.
- E - Nanotecnología y química.
- F - Nanomedicina, nanobiotecnología y agroalimentación.
- G - Nanosensores y nanoactuadores.
- H - Técnicas de fabricación y técnicas de caracterización.
- I - Aplicaciones de la Nanotecnología.

Líneas y tendencias



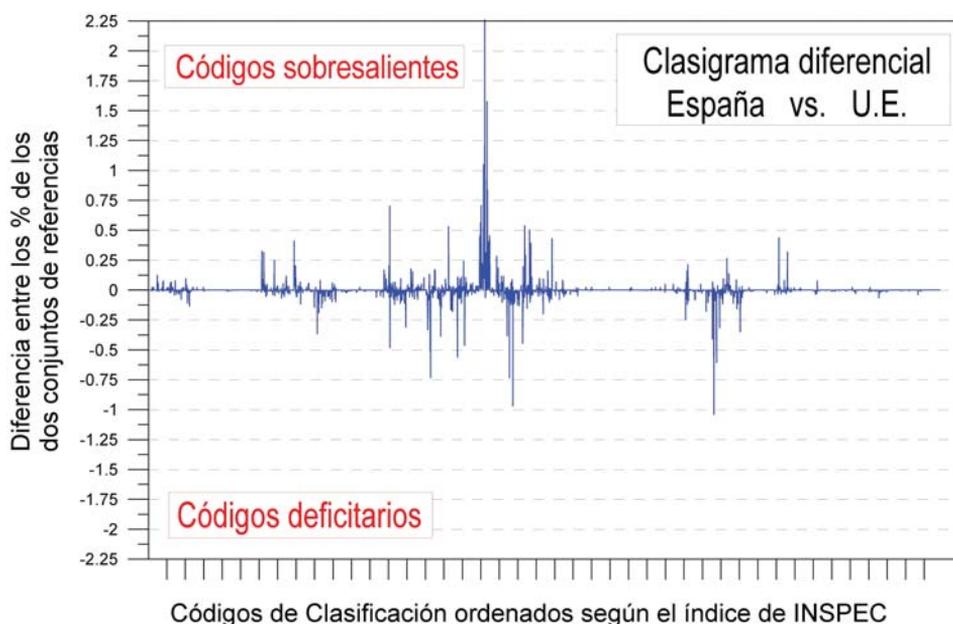
La evolución de las publicaciones y actas de congresos de Nanotecnología a escala mundial (identificadas en INSPEC) se muestra en las siguientes Figuras. Se han resaltado del total de estos registros cuales corresponde trabajos sobre nanoestructuras, técnicas de microscopía (AFM y STM), autoensamblado, nanolitografía, sensores y actuadores.



Gracias al sistema interno de clasificación de INSPEC (cataloga todos sus registros contra una taxonomía propia de la base de datos) podemos estudiar los aspectos de la Nanotecnología que han experimentado un mayor crecimiento en los últimos años. Un ejemplo lo tenemos en la siguiente Tabla:

Código	Descripción del código	Nº de Códigos en Nanotecnología 2000-2003	Nº de Códigos en INSPEd (completa! hasta 1998)	Incremento experimentado por el código
B2230F	Fullerene, nanotube & related devices	523	7	7371 %
80587.	Fullerenes, carbon nanotubes, & related materials	619	11	5527 %
Ati728OR	Electrical conductivity of fullerenes & related m	363	10	3530 %
B2550N	Nanometre-scale semiconductor fabrication technol	2105	62	3295 %
A7360T	Electrical properties of fullerenes & related mat	449	17	2541 %
A8120V	Preparation of fullerenes & fullerene-related mat	1522	65	2242 %
A7125	Electronic structure of fullerenes & fullerene-re	995	56	1677 %
A7865V	Optical properties of fullerenes & related materi	504	29	1638 %
A7125W	Electronic structure of solid clusters & nanopart	885	54	1539 %
Ati6148.	Structure of fullerenes & fullerene-related mater	2889	184	1470 %
A7280T	Electrical conductivity of composite materials	105	8	1213 %
Ati6322.	Phonons in low-dimensional structures & small par	690	75	820 %
A7335	Coulomb blockade; quantum tunnelling	695	95	632 %
A0779.	Scanning probe microscopy & related techniques	554	97	471 %
A7855	Photoluminescence in elemental semiconductors	541	102	430 %
B2230B	Biomolecular electronics	116	22	427 %

La taxonomía de INSPEC permite sacar partido de un nuevo sistema de representación visual que denominamos **clasigrama** (para más detalles consultar el estudio completo). En su modalidad de *clasigrama diferencial*



éstas gráficas nos permiten analizar de manera comparativa los trabajos de dos colectividades (por ejemplo España y la UE) y resaltar los aspectos sobresalientes y deficitarios.

En la siguiente Tabla se destacan (priorizados según la UE) los principales aspectos de la Nanotecnología para varias colectividades. Se destacan en color amarillo los tres primeros códigos para cada uno, en verde del cuarto al sexto, y en naranja del séptimo al noveno. Nótese que en la UE, los EE.UU. y Japón, prácticamente coinciden los nueve primeros, mientras que en el caso español la discrepancia es apreciable.

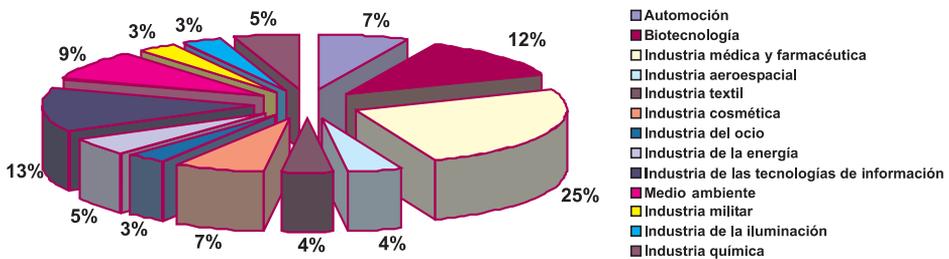
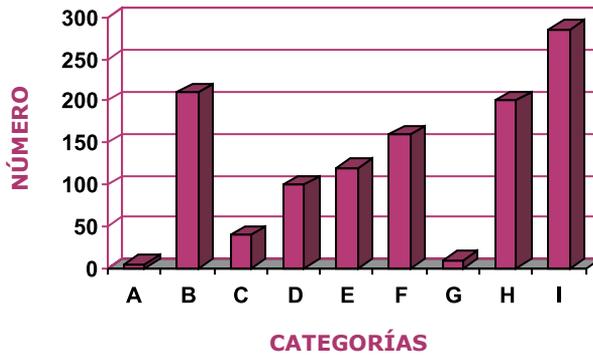
Código en INSPEC	Descripción del Código	UE%	USA%	Japón%	Resto del Mundo%	España%
1 A6146.	Structure of solid clusters, nanoparticles, & nan	4,69	4,84	4,85	6,30	5,39
2 A7320D	Electron states in low-dimensional structures	2,30	1,73	1,69	1,79	1,74
3 A6855.	Thin film growth, structure, & epitaxy	2,09	1,96	2,27	2,29	1,57
4 B2530	Semiconductor superlattices, quantum wells & reta	1,66	1,39	1,81	1,13	0,62
5 A6865.	Low-dimensional structures: growth, structure & n	1,63	1,37	1,74	1,38	0,90
6 A78654	Optical properties of II I-V & I I-VI semiconductor	1,59	1,13	1,50	1,10	0,62
7 A6820.	Solid surface structure	1,40	1,14	1,57	1,14	1,07
8 A6148.	Structure of fullerenes && fullerene-related materials	1,35	1,41	2,17	1,60	0,87
9 A75504	Amorphous & nanostructured magnetic materials	1,31	0,96	0,89	1,35	3,57
10 A7855E	Photoluminescence in II-VI & III-V semiconductors	1,10	0,68	1,20	0,84	0,37
11 82550N	Nanometre-scale semiconductor fabrication technol	1,03	1,71	1,67	0,77	0,42
12 A7560E	Magnetization curves, hysteresis, Barkhausen & re	0,98	0,76	0,77	0,89	2,56
13 82520D	II-VI & III-V semiconductors	0,94	0,64	1,15	0,76	0,53
14 A6480G	Microstructure	0,83	0,73	0,80	1,23	0,98
15 A7830G	Infrared & Raman spectra in inorganic crystals	0,75	0,58	0,72	0,96	0,67
16 A8140G	Other heat & thermomechanical treatments	0,73	0,49	0,87	1,01	1,24
17 A811 5G	Vacuum deposition	0,67	0,42	0,87	0,43	0,22
18 A8120E	Powder techniques, compaction & sintering	0,67	0,55	0,74	1,25	1,21
19 A7135.	Excitons & related phenomena	0,67	0,43	0,73	0,43	0,28
20 A7320M	Collective excitations (surface states)	0,63	0,44	0,43	0,38	0,56
21 A7560J	Fine-particle magnetic systems	0,62	0,54	0,37	0,63	1,46

Los códigos sobresalientes y deficitarios de la I+D española en Nanotecnología en la base de datos INSPEC respecto de la investigación europea, los presentamos explícitamente en las siguientes Tablas:

	Código	España vs. Unión Europea (códigos deficitarios)	Δ %
1	B2530C	Semiconductor superlattices, quantum wells & rela	-1,041
2	A7865K	Optical properties of III-V & II-VI semiconductor	-0,969
3	A7855E	Photoioluminescence in II-VI & III-V semiconductors	-0,735
4	A6865.	Low-dimensional structures: growth, structure & n	-0,732
5	B2550N	Nanometre-scale semiconductor fabrication technol	-0,606
6	A7320D	Electron states in low-dimensional structures	-0,562
7	A6855.	Thin film growth, structure, & epitaxy	-0,513
8	A6148.	Structure of fullerenes & fullerene-related mater	-0,483
9	A7360L	Electrical properties of III-V & II-VI semiconduc	-0,463
10	A8115G	Vacuum deposition	-0,447
11	B2550G	Lithography (semiconductortechonology)	-0,419
12	B2520D	I-VI & I II-V semiconductors	-0,410
13	A7135.	Excitons & related phenomena	-0,387
14	A7847.	Ultrafast optical measurements in condensed matte	-0,382
15	A4255P	Lacing action in semiconductors	-0,366
16	B4320J	Semiconductor lasers	-0,350
17	A6820.	Solid surface structure	-0,335
18	D2560X	Quantum interference devices	-0,316
19	A6322.	Phonons in low-dimensional structures &-11 par	-0,310
20	B0520D	Vacuum deposition	-0,250
21	A8245.	Electrochemistry & electrophoresis	-0,200
22	A4260B	Design ofspecific Iasersystems	-0,191
23	A6822.	Surface diffusion, segregation & interfacial comp	-0,189

	Código	España vs. Unión Europea (códigos sobresalientes)	Δ %
1	A7550K	Amorphous & nanostructured magnetic materials	2,259
2	A7560E	Magnetization curves, hysteresis, Barkhausen & re	1,578
3	A7550B	Ferromagnetism of Fe & Its alloys	1,050
4	A7560J	Fine-particle magnetic systems	0,839
5	A7530K	Magnetic phase boundaries	0,708
6	A6146.	Structure ofsolid clustes, nanoparticles, & non	0,704
7	A7530G	Magnetic anisotropy	0,565
8	A8120E	Powdertechniques, conpaction & sintering	0,538
9	A7215G	GaIvanomagnetic & other magnetotransport effects	0,531
10	A8140G	Other heat & thenomechanical treatments	0,506
11	A7530E	Exchange & superexchange interactions in magnetic	0,463
12	A7570P	Enhanced magnetoresistance in magnetic films & mu	0,455
13	A7530C	Magnetic moments & susceptibility in magnetically	0,443
14	B7230L	Chemical sensors	0,439
15	A8280T	Chemical sensors	0,431
16	A7580.	Magnetomechanical & magnetoelectric effects, magn	0,425
17	A3520B	General molecular conformation & symmetry; stereo	0,413
18	A7570C	Interfacial magnetic properties	0,404
19	A7550C	Ferromagnetism of nonferrous metals & alloys	0,401
20	A8140R	Electrical & magnetic properties (related to trea)	0,393
21	A3120.	Specific calculations &results for atoms & moles	0,327
22	B7320T	Chemical variables measurement	0,319
23	A3120J	Local density approximation (atoms & molecules)	0,316

Un análisis de las patentes españolas en Nanotecnología (hasta octubre de 2004) clasificadas con nuestro nanoindex nos ha permitido sacar algunos diagramas como los mostrados a continuación (estudio realizado sobre 57 patentes, 151 concesiones, presentadas ambas en un total de 15 países, por 136 inventores y 87 solicitantes):



Instituciones, Centros y Empresas



La actividad desarrollada en Nanotecnología por los diversos actores nacionales (académicos y empresariales) ha sido cuantificada en el estudio de dos maneras: por un lado con un indicador (S/N) sobre la existencia o no de actividad detectada en proyectos, patentes, y redes temáticas; y por otro mediante indicadores porcentuales con los artículos y actas de congresos detectados entre INSPEC y Current Contents. Sobre estos indicadores numéricos presentamos en la Figura los datos agregados por Comunidades Autónomas en Instituciones. Debe entenderse que han sido obtenidos sólo con los datos de la afiliación del primer firmante español en cada registro.

Madrid	41,8%
Cataluña	22,1%
Andalucía	6,3%
País Vasco	5,9%
Comunidad Valenciana	5,8%
Castilla y León	4,0%
Galicia	2,6%
Aragón	1,9%
Asturias	1,9%
Navarra	1,8%
Islas Canarias	1,8%
Islas Baleares	1,4%
Castilla-La Mancha	0,9%
Santander	0,7%
Murcia	0,6%
Extremadura	0,5%



CSIC	22,60%
Universidad de Barcelona	12,70%
Otros	11,70%
Universidad Autónoma de Madrid	10,40%
Universidad Complutense de Madrid	7,00%
Universidad Autónoma de Barcelona	4,90%
Universidad del País Vasco	3,10%
Universidad de Valencia	2,70%
Universidad de Valladolid	2,70%
Universidad de Sevilla	2,50%
Universidad Politécnica de Madrid	2,30%
Universidad Politécnica de Cataluña	1,90%
Universidad Pública de Navarra	1,80%
Universidad de la Laguna	1,70%
Universidad de Oviedo	1,40%
Universidad Carlos III de Madrid	1,40%
Universidad de Santiago de Compostela	1,40%
Universidad Jaime I	1,30%
Universidad de Vigo	1,20%
Universidad de Gerona	1,20%
Universidad Politécnica de Valencia	1,20%
Universidad de las Islas Baleares	1,10%
Universidad de Salamanca	1,10%

Capital humano



Los investigadores han sido también analizados desde el punto de vista de sus trabajos en INSPEC y Current Contents. A todos ellos se les ha sacado un **"informe de autor"** que da cuenta en un DIN A-4 de su historial científico en torno a la Nanotecnología y del nivel de relación con otros expertos. También se ha desarrollado un indicador nuevo para medir el **"crédito de autor"** (en la Figura) y otro indicador de similitud entre expertos que denominamos el **"ADN de autor"**. Sobre todo esto en el informe completo se dispondrá de mayor información.



METODOLOGÍA DEL THINK TANK

METODOLOGÍA DEL THINK TANK

Como ya se ha explicado, el SNT³ es un foro permanente de trabajo y colaboración entre investigadores, empresarios e instituciones cuyos objetivos principales son fomentar el desarrollo de la Nanotecnología y facilitar su aplicación industrial. Para conseguir sus objetivos, este Think Tank se reunió por primera vez en San Lorenzo de El Escorial los días 2 y 3 de diciembre de 2004 y mantendrá futuras reuniones de forma periódica. Los resultados y conclusiones de sus deliberaciones se hacen públicos a través de su portal www.snt3.net y además los participantes disponen de una plataforma de gestión del conocimiento desarrollada por el CIC-UAM que dará soporte virtual a sus miembros.

En esta primera reunión se realizó una sesión plenaria en la que se repasó el estado de la Nanotecnología en nuestro país y en la que intervinieron instituciones, investigadores y empresarios. Después se dividió en grupos de trabajo para tratar con mayor profundidad cada uno de los sectores industriales representados.

Las cuatro sesiones paralelas del SNT³2004 se desarrollaron conforme a lo indicado en el programa. En la Primera Sesión, que tuvo lugar el jueves día 2 de diciembre por la tarde, se procedió a la **auto-presentación** verbal de cada uno de los participantes, bien sean científicos, empresarios o representantes institucionales. Para ello no se emplearon recursos audiovisuales y tan sólo **2-3 minutos por persona**. El objetivo fue que todos los participantes se hicieran una "composición de lugar" sobre el perfil, la experiencia y los posibles conocimientos involucrados en torno a la Sesión en curso.

A continuación se repartió el "**Cuestionario de selección de temas**". Tras su cumplimentación, cada relator preparó un **resumen**. Con la información proporcionada durante la introducción y con las respuestas dadas a las encuestas, siguiendo una guía de trabajo preparada previamente, se elaboraron las **matrices de innovación** (Nanotecnología vs. aplicación) y se identificaron los puntos dónde la experiencia y los conocimientos en una determinada tecnología pudieran ser empleados para el desarrollo o el progreso de una determinada aplicación de interés.

Durante la hora siguiente, los participantes de cada una de las sesiones **seleccionaron los 12 temas** a tratar en las dos siguientes sesiones paralelas (2ª y 3ª). Los temas fueron elegidos por **consenso** entre los asistentes. El SNT³2004 tuvo un marcado carácter guiado, y prueba de ello son los 25 temas de partida. Como la visión del moderador y su equipo es limitada, se puso especial énfasis en recabar información sobre los propuestos por los asistentes, por si resultan ser del interés de la Sesión (se evitaron temas que respondían intereses demasiado particulares, pues con los 12 temas seleccionados se quiso contar con una aproximación al sector considerado).

Cada uno de los 12 temas se abordó mediante un **análisis guiado** en las sesiones paralelas. En primer lugar, se expuso la visión empresarial sobre el tema elegido. Uno o varios de los **representantes de las empresas** (asociaciones incluidas) expusieron sus puntos de vista al respecto, la importancia del mismo, las soluciones actuales y las tendencias, el marco global en el que se considera, el panorama empresarial español de cara a abordarlo, etc.

A continuación, la **parte científica** de la mesa expuso sus puntos de vista, las posibles soluciones desde el punto de vista del estado de la técnica y de la Nanotecnología, la capacidad nacional al respecto y los referentes extranjeros en cuanto a su grado de madurez, ubicación, éxito frente al problema, nivel de esfuerzo, etc. El análisis del tema lo cerró cada **moderador** con un ejercicio de acercamiento entre las posturas manifestadas por las empresas (**problemas**) y las de los expertos o científicos (**soluciones**) en torno al problema abordado.

En definitiva, el objetivo de estas sesiones fue la identificación de **OPORTUNIDADES DE INNOVACIÓN** centrando los debates en torno a la búsqueda de aplicaciones prácticas de la Nanotecnología. 20 minutos por tema fue un tiempo escaso pero fue gestionado con eficacia por los ponentes y el moderador. Una vez terminados los trabajos de cada mesa se hizo una recopilación preliminar de conclusiones y éstas fueron presentadas el viernes por la tarde en sesión plenaria por cada uno de los coordinadores.

Una vez elaboradas las matrices y establecidas las oportunidades se procedió a identificar las barreras para su posible implementación y a buscar posibles soluciones y modos de operar.

A lo largo de los dos meses siguientes de trabajo, se ha ido alimentando el sistema de Gestión del Conocimiento realizado por el CIC con las OPORTUNIDADES DE INNOVACIÓN identificadas y que conforman las "celdas de conocimiento" de este "repositorio de conocimiento" o "Think Tank" y que han dejado marcados los aspectos más relevantes de la futura "**hoja de ruta**" del tema tratado.

El objetivo final fue perfilar una hoja de ruta que permita utilizar de una forma efectiva los recursos tecnológicos y científicos disponibles en España para contribuir al desarrollo y la innovación de las empresas españolas, aumentando así su competitividad. Los resultados de las matrices pretenden además servir de base para promover la colaboración entre las principales empresas y los grupos científicos más significativos en el escenario de la Nanotecnología en España.

CONCLUSIONES GENERALES

CONCLUSIONES GENERALES

Durante la sesión final de cierre de la primera edición del SNT³ y tras la presentación de cada coordinador de los resultados de su mesa se estableció un debate entre todos los participantes que resumimos en las siguientes conclusiones generales:

- El esfuerzo de organización del SNT³ ha merecido la pena y se han superado las expectativas más optimistas en cuanto a implicación y entusiasmo por parte de organizadores y participantes. El Director de la FECYT, D. Arturo García Arroyo, felicita a los organizadores por liderar esta iniciativa.
- El objetivo principal de la reunión se ha conseguido, es decir, se ha creado y lanzado un foro de encuentro entre investigadores y empresas en Nanotecnología utilizando una metodología de "LABORATORIO DE IDEAS" que ha dado un buen resultado.
- Se propone organizar otra reunión en 2005 en Barcelona que dé continuidad al SNT³ y D. Màrius Rubiralta, director del Parc Científic de Barcelona acepta la propuesta.
- Se concluye además que es necesario crear algún tipo de asociación que promueva el desarrollo de la Nanotecnología en España y que integre a todos: científicos, empresas, inversores e instituciones. Se propone que el SNT³ sirva de embrión para la creación de esta asociación.
- Los participantes expresaron la importancia de que los resultados de este foro lleguen a la administración, y más concretamente a los dos ministerios competentes, para que sean tenidos en cuenta a la hora de elaborar políticas públicas dirigidas a promover la Nanotecnología.

También se realizaron las propuestas de mejora que se detallan a continuación:

- Se propone incluir en futuras reuniones a inversores, así como realizar valoraciones económicas de las oportunidades de innovación detectadas.
- Se coincide en la necesidad de enfocar más las reuniones. Se propone que en Barcelona se reduzca el número de temas a tratar por sesión.
- Surgen algunos temas de carácter horizontal tratados por todos los grupos, especialmente la preocupación generalizada sobre la percepción social de la Nanotecnología. Tanto es así que se propone incluir una mesa específica sobre este aspecto en la próxima reunión del grupo.
- Se propone que en futuras reuniones se consigan grupos más heterogéneos.
- Se propone internacionalizar los grupos de trabajo. Para ello se invitará a participar a destacados ponentes internacionales en la próxima reunión de Barcelona.

Por otra parte, tras analizar en su globalidad el resultado de la reunión, podemos decir que en todas las mesas y en las propias sesiones plenarias los asistentes han coincidido en que es fundamental contar con el apoyo de la administración para que la industria española incorpore la Nanotecnología en sus productos y procesos productivos. Para ello es necesario que todas las administraciones coordinen sus acciones y consigamos hacer frente común.

En este momento contamos con una excelente base científica y con algunas empresas que, como ha demostrado este Think Tank, están dando pasos importantes para incorporar o aplicar la Nanotecnología. Sin embargo, todavía faltan algunos elementos que posibiliten el liderazgo español en ciertos aspectos nanotecnológicos:

- Se constata la necesidad de creación de un gran centro científico-tecnológico de Nanotecnología, que aúne esfuerzos, para albergar grupos de investigación pluridisciplinarios. Este centro no eclipsaría a ninguno de los ya existentes sino que los complementaría, acogiendo a los mejores grupos. Otros países como Francia, Japón o EE.UU. cuentan ya con este tipo de centros de excelencia en Nanotecnología.
- Faltan infraestructuras para la fabricación de nanosistemas que permitan la fabricación de prototipos y series cortas. Esto es necesario para que nuestra industria se beneficie del conocimiento generado en los laboratorios.
- La adopción de la Nanotecnología como arma para mejorar la competitividad y productividad de las economías es ya una realidad en otros países donde los gobiernos han puesto en marcha acciones muy concretas y de gran calado. Se espera lo mismo de la Acción Estratégica de Nanociencia y Nanotecnología del gobierno español.

OPORTUNIDADES DE INNOVACIÓN DETECTADAS

OPORTUNIDADES DE INNOVACIÓN DETECTADAS

Durante esta primera reunión del SNT³ en las mesas de trabajo los expertos analizaron muchas ideas de aplicación de la Nanotecnología, en concreto la propuesta inicial incluía 100, sin embargo de éstas solamente 33 se han identificado como oportunidades de innovación para desarrollar en España, es decir un tercio de las ideas inicialmente propuestas constituyen importantes áreas de desarrollo. A continuación listamos cada una de estas oportunidades. Más adelante se describen con todo detalle.

AEROESPACIAL Y DEFENSA

1. Desarrollo de nuevos materiales estructurales metálicos, por ejemplo aluminio en nanofase, para fabricación de componentes y elementos estructurales.
2. Nuevos sensores CBRE (químicos, biológicos, radiológicos, y de explosivos)
3. Utilización de nuevos materiales compuestos estructurales, especialmente nanofibras, nanotubos de carbono y nanoarcillas para la fabricación de elementos de fuselajes, estructuras aeronáuticas, antenas, sistemas terrestres móviles.
4. Sistemas de navegación inercial basados en nano girómetros y nano acelerómetros.
5. Materiales reductores del desgaste mecánico como cerámicas modificadas con fibras de carbono (crecidas desde fase gaseosa - VGCF) o bien mediante laminas delgadas (obtenidas con técnicas de deposición tipo sputtering).
6. Tejidos para protección balística de menor peso y mayor resistencia y duración.
7. Desarrollo de nuevos sensores magnéticos basados en espintrónica para aplicaciones navales (detección de buques y submarinos).
8. Utilización de sistemas para reducir la firma acústica, magnética y electromagnética en navíos de guerra.
9. Recubrimientos anticorrosivos y funcionalización de superficies metálicas.
10. Control térmico y creación de materiales inteligentes que se adapten a las condiciones extremas propias de las misiones espaciales (radiación, gradientes térmicos, desgasificación, ingravidez...)

11. Detección de minas antipersonal y anticarro por medio de neutrones rápidos.
12. Aplicaciones de la nanofotónica a tecnologías de información, comunicaciones, y técnicas de presentación: cristales fotónicos, interruptores, filtros, pantallas y visualizadores, etc.

BIOMEDICINA Y FARMACOLOGÍA

1. Desarrollo de Biochips para identificación y cuantificación de cargas virales o bacterianas o multianálisis para diagnóstico médico.
2. Sistemas de administración de fármacos o partículas terapéuticas basados en Nanotecnología.
3. Aplicaciones de la nanofluídica para oximetría, medida de gases no invasiva y detección de gases en micro-volúmenes de fluidos.
4. Nanopartículas para transporte dirigido de fármacos y para aumentar la eficacia de estos, especialmente utilizando anticuerpos específicos para marcar dianas.
5. Recubrimiento de superficies para mejorar la biocompatibilidad de los materiales implantables.
6. Nanoestructuras para uso terapéutico y diagnóstico, especialmente diseñadas para el desarrollo de terapias génicas.
7. Chips de péptidos o proteínas de membrana dirigidos a realizar pruebas para la búsqueda de nuevas moléculas y fármacos compuestos.
8. Nanopartículas para su uso en animales, especialmente en el desarrollo de nuevas vacunas.

INDUSTRIA ENERGÉTICA

1. Mejora de catalizadores y fotocatalizadores aumentando la superficie de reacción con materiales nanoestructurados.
2. Sistemas eficientes y seguros para el almacenamiento de hidrógeno, basados en aplicaciones de la Nanotecnología.
3. Mejora en las prestaciones de los catalizadores, membranas y capas difusoras de las pilas de combustible.
4. Mejora de súpercondensadores de alta capacidad de almacenamiento energético fabricados con óxidos nanoestructurados.
5. Células solares orgánicas con mayor aprovechamiento del espectro solar y mayor eficiencia que sustituyan la tecnología fotovoltaica basada en silicio.
6. Superconductores en conectores de la red a alta velocidad

7. LED de luz blanca para lámparas de emisión de campo utilizando sustratos orgánicos flexibles.

ELECTRÓNICA Y MATERIALES

1. Desarrollo de nuevos nanocomposites de polímero-sepiolita (arcilla-fibrilar) para el desarrollo de nuevos materiales con múltiples aplicaciones
2. Desarrollo de nuevos métodos para conseguir la dispersión de nanoarcillas y nanopartículas en matrices obteniendo con ello nanocomposites con propiedades físicas y mecánicas notables.
3. Desarrollo de nanocomposites de polímeros funcionales con distintas cargas manométricas.
4. Desarrollo de nanocomposites de resinas y nanopigmentos para la construcción y señalización de carreteras
5. Utilización de nanopigmentos para mejorar las prestaciones de las impresoras digitales a color mediante inyección de tinta.
6. Utilización de partículas magnéticas para desarrollar pantallas de reflexión.

CONCLUSIONES
DE LAS SESIONES DE TRABAJO

Sesión Aeroespacial y Defensa

1.- Participantes

El grupo de trabajo de Aeroespacial y Defensa estuvo constituido por los siguientes miembros:

Aeroespacial y Defensa

<i>Moderador</i>	Héctor Guerrero	Instituto Nacional Técnica Aeroespacial
<i>Redactor</i>	Remo Tamayo	Instituto Nacional Técnica Aeroespacial
<i>Participantes</i>	Carmen Afonso	Instituto Óptica - CSIC
	Claudio Aroca Hernández-Ros	ISOM- ETSI Telecomunicaciones UPM
	Fernando Calle	ISOM- ETSI Telecomunicaciones UPM
	José M^a Pintado	Departamento de Materiales y Estructuras - INTA
	Francisco Javier Martínez Moral	Grupo Antolín Ingeniería S.A.
	José Millán	IMB - CNM - CSIC
	José Miguel Pascual Ruiz	INDRA
	Rafael Pax Dolz	GAMESA AERONÁUTICA
	César Puentes Márquez	EADS-CASA
	Agustín Rodríguez González-Elipe	Instituto de Ciencia de Materiales de Sevilla-CSIC
	Pedro Rubio Roy	INDUYCO
	Miguel Sánchez	RAMEM
Jesús Sánchez	IBERESPACIO	
Sebastián Vieira	UAM	
<i>Observadores</i>	Félix Alonso Majagranzas	AFARMADE
	Francisco Alonso	CSIC
	José Manuel Báez	FECYT
	Vicente Hernández Alonso	ATECMA
	Juan Manuel Lecue	BAIE
	Jorge Sánchez Martínez	SDG-TECEN

En total participaron siete científicos y siete empresas del sector Aeroespacial y Defensa, con cinco observadores institucionales. Entre los científicos había especialistas en magnetismo y sensores magnéticos, en dispositivos electrónicos de potencia, en superficies y láminas delgadas, en materiales compuestos, semiconductores, sensores, bajas temperaturas, propiedades ópticas de materiales y dispositivos ópticos. El amplio espectro de los científicos presentes contribuyó a la diversidad de los temas tratados.

Los observadores institucionales demostraron ser de gran utilidad, no sólo por las ideas y conocimientos que aportaron al debate, sino porque a su vez eran portavoces de las necesidades de algunas de las empresas incluidas en las asociaciones o, como en el caso del Ministerio de Defensa, de algunas de las prioridades en la investigación aplicada a Defensa.

2.- Nanotecnologías aplicadas a los sectores Aeroespacial y Defensa

La Nanotecnología puede contribuir de muchas formas a mejorar las aplicaciones y productos de los sistemas aeroespaciales y de defensa. Las principales son:

- **Mejora de propiedades mecánicas.** Los nuevos materiales pueden incrementar todos los parámetros (resistencia, maleabilidad, ductilidad, tenacidad...) de los materiales actuales. Existen muchos estudios y pruebas sobre las propiedades de, por ejemplo, los nanotubos de carbono, en los que se predicen propiedades mecánicas inalcanzables para los materiales actuales.
- **Reducción de peso.** También es posible optimizar las características de los materiales para que sigan cumpliendo su función pero con una menor cantidad de material. Como ejemplo pueden citarse las pinturas de aviones, que no son sólo ornamentales, sino que sirven para preservar el fuselaje de aluminio de la corrosión. Unos kilogramos extra de pintura no sólo implican un peso extra al despegar, sino que son transportados durante millones de kilómetros a lo largo de la vida útil del avión, provocando un gasto acumulativo de combustible que se vería claramente compensado por el desarrollo de películas protectoras anticorrosión más ligeras.
- **Posibilidad de reutilización.** El reciclaje de los nanomateriales, al ser más estructurados que los actuales, sería posible con menores costes y mayor eficiencia.
- **Abaratamiento de costes.** Una vez que los materiales hayan entrado en producción industrial, sería posible obtener materiales más baratos (por ser más ligeros y necesitar su procesado menos pasos) que tengan las mismas (o mejores) propiedades que los actuales.

Todos los participantes estuvieron de acuerdo en que la nanotecnología es un movimiento emergente que sin duda transformará los sectores Aeroespacial y de Defensa. Sin embargo, también hubo un acuerdo generalizado en que la aplicación a gran escala de la nanotecnología no es algo que vaya a ocurrir a corto o medio plazo. En estos momentos la nanotecnología se encuentra todavía en fase de desarrollo, de ciencia básica, por lo que pasarán no menos de 10 - 15 años hasta que haya grandes aplicaciones basadas fundamentalmente en nanotecnología. Sí se pueden observar aplicaciones actualmente, pero son siempre en el campo de los nanomateriales y su producción a gran escala no ha terminado de despegar.

Así pues, la selección de temas tratados durante esta sesión estuvo influida por las posibles aplicaciones ya disponibles principalmente en el campo de los nuevos materiales (siempre orientados a los sistemas aeroespaciales y de defensa). Los materiales de protección balística pueden beneficiarse del aumento de resistencia unido a la disminución de peso que traería la nanotecnología. Los sensores pueden beneficiarse de una disminución de la masa

y un aumento de la sensibilidad gracias a propiedades cuánticas que aparecen a escala meso y microscópica en los materiales. Los materiales protectores contra corrosión y rozamiento aprovechan la disminución de peso y las propiedades "a la carta" con los que podrían contar los materiales nanoestructurados.

3.- Selección de temas tratados durante la sesión

Al inicio de la sesión se propusieron 25 temas previamente establecidos por el moderador de la mesa. Los participantes debían puntuar estos temas en una escala A-B-C (A: mucho, - B: normal, - C: poco), en varios apartados.

A la hora de elegir los temas a debatir, se prestó mayor atención a las respuestas dadas en referencia al interés que estos temas generaban en los asistentes y el conocimiento que tenían de ellos. Se decidió establecer un baremo numérico para la selección de los temas, asignando 3 puntos a una opinión A, 2 a una opinión B y 1 a una opinión C.

Las valoraciones de todos los participantes se sumaron y se obtuvo la siguiente clasificación de temas (los temas finalmente elegidos se muestran resaltados):

Tema	Interés	Conocimiento
Materiales sólidos de propulsión (propergoles sólidos)	19	16
Explosivos más seguros de manipular y más potentes	17	14
Sistemas de disparo más fiables (espoletas)	18	14
Blindajes flexibles para protección antibalística personal	31	19
Blindajes transparentes (vehículos y personales)	23	13
Filtros y tejidos activos/pasivos para protección NBQ	25	16
Cremas personales protectoras	14	13
Partículas activas en aerosol para descontaminación	23	15
Materiales para neutralización de explosivos/minas	23	13
Nuevas aleaciones y materiales metálicos para construcción aeronáutica (v.g. aluminio en nanofase...)	37	21
Materiales flexibles con rigidez adaptable	29	16
Materiales de matriz compuesta para aplicaciones estructurales	34	19
Sensores CBRE	36	21
Sensores magnéticos para detección de firma	33	22
Tecnologías de detección de minas	30	15
Sistemas sensores para unidades de navegación inercial	34	19
Actuadores para mejora de perfiles aerodinámicos	30	16
Actuadores biomiméticos (músculos artificiales...)	26	17
Materiales de protección para el desgaste mecánico	32	20
Materiales de protección frente a la corrosión	30	18
Materiales de protección térmica	30	18
Materiales para reducción de carga electrostática en órbita.	25	15
Tecnología RAM (<i>Radar Absorbing Materials</i>)	25	16
Materiales para la ocultación de firma infrarroja	30	19
Tejidos pasivos / activos camaleónicos	29	16

A estos temas se añadieron algunas propuestas de los asistentes. Así, se incluyó un tema más genérico, como la nanoelectrónica. Los tejidos miméticos y los blindajes flexibles, junto a las fibras inteligentes, se agruparon en un único tema de "nanotecnología para el combatiente". El tema de "reducción de firma infrarroja" se amplió para incluir los sistemas de firmas multispectrales. Los materiales de matriz compuesta se ampliaron también para incluir a la electrónica de altas temperaturas. El tema de guiado inercial se amplió para discutir sobre alas adaptativas con microactuadores que permitan mejorar la capacidad de vuelo y maniobrabilidad de las aeronaves.

El segundo día de sesiones paralelas, se unieron a esta mesa José Miguel Pascual Ruiz (INDRA) y Carmen Nieves Afonso (Instituto de Óptica, CSIC). Se añadieron dos temas (cables ultraligeros y sensores de firma multispectrales) a petición de INDRA.

En general, el acuerdo fue unánime a la hora de elegir los temas a tratar. En caso de duda, primarían las empresas a la hora de elegir sobre los científicos y los observadores institucionales, pero esto no fue necesario.

En general, puede observarse que el grado de conocimiento de los temas avanza parejo con el grado de interés en ellos. Algunas excepciones en las que el grado de conocimiento de los participantes es inferior, se debe a que una o varias empresas propusieron el tema, que era de interés para todos, aunque en la mesa no hubiera científicos especialistas en la materia.

4.- Desarrollo de la sesión

Una vez elegidos los doce temas finales que iban a discutirse, se comenzó en orden decreciente de preferencia. Las principales observaciones y conclusiones realizadas sobre cada tema se exponen a continuación:

4.1.- Materiales estructurales metálicos

La opinión empresarial es que las empresas se dividen en dos sectores respecto a los materiales aeronáuticos: fabricantes y usuarias finales. Las empresas necesitan que los científicos identifiquen la disponibilidad del material, sus ventajas competitivas, las propiedades características y las mejoras que supondría. Las empresas desean que los científicos identifiquen un nuevo material, lo caractericen y les enseñen cómo usarlo. Los científicos están de acuerdo en que no hay que esperar a que una empresa tenga una necesidad concreta, sino que deben existir laboratorios que se dediquen al estudio y caracterización sistemática de materiales.

4.2.- Sensores CBRE (químicos, biológicos, radiológicos, de explosivos)

Las empresas están dispuestas a probar todos los sensores que se desarrollen en el entorno académico, para determinar sus posibilidades, su viabilidad económica y las posibles mejoras sobre otros sensores ya existentes. La

visión científica es que en España hay centros con capacidad para la fabricación de pequeñas series de sensores. Sin embargo, ambos colectivos coinciden en la necesidad de la intervención del Ministerio de Defensa, marcando las prioridades deseadas en sensores, prioridades a las que se plegarían empresas e investigadores.

4.3.- Materiales compuestos estructurales

En este tema, la atención la centraron el Grupo Antolín e INDUYCO. Esta última empresa habló de su necesidad de investigación con materiales estructurales compuestos para reducir el peso y aumentar la resistencia de cascos y chalecos antibala. Antolín expuso sus últimos resultados en materiales compuestos con fibra de carbono en matriz metálica. La matriz para un chaleco no ha de ser metálica, sino polimérica, por lo que se llegó a un acuerdo verbal de investigar en más profundidad las posibilidades de la técnica del Grupo Antolín para aplicarla a los productos de INDUYCO.

4.4.- Navegación inercial

Desde el punto de vista empresarial, España no puede competir en este tema, de momento, con los desarrolladores. España debe comprar tecnología de navegación inercial. La DARPA (Defense Advanced Projects Research Agency, o Agencia de para Proyectos de Investigación Avanzados de la Defensa) norteamericana destinó un gran presupuesto para el desarrollo de este tipo de sensores miniaturizados, a través de proyectos con empresas como Honeywell o Draper. Al cabo de dos años se llegó a la fabricación de IMU (Inertial Measurement Unit, o Unidad de Medida Inercial) de dos pulgadas cúbicas, con una resistencia de 2000g, para ser introducidas en munición. Se estima que el potencial de mercado de esta tecnología es de 1200 M\$.

4.5.- Sensores magnéticos

La espintrónica y los materiales magnéticos utilizan tecnologías puramente nanotecnológicas. Las últimas investigaciones unen estas disciplinas con los semiconductores. Desde el punto de vista empresarial, se comenta que ya hay aplicaciones en el mercado para detectar desde coches en un peaje o un aparcamiento hasta buques y submarinos por su firma magnética.

4.6.- Materiales para el desgaste mecánico - Tribología

En EE.UU. se utilizan ya unos sprays para proteger ejes del desgaste por rozamiento mecánico. Su coste es elevado y su eficacia es muy alta. Se ha comprobado la viabilidad de las cerámicas para aplicaciones contra el desgaste. En España se cuenta con potencial investigador. En la ESA hay un grupo de estudio del desgaste en el Espacio. Se ha diseñado y construido un experimento, el tribolab, que volará en una misión de la ESA, donde hay empresas españolas implicadas.

Es importante que los lubricantes para uso en condiciones de baja gravedad no sean líquidos, pues es inevitable que se evaporen, dejando los metales en

contacto expuestos. A escala microscópica se puede estudiar el rozamiento con la ayuda de un AFM (Atomic Force Microscope o Microscopio de Fuerzas Atómicas).

Para la empresa es interesante la lubricación en vacío. Por ahora, España es consumidora de este tipo de tecnologías. Por ejemplo, las cerámicas reforzadas con fibras de carbono obtenidas por crecimiento al vapor (VGCF) pueden usarse en misiles con velocidad de vuelo supersónica. Es posible, además, utilizar nanofibras de carbono para conseguir cerámicas conductoras, pudiendo incluso modificar el gradiente de conductividad eléctrica de la cerámica.

4.7.- Tejidos para blindajes flexibles

INDUYCO, líder europeo en chalecos y cascos de protección balística, expone que actualmente el equipo del soldado ronda los 40 kg, peso que los programas de investigación para el combatiente quieren reducir a 20 kg. Hay noticias sobre un chaleco con líquido en su interior que contiene nanopartículas magnéticas en disolución. Por efecto magnetorreológico es posible endurecer el chaleco a voluntad al llegar a zonas de conflicto. A más largo plazo, los chalecos detectarán las condiciones externas y modificarán sus parámetros (dureza, flexibilidad...) en consecuencia. La nanotecnología debe usarse también para mejorar la resistencia y durabilidad de los chalecos. Los actuales son muy sensibles a la humedad y los rayos UV, que los degradan rápidamente, pero ya hay chalecos con recubrimiento hidrofóbico para repeler la humedad. También puede investigarse el efecto loto (la flor del loto no se moja gracias al recubrimiento de su hoja).

4.8.- Reducción de firma

Los UAV (Unhabited Aerial Vehicles o Aviones No Tripulados) invisibles (i.e., con baja superficie equivalente Radar) son muy demandados. Normalmente, en un proyecto de aeronave, las firmas² IR y UV son una de las primeras especificaciones del proyecto. La empresa española MicroMag trabaja en la reducción de firma magnética de buques de guerra.

Al tener rotacional el campo magnético no se puede apantallar como el campo eléctrico. Es necesario que entre y salga del barco, y usando superficies cerradas crear campos internos para compensar al externo. Ya hay un proyecto europeo para el uso de materiales nanoestructurados como aislante acústico. Los sensores UV son cada vez más solicitados. Sus usos hasta ahora son el estudio de la ionización (efecto corona...).

4.9.-Materiales anticorrosión

El peso de la pintura de un avión ronda los 100 kg. Reducir en 1 kg el peso de la pintura implica no sólo reducir el peso en el despegue, sino también el

² esto es, cómo se detecta un determinado objeto utilizando IR, UV, RADAR, ondas acústicas, etc.

transporte de esa masa durante millones de kilómetros a lo largo de la vida útil del avión. Los recubrimientos de los aviones no sólo sirven para decorar e identificar el avión, sirven sobre todo para proteger el aluminio de la corrosión, por lo que debe investigarse más en la interfaz aluminio-pintura.

Una solución de VGCF en pintura aumenta la durabilidad de la misma, al tiempo que se reduce el peso (el carbono es muy ligero). Como único inconveniente cabe citar que el color de una pintura con fibra de carbono solamente puede ser negro. Las nanofibras, además, pueden hacer conductora la pintura, lo cual eliminaría muchos problemas de electrostática.

También pueden utilizarse pinturas para apantallamiento magnético, sustituyendo así el aluminio y reduciendo aún más el peso.

Una última posibilidad que se citó es metalizar cerámicas, funcionalizarlas para conseguir una buena unión a una parte metálica.

4.10.- Control térmico

Se necesitan materiales desde el punto de vista empresarial, que puedan utilizarse para control térmico activo. Los nanotubos han demostrado en las primeras pruebas que pueden ser viables. Un ejemplo de estos dispositivos en el sector aeronáutico son las ventanillas de avión que se oscurecen al pulsar un botón, para no utilizar las pantallas que se usan actualmente. El óxido de vanadio cambia de fase y se oscurece a 40°C. Los recubrimientos electrocromicos se utilizarán en el Airbus A-380, utilizando precisamente óxido de vanadio.

La protección TBC (Thermal Barrier Coatings) se utiliza principalmente en las toberas y postcombustión de los motores de aviación. La empresa ITP, en España, está interesada en esta tecnología, pero otras empresas extranjeras (Rolls Royce, Pratt & Whitney...) han invertido mucho dinero y la dominan, por lo que sería muy difícil para una empresa española obtener productos finales a precio competitivo.

4.11.- Detección de minas

Existe ya tecnología para detectar minas con TNT. El TNT, al descomponerse, emite nitrógeno y existen bacterias que se fijan a estos depósitos de salida de nitrógeno. Una vez esparcidas las colonias de bacterias por el campo minado, es posible detectar dónde se hallan los mayores depósitos de las mismas iluminando con láser, siempre sobre las minas.

RAMEM puede adaptar su tecnología DMA (Differential Mobility Analyzer) a la detección de minas.

España es líder en el desminado de campos. La nanotecnología se emplea ya en los sensores CBRE, pero la detección de minas pertenece a un campo distinto de la seguridad nacional. En el VI Programa Marco (VIPM) de la Comisión Europea existe un apartado sobre seguridad ciudadana, que podría aprovecharse para investigación en este campo.

4.12.- Nanoelectrónica/nanofotónica

En este tema, propuesto por los asistentes y de carácter mucho más general que los anteriores, se habló del estado de la electrónica en general en España, además de proponerse una serie de acciones a escala nacional o, como mínimo, plurirregional.

Los microsistemas en España funcionan bien, pero es necesaria la capacidad de producción en serie. El valor añadido del microsistema futuro es la integración electrónica - fotónica, para mejorar la velocidad de las comunicaciones pero manteniendo el inmenso background que se tiene en microsistemas. Las empresas demandan microsistemas más pequeños, de menor consumo.

Hay unanimidad en la necesidad de una Foundry española.

5.- Conclusiones generales

Como primera y más importante conclusión, podemos decir que hubo unanimidad en la necesidad de realizar más eventos como este Think Tank. Tanto investigadores como empresas estuvieron de acuerdo en que los foros para complementar el mundo académico con el de la empresa no pueden ser sino beneficiosos para ambos colectivos.

Por otro lado, en España hay usuarios finales de tecnología y hay laboratorios de investigación, pero falta el eslabón intermedio. Una de las tareas de los futuros Think Tanks deberá ser el localizar a los intermediarios que fabriquen los dispositivos demandados por las empresas y diseñados por los laboratorios. Por otra parte, las empresas de sistemas aeroespaciales y de defensa en España son en su casi totalidad integradoras de sistemas, antes que fabricantes. Si es necesario desarrollar componentes para un usuario final es posible hacerlo, aunque siempre las primeras opciones serán encontrar productos ya comercializados que cumplan con la misión. Una mayor oferta de fabricantes de dispositivos en España (o una mejor identificación de la existente) podría romper este círculo vicioso.

La producción industrial no debe ni puede hacerse en los laboratorios de investigación (salvo a pequeña escala). Como ejemplo, se habló de los dos tipos de sensores existentes en el mercado. Los hay baratos y de fabricación masiva y los hay muy especializados, más caros y de los que se fabrican tiradas pequeñas (no más de 100 ejemplares). El mercado de los sensores de bajo coste está bastante copado, por lo que es en los sensores especializados donde debe buscarse el nicho de mercado en España.

También se llegó a un consenso general en cuanto a la necesidad de una Foundry española, una gran instalación científica no empresarial al estilo de las de EE.UU. o Francia (en Francia, por ejemplo, la nanotecnología se concentra en Grenoble, la potencia en Toulouse). La Foundry española no debería tener sólo litografía, sino también equipos de grabación, aunque no se debería limitar a los métodos de fabricación. Uno de los principales problemas es la falta de infraestructura.

6.- Fichas de identificación de oportunidades de innovación

A001.- Materiales estructurales metálicos

Descripción:

Por materiales estructurales metálicos nos referimos, por ejemplo, a aluminio en nanofase (NP/AL), empleado como sustituto del titanio.

El interés empresarial de estos materiales puede dividirse en dos partes: los fabricantes están englobados dentro del grupo de empresas de la sesión de Materiales, por lo que en esta mesa no tuvimos la oportunidad de escuchar su punto de vista. Las empresas españolas del sector Aeroespacial y Defensa no son fabricantes, sino integradores. Sólo en casos concretos en los que no es posible hallar una solución en el mercado se desarrollará un dispositivo dentro de la empresa, pero los casos son los menos numerosos. Los usuarios finales, en cambio, incluyen a la industria aeronáutica, que necesita nuevos materiales más ligeros y resistentes para sustituir al titanio en los aviones. La amplitud de posibles materiales es excesiva, por lo que la industria solicita que los científicos digan qué material se debe usar y cómo. Se requieren análisis previos para detectar limitaciones y posibles ventajas.

Desde el punto de vista científico, se recalca que es necesario testar los materiales para caracterizarlos incluso aunque no haya un proyecto a la vista. Es algo difícil de conseguir, pues la mayoría de los ensayos van ligados a proyectos. El círculo vicioso en materiales es que el científico espera que una empresa le diga qué quiere, mientras que la empresa espera que el científico le diga qué tiene.

En resumen, cabría destacar como fortaleza de esta oportunidad la posibilidad de reconvertir las actuales empresas de aluminio a aluminio aeronáutico, ya que en España no hay empresas de aluminio para este sector. Sin embargo, cabe tener en cuenta que las empresas asiáticas serán más competitivas en cuanto entren en el mercado.

A002.- Sensores CBRE

Descripción:

Los sensores CBRE tienen su aplicación sobre todo en los campos de la Defensa y de la Biotecnología. Al respecto de este último campo de aplicación, sería deseable una interacción con la sesión de Biomedicina.

Desde el punto de vista empresarial, hay interés en probar sensores de cualquier tipo desarrollados en el entorno universitario. Las empresas de sistemas

de Defensa y Aeronáuticos en España no son productoras de sensores, sino integradoras. Cuando aparece la demanda de un sensor no desarrollado en el ámbito académico, las empresas aprovechan la oportunidad para desarrollarlo. Pero generalmente esto no suele suceder. Además, debe tenerse en cuenta que existe una alta capacidad de producción industrial de sensores en el extranjero.

Desde el punto de vista científico, hay varios centros con capacidad de producción de pequeñas series de sensores. Las aplicaciones de estos sensores no suelen ir guiadas por la demanda de las empresas, sino por el interés intrínseco de estos sensores en la investigación.

El consenso general es que debe ser el Ministerio de Defensa el que marque directrices y señale en qué campo de los sensores debe alcanzarse capacidad propia en España.

A003.- Materiales compuestos estructurales

Descripción:

Dentro del grupo de los materiales compuestos se han considerado las nanofibras, los nanotubos de carbono, y nanopartículas, como por ejemplo las nanoarcillas. Los materiales compuestos han sido ya utilizados en diversas aplicaciones. Hasta la fecha se conocen aplicaciones de nanopartículas dispersadas en varios tipos de matrices, tanto metálicas como poliméricas. Su principal uso hasta la fecha ha sido lograr una reducción del peso del material manteniendo, o incluso mejorando, las propiedades del mismo.

Desde el punto de vista empresarial, estos materiales son interesantes para empresas que puedan fabricar nanocargas para dopar matrices o, como usuario final, para aquellas que necesiten este tipo de materiales para integrarlos en plataformas o sistemas.

Existen en la actualidad tres fabricantes mundiales de nanocargas en forma de polvo cuyas partículas llegan a 100 micras de diámetro.

La reciente aplicación de nanofibras de distintos materiales en lugar de nanopartículas ha demostrado ser viable para aprovecharse en materiales de protección balística, reduciendo el peso del material (chaleco, casco) hasta en un 40%. España dispone de capacidad de fabricación de volúmenes medianos de material, aunque espera a corto plazo poder ampliar su capacidad de producción. Aún debe realizarse investigación básica, pues se dispone de tecnología para la dispersión de nanofibras en matriz metálica, mientras que sería interesante la dispersión de estas nanofibras en más tipos de matrices. El campo de estudio de la dispersión de distintos nanomateriales en distintas matrices puede tener aplicaciones en otros campos (véase la ficha C003).

Las aplicaciones de estos materiales podrían ser innumerables: desde sustituir

ción de elementos en fuselajes y estructuras aeronáuticas hasta antenas más ligeras, componentes estructurales de satélites, mástiles de barcos, sistemas terrestres móviles...

Se considera muy alta la posibilidad de mejorar esta oportunidad mediante la nanotecnología.

Observaciones generales:

Esta oportunidad tecnológica es una de las más claras que se han presentado en el contexto de esta sesión del SNT³2004. Dos empresas españolas poseen tanto la capacidad de producción como la capacidad de aplicación de una tecnología y la voluntad de colaborar para el desarrollo de nuevos productos. Consideramos esta oportunidad de alto interés.

A004.- Navegación inercial

Descripción:

Entendemos por sistemas de navegación inercial aquellos sistemas sensores para unidades de navegación inercial, como micro/nano girómetros y micro/nano acelerómetros, principalmente.

DARPA, la Agencia de Proyectos Avanzados para la Defensa norteamericana, ha invertido mucho dinero en investigación en estos sensores. Sus principales contratistas son DRAPER y Honeywell. Tras dos años de investigación se llega a una IMU (unidad de medida inercial) de 2 pulgadas cúbicas ($<7\text{cm}^3$) y capaz de resistir aceleraciones de 20 000g, para incluirla dentro de la munición. Se estima en 1.200 M\$ el mercado de sensores de medida inercial.

En España, CESA (perteneciente al grupo EADS) desarrolla actuadores, como los actuadores de óptica adaptativa del telescopio GRANTECAN.

A005.- Sensores magnéticos

Descripción:

Los sensores magnéticos de última generación aprovechan la espintrónica y los materiales magnéticos junto con semiconductores. Se trata de tecnología completamente "nano". Se aprovecha un efecto similar al efecto Hall. En España hay mucha investigación de primer orden en magnetismo, con bastantes aplicaciones desarrolladas, aunque generalmente a pequeña escala.

Desde el punto de vista empresarial, hay interés, sobre todo en lo referente a detección de buques y submarinos, o recuento de coches (actividad para la que ya hay sensores comercializados).

A006.- Materiales reductores del desgaste mecánico

Descripción:

El desgaste mecánico es un problema que afecta a la práctica totalidad de los sistemas y plataformas con partes móviles, disminuyendo su vida útil. En entornos espaciales se deben evitar los lubricantes líquidos, pues pierden su eficacia (se evaporan).

En EE.UU. se utilizan sprays rociados sobre los ejes a proteger, un sistema eficaz pero de coste muy elevado. Es posible utilizar cerámicas. La Agencia Espacial Europea dispone de un grupo de Tribología (estudio del rozamiento). Empresas españolas han participado en el tribolab, que volará en una misión de la ESA.

El grupo Antolín investiga en cerámicas modificadas con VGCF (fibras de carbono por crecimiento al vapor), que soportan temperaturas de hasta 1600°C. También pueden usarse las nanofibras para conseguir cerámicas conductoras (siendo posible controlar el gradiente de conductividad eléctrica de las mismas).

Todas las empresas están de acuerdo en que éste es un problema muy importante para sus productos. El interés principal, sin embargo, es ser usuarios finales de estas tecnologías, más que lanzarse a su investigación y desarrollo.

Como fortaleza, se debe citar la amplia experiencia de los investigadores españoles en cerámica y láminas delgadas (sputtering...).

A007.- Tejidos para protección balística

Descripción:

El equipo actual de un combatiente ronda los 40kg, siempre que no lleve equipo adicional (como trajes para guerra nuclear, bacteriológica y química (NBQ), por ejemplo). Un chaleco pesa 9kg, un casco 1.5kg, un traje NBQ 3.5kg. El objetivo del Ejército es reducir este peso a la mitad (el Ejército norteamericano investiga en la reducción de peso del equipo del combatiente individual a través del ISN, Instituto para la Nanotecnología del Soldado).

INDUYCO es el nº 1 europeo en el sector. Trabaja en el programa del "Combatiente Futuro" del Ministerio de Defensa.

El objetivo buscado es un chaleco más ligero y con mayores prestaciones. Se pretende además desarrollar material de protección balística que se degrade lentamente con el tiempo. Los actuales chalecos son muy sensibles a la humedad y la radiación ultravioleta.

Se conocen estudios de desarrollo de chalecos con un líquido magnetorreológico en el interior, que se endurece mediante un campo magnético antes de

entrar en combate, consiguiéndose pesos más reducidos para el chaleco. Para evitar los efectos de la humedad, se investiga en estructuras bidimensionales inspiradas en las hojas de loto, que no se mojan debido a su particular recubrimiento.

Pese a la poca pujanza de la investigación textil en España, hay otros laboratorios que podrían reconvertirse (industria de los colorantes, química orgánica...). Además, se da la oportunidad de que existen proyectos europeos así como varios grupos europeos que desean especializarse en tejidos miméticos. Y no debe olvidarse que España cuenta con varias empresas (FECSA, Industrias Sedó) importantes en la manufacturación (e I+D) de productos textiles. Antolín, primer fabricante mundial de fibras de carbono, puede colaborar en la investigación de materiales compuestos de matriz no metálica para rebajar el peso de los chalecos (véase referencia A003).

A008.- Reducción de firma

Descripción:

Los UAV (aviones no tripulados) invisibles son muy demandados. Las firmas de un vehículo son una de las primeras especificaciones de un proyecto. Dentro del VIPM de la UE, existe un proyecto sobre uso de materiales nanotecnológicos como aislante acústico.

Ya existe una empresa (MicroMag) dedicada en exclusiva a la reducción de firma magnética para buques de guerra. Desde un punto de vista técnico, el campo magnético no puede ser apantallado al contrario que el electromagnético. El campo debe tener entrada y salida del vehículo y utilizando superficies cerradas hay que crear campos magnéticos internos que compensen el externo. Cada vez se utilizan más sensores en el rango de los UV. Otro dispositivo en boga son los alertadores IR y UV (basados en sensores IR, UV, con capacidad de detección angular, de trayectoria, etc. - y no son sólo discretos sino en matriz de elementos para formar imágenes). Sistemas multiespectrales e hiperespectrales.

También se demandan y desarrollan los alertadores láser, para saber cuándo se es "iluminado" por un apuntador láser. Detección de la longitud de onda.

Sistemas activos. Las bibliotecas de firmas están a disposición pública. Un sistema activo puede cambiar la firma para que el vehículo no sea tan fácilmente reconocible. En el caso del radar se genera un eco que vaya simulando su perfil, pero nada tiene que ver con la nanotecnología.

Visión científica:

El apantallamiento magnético no sigue los mismos principios que el electromagnético (jaulas de Faraday). En el magnético hay que conseguir superficies completamente cerradas, y lo que se hace es de manera activa compensando el campo generando otros.

Los nanohilos inorgánicos se investigan como sensores de UV. Grupos de investigación españoles cuentan con capacidad para sistemas IR y UV en el mismo elemento. En el IR son nanoscópicos (transición intrabanda con capas extremadamente delgadas y explotación de fenómenos cuánticos, parecidos a los láseres de cascada cuántica). También en filtros de longitud de onda basados en nanotecnología.

Observaciones generales.

El consenso general es que estos sistemas son muy demandados. Sin embargo, la infraestructura española es de usuario final, no de fabricante.

A009.- Recubrimientos anticorrosión

Descripción:

El peso de las pinturas de los aviones es muy grande (alrededor de 100kg). Ahorrar un kilo de pintura no supone únicamente una reducción de peso, supone un kilo menos de peso en los cientos de miles de kilómetros que recorrerá el avión. Uno de los fines principales que se buscan es conseguir recubrimientos protectores para no tener que pintar. Actualmente la pintura no es únicamente decorativa e identificativa, sino que protege al aluminio de la corrosión. Tres posibles vías de avance son la funcionalización de la superficie (metalización de cerámicas -funcionalización para conseguir una buena unión a otra parte metálica) y los materiales plásticos conductores que no necesiten imprimaciones.

Hay empresas que pueden desarrollar nanofibras en pinturas (su único inconveniente radica en que son negras). Son cargas no metálicas que no se corroen y además dan conductividad eléctrica a las pinturas con bajas cargas, no altera la viscosidad de la matriz y evitan descargas, etc. Las nanopartículas en suspensión en fluidos, que es lo que es una pintura, es un tema que afecta a la cosmética y materiales de construcción (conexión con la sesión de Materiales).

Desarrollar procedimientos de aplicación de la capa. La nanotecnología para ser aplicada necesita de estos desarrollos. Se podrían aplicar pinturas conductoras para apantallamiento magnético y evitar así el aluminio en las carcasas. Se debe contar con que el tema está muy estudiado científicamente.

A010.- Control térmico

Descripción:

El control térmico admite un punto de vista tanto activo como pasivo. Se necesitan materiales que puedan ser usados en el control térmico activo de satélites, misiles, aeronaves, edificios (por ejemplo vidrios), disipadores de calor en la electrónica de misiles, disipación a ritmos elevados... Hasta ahora,

los disipadores no dependen de la nanotecnología.

Protección térmica con capas y materiales en las zonas de post-combustión, Thermal barriers. ITP tiene un gran conocimiento en estos materiales. Pero Rolls-Royce, Pratt&Whitney y General Electric han invertido mucho dinero y dominan la tecnología, haciendo poco competitivos los productos españoles. Quizás el campo para España esté en otras temperaturas no tan elevadas.

La disminución del rozamiento en los materiales para vehículos de reentrada parece un problema resuelto (NASA) y no es seguro que la nanotecnología pueda aportar algo.

Existen recubrimientos de óxidos de vanadio que cambian; se oscurecen por encima de los 40°C y a temperaturas inferiores se aclaran y dejan pasar la radiación. Son considerados material estratégico. EADS habla de una futura aplicación a las ventanas del Airbus A-380, con recubrimiento electrocrómico. En vez de las persianas, se podrá oscurecer o aclarar la ventanilla. Los nanotubos de carbono están muy implicados en estas soluciones.

En cuanto a materiales absorbentes para la radiación, hay investigación en torno a los colectores solares con nanopartículas de molibdeno y wolframio. Se debe seguir el ejemplo de la Materials Modifications Inc. en nanoconductos interconectados para extracción muy eficaz del calor, que es una aplicación ya comercial. Son disipadores.

La nanotecnología podría ayudar en los problemas de interfases que impidan el ataque mutuo entre la estructura y los elementos de los recubrimientos. Todavía hay que experimentar más con los materiales milinorreforzados (INTA).

A011.- Tecnologías de detección de minas

Descripción:

Existe gran interés por el tema a causa de las misiones de paz de nuestro ejército.

La detección de volátiles es quizás la vinculación con los sensores CBRE, (ver oportunidad A002), aunque la detección de minas terrestres es en sí misma un tema fundamental. España lidera el centro de desminado internacional.

Existen muchas técnicas de detección (neutrones rápidos, radar...), pero ninguna es nanotecnológica. Estas tecnologías no tienen las implicaciones de los sensores de detección de amenazas para la seguridad territorial de los estados. Es otra clase de inversión. Existe una iniciativa en paralelo al VIPM sobre seguridad del ciudadano (cadena alimentaria, terrorismo, etc.).

La tecnología de desminado sería trasladable a los principios de la detección CBRE desde el punto de vista de los sensores. Hasta el momento no se vislumbran técnicas nanotecnológicas. Los neutrones rápidos, por ejemplo, son

una tecnología emergente, aunque no comercializada. La nanotecnología queda aquí abierta como una posible solución capacitadora, cuyas aportaciones a este campo están aún por ver.

A012.- Nanoelectrónica y nanofotónica

Descripción:

Se necesitan sistemas capaces de funcionar a alta temperatura (microsistemas de alta temperatura).

La nanotecnología podría mejorar los sistemas de microondas y radiofrecuencia en general. El despegue de las tecnologías de cristales fotónicos, interruptores, filtros, visualizadores, permitiría conseguir elementos concentrados en microondas y ondas milimétricas. Más genérico es compactar la radiofrecuencia desde planar (la actual) a generar capas.

Está por ver que la nanotecnología pueda aplicarse a los desarrollos de antenas. Las empresas requieren precisiones nanométricas en la fabricación; no así los desarrollos finales. Ya hay componentes en el mercado que funcionan hasta 6 GHz por ejemplo en infraestructuras.

Al miniaturizar antenas se han visto problemas: la tecnología en este campo no está lo suficientemente desarrollada.

España debe tener capacidad para poder fabricar micro/nanosistemas. Es necesaria la Foundry española: una gran instalación científica no empresarial, polo nanotecnológico como el de los franceses (Grenoble). Sería una solución estratégica - no rentable. Las aplicaciones de la nanotecnología no serían sólo en litografía, sino en equipos de grabados, el problema de los materiales aislantes, etc. La nanotecnología no debe resolver tan sólo los métodos de fabricación.

Falta infraestructura. Es clave para el correcto desarrollo del país en este sentido. Se debe generar consenso al respecto con las otras mesas ya que debería ser un centro coordinado, no necesariamente con una única ubicación, etc. Debe ser una unidad con capacidad de fabricación de series (cortas bajo demanda de grupos científicos) en la transición micro/nano-tecnológica, estar gestionada a escala interministerial: Defensa, Educación y Ciencia, Industria, Sanidad, Medioambiente deben compartir gestión y financiación.

Ya hay en marcha iniciativas como la de Cataluña, Zaragoza o Madrid, pero no existe una Foundry española.

Observaciones generales:

Esta oportunidad sugirió cuestiones más amplias que la propia tecnología de la que se hablaba. La necesidad de grandes conglomerados de investigación y desarrollo auspiciados por el Estado fue apoyada unánimemente.

Sesión Biomedicina y Farmacología

1.- Participantes

En el contexto del Think Tank, se pensó favorecer los intercambios entre los grandes campos científicos que pretende reunir la nanotecnología dado que las aplicaciones en Biomedicina/Farmacología requieren una gran interdisciplinariedad científica.

Los participantes académicos (ver tabla) son investigadores vinculados a los institutos e universidades españoles más activos en este campo. Además, estuvieron representadas cinco empresas, cuyos dominios de actividad se extiende desde equipamientos y materiales hasta la farmacología, y con tamaños variables desde start-up a multinacional. En la formación de este grupo académico-empresarial, la interdisciplinariedad fue uno de los objetivos que se consiguió al constituir la lista de participantes de esta sesión. Los resultados que se esperaban de un grupo tan multidisciplinar forman parte de lo que pretende ser un Think Tank, es decir, un encuentro para promover interacciones entre participantes de entornos totalmente diferentes, que conduzcan a la definición de ámbitos de gran interés científico y comercial, así como hacer surgir ideas innovadoras y de colaboración.

Biomedicina y Farmacología

<i>Moderador</i>	Josep Samitier	PCB
<i>Redactor</i>	François Devesa	PCB
<i>Participantes</i>	Maria José Alonso	Fac. Farmacia-USC
	Pedro Banda	SENSIA
	Pilar Calvo	Pharmamar
	Ramon Eritja Química	IBM-CSIC
	Ernest Giralt	PCB-CSIC
	Fernando Palacio	ICMA-CSIC
	Pau Planas	NTE Grup Rubiralta
	Vicente Rodríguez	Integromics
	Lluís Ruiz	Advancell
	Juame Veciana	ICMAB-CSIC
<i>Observadores</i>	Paloma Mallorquín	CIB-CM
<i>Invitados</i>	Soraya Centeno	SHS Technologies
	Màrius Rubiralta	PCB
	Bonifacio Vega	PCM

2.- Nanotecnologías aplicadas a Biomedicina y Farmacología

El mercado de la salud se valora en centenares de miles de millones de euros, cada año. En particular, los productos farmacéuticos suponen la mayor parte de este mercado. En efecto, algunas moléculas sobrepasan anualmente los mil millones de euros³, y el mercado de las moléculas genéricas está creciendo de forma muy rápida (estimado en 2002 en el 50% de la totalidad de moléculas recetadas en Europa; se prevé que alcance un 75% en 2007⁴).

Las nanotecnologías aplicadas a Biomedicina y Farmacología exploran varios campos. Entre sus numerosas y prometedoras aplicaciones, por su importancia cabe destacar las áreas de diagnóstico, de liberación controlada de fármacos (drug delivery) y de descubrimiento de nuevos fármacos (drug discovery), de implantes y cirugía, de ingeniería de tejidos, entre otras.

El hecho de que las nanotecnologías aplicadas a Biomedicina y Farmacología se encuentren en la encrucijada entre la física, la ingeniería molecular, la biología, la química y la biotecnología implica que los avances con más capacidad innovadora y/o con más aplicaciones surgen de la interfaz de algunos con estos campos.

3.- Selección de temas tratados durante la sesión

Según la estrategia utilizada para este Think Tank, se dio a cada participante una lista de temas científicos de posible interés a partir del informe sobre la situación actual del estado de la nanobiotecnología previo al evento. En primer lugar, de forma individual y después, de forma conjunta, se consensuaron los siguientes temas a debatir, con las premisas de que fueran aquellos en los que pusieran surgir mayores oportunidades de innovación y de transferencia.

Enumeración de los temas:

-
- 1 Obtención de materiales híbridos orgánicos-inorgánicos

 - 2 Autoensamblado de materiales biopoliméricos

 - 7 Sistemas de diagnóstico *in vivo*

 - 8 Estructuras y recubrimientos para mejorar la bioactividad y biocompatibilidad de los implantes, así como sus propiedades físicas

 - 9 Matrices soporte capaces de auto estructurarse para aplicaciones a la ingeniería de tejidos

 - 10 Sistemas de transportes y orientación dirigida de fármacos

 - 11 Nanopartículas para terapia. Nanocirugía

 - 12 Nanopartículas como vehículos de transporte de ácidos nucleicos en células

³"Nanotechnology and its implications for the Health of European citizens", www.nanoforum.org, 12/2003. ⁴"European Generic Drug Markets - Growth to 2007", 10/2002.

-
- 13 Desarrollo de instrumentos para detectar y neutralizar la presencia de microorganismos o plaguicidas (aplicación adicional)

 - 14 Sistemas de reconocimiento molecular. Técnicas de etiquetado, reconocimiento y selección molecular. Identificación de dianas.

 - 15 Arrays y matrices. Lab-on-a-chip (nanofluidica)

 - 16 Toxicología y ecotoxicología de las nanotecnologías

Con el fin de evitar algunas repeticiones, se decidió tratar algunos temas conjuntamente cuando las fronteras entre ellos no estaban definidas o cuando las aplicaciones o tecnologías eran muy parecidas.

4.- Desarrollo de la sesión

4.1.- NanoBiotecnología y comunicación

Las nanobiotecnologías encuentran sus aplicaciones en los campos de la farmacia, la salud y la medicina. Con el fin de evitar un rechazo masivo similar al que se vive desde hace unos años en contra de los alimentos provenientes de cultivos modificados genéticamente, numerosos miembros del sector emergente de las nanobiotecnologías piensan que la comunicación de los avances de las nanotecnologías aplicadas a la salud será la clave para la aceptación de éstas en la salud humana. En efecto, los rápidos y recientes avances biotecnológicos han demostrado que las nuevas tecnologías que interactúan con la materia viva se acompañan frecuentemente con una percepción de amenaza de lo "no natural" invadiendo lo "natural".

Como uno de los principales objetivos de un Think Tank, en la sesión Biomedicina-Farmacología, asistimos a un brainstorming, lo que llevó a hablar más específicamente de comunicación científica, entre otros temas de ámbito general o transversales.

Por una parte, surgió muy claramente que la necesidad de una gran transparencia en la información científica será uno de los elementos clave en la percepción positiva por el gran público. Dicha información deberá aclarar tanto los avances científicos como los riesgos asociados.

Por otra parte, se identificó que diversos agentes juegan también un papel muy relevante en la percepción de las ciencias. Es imprescindible cuidar la comunicación hacia los intermediarios, la comunidad educativa, los estudiantes, etc.

El aumento de prestaciones, la disminución de los costes y tiempos de desarrollo de productos y también las extensiones de los resultados positivos a las poblaciones más pobres, son objetivos que se deben considerar en cuanto a las posibles consecuencias de las nanobiotecnologías. Diagnosticar y prevenir

enfermedades, prolongar la vida y reducir los costes sanitarios y de desarrollo también pueden ser claves de la aceptación generalizada, sabiendo que, por ejemplo, los tratamientos a base de nanotecnologías (partículas de liberación de fármacos, por ejemplo) están realmente favoreciendo la efectividad de los fármacos.

La comunicación científica tiene también como objetivo mejorar la percepción de estos campos innovadores detrás de conceptos genéricos. En efecto, para el mismo conjunto de tecnologías y aplicaciones, se perciben de manera diferente los conceptos de nanobiotecnologías y nanomedicinas. Son dos términos diferentes que, por lo tanto, se refieren ambos a aplicaciones biomédicas. En cambio, se sabe que el término "nanomedicinas" inspira más confianza en la percepción del gran público.

Todas estas constataciones llevaron a concluir la necesidad de iniciar una campaña de información pública a favor de mejorar la percepción de las nanobiotecnologías. Se destacó y consensuó transmitir a la FECYT y a los Ministerios la posibilidad de hacer un sondeo a la sociedad sobre el conocimiento y la percepción existentes sobre las nanobiotecnologías y hacer una campaña informativa, sabiendo que habrá que llegar a "formar" y "educar" a las personas que tendrán que transmitir la información científica a la sociedad. También, se aprobó por los participantes de este grupo de trabajo la posibilidad de crear un comité (o una comunidad o asociación) que elabore buenas prácticas de comunicación y transferencia de información acerca de las nanobiotecnologías. Este comité, además de mantener esta función principal, podría ser utilizado como portavoz en este ámbito en temas de comunicación científica hacia el gran público, periodistas y comunicadores científicos.

4.2.- Industrialización

Otro tema transversal debatido fue el de la industrialización. Se comentaron las variables que pueden ser problemáticas en el proceso de industrialización de las nanobiotecnologías, pero también de las nanotecnologías en general. En este contexto, se reflexionó entre otras cosas en el hecho de que la producción sea escalable, la reproducibilidad, los costes, los controles de producción automatizadas.

Las opiniones coincidieron en que la investigación llevada a cabo en los organismos académicos debe tener una orientación aplicada, a través de la búsqueda de aplicaciones concretas y de potenciales productos que puedan pasar a una futura etapa de industrialización. La investigación necesariamente ha de responder a problemas y/o necesidades industriales o introducir inventos y descubrimientos que encuentren mercados, lo que define la innovación. No obstante, muchos inventos de ayer encuentran aplicaciones hoy e incluso nuevas tecnologías emergentes pueden favorecer la aparición de nuevas aplicaciones. Uno de los factores clave de éxito podría ser la automatización de una comunicación bilateral y transversal entre empresas e instituciones académicas, necesariamente a través de la oferta de nuevas tecnologías y la demanda de nuevas soluciones.

4.3.-Transferencia de tecnología

La transferencia de tecnología, como objetivo de los grupos académicos y uno de los intereses por parte de las empresas, fue otro tema transversal de esta sesión. En este caso, se decidió tratar este tema en paralelo con los ámbitos científicos ya que se consideró más relevante discutirlo tomando en cuenta las particularidades de cada oportunidad.

5.- Conclusiones, tema por tema

5.1.- Obtención de materiales híbridos orgánicos-inorgánicos / Autoensamblado de materiales biopoliméricos.

Estos temas de adaptación de materiales para el uso en nanobiotecnología son considerados como horizontales, es decir, comunes a varias aplicaciones, ya que pueden intervenir en una multitud de tipos de aplicaciones biomédicas y farmacológicas.

Uno de los puntos débiles destacados es la capacidad de industrializar estas tecnologías. En la actualidad, se considera que el sector de las nanobiotecnologías no ha llegado a la madurez comparable a la que se encuentra en las nanotecnologías en otros sectores. Entonces, en cuanto a la industrialización, la madurez no permite obtener la capacidad de industrialización que pretenden tener las nanotecnologías en general, lo que de momento deja las nanotecnologías al inicio de su pleno desarrollo.

Por esta razón, una de las estrategias más interesantes para las empresas puede ser la búsqueda de nichos de mercado, lo que puede resultar ser un interesante compromiso de desarrollo. En cuanto a la propiedad intelectual, este campo específico de los materiales híbridos orgánicos-inorgánicos necesita una protección estratégica del know-how (saber-hacer) relativo a las innovaciones y procedimientos.

A nivel internacional, la existencia de Redes de Excelencia Europeas sobre este tema con participación española pueden ser un punto de referencia en cuanto a saber lo que se está desarrollando en estos momentos en el país y la existencia y localización del conocimiento necesario.

Una de las aplicaciones de gran interés son los biomateriales para implantes y las nanopartículas como vehículos de transfección, que se desarrollan en los puntos 5.5 y 5.6.

La tecnología de Soft Lithography permite hacer tamponado de nanoestructuras (nanopatterning) para la transferencia de biomoléculas en lugares localizados de una superficie (funcionalización de superficie).

5.2.- Sistemas de diagnóstico in vivo

Desde la empresa, se destacan las necesidades de mejorar los conceptos de separación e identificación de células con nanopartículas magnéticas.

Del punto de vista de los participantes académicos que estuvieron presentes, se propone encontrar soluciones para disminuir la inmunogenicidad de estas nanopartículas magnéticas, cubriéndolas con capas de anticuerpos permitiendo por una parte, no ser identificados como moléculas extranjeras y, por otra parte, de poder dirigirse selectivamente hacia dianas elegidas.

Todo el campo de la nanotecnología para el diagnóstico es una área de gran interés comercial y de alto potencial de desarrollo. De hecho, las tecnologías de biochip/microarray con capacidad de detectar biomoléculas específicas o interacciones entre moléculas se están convirtiendo en herramientas indispensables. En este ámbito, hay aún mucho por desarrollar y de hecho, quedan muchas oportunidades para realizar sistemas de diagnóstico in vivo que puedan ser utilizados para el diagnóstico de numerosas patologías.

Uno de los puntos a resolver podría ser la dificultad que tienen estas partículas de atravesar la barrera hemato-encefálica.

5.3.- Estructuras y Recubrimientos para mejorar la bioactividad y biocompatibilidad de los implantes, así como sus propiedades físicas

Las nanotecnologías tienen mucho que aportar en la mejora de los implantes. En efecto, la mejora de la biocompatibilidad y de la bioactividad puede disminuir las reacciones hechas a los implantes ortopédicos (rechazos) e incluso, aumentar la actividad de las células óseas en la superficie de los implantes. Además, se están preparando nuevos materiales que podrán sustituir la materia ósea, en caso de lesiones importantes.

En la discusión a propósito de estructuras y recubrimientos para implantes, se destacó desde el sector empresarial que las matrices y los cementos son grandes oportunidades para la mejora de la biocompatibilidad de los implantes. Se trata de conseguir que los elementos sean recubiertos con compuestos totalmente biocompatibles, para que las células puedan crecer a la superficie. Existe un conjunto de posibilidades a explorar para la mejora de las superficies y incrementar la capacidad de las células óseas para interactuar y crecer.

No obstante, este tipo de aplicaciones requiere modificaciones de superficie para el uso de implantes y, por consecuencia, se debe recibir la aprobación de las autoridades del medicamento. Las agencias de seguridad del medicamento piden ensayos clínicos muy elaborados, lo que aumenta el coste y el tiempo de desarrollo de estos implantes. La aprobación por las autoridades podría ser un proceso muy largo ya que será un problema demostrar que estas nuevas familias de productos incorporados no tienen riesgos.

El riesgo que supone invertir masivamente en estos tipos de productos es en principio asumible por las empresas siempre que haya un nicho de mercado claro que pueda alcanzarse con un plazo de tiempo razonable.

Por esta razón, se propone por parte de los empresarios y con el consenso de los académicos, enfocar la mejora de los materiales existentes hacia modificaciones que aumenten la biocompatibilidad y, de esta manera, que el hecho de realizar innovaciones incrementales (bajo riesgo) sea una mejor oportunidad para las empresas que el explorar nuevos materiales (alto riesgo, alta innovación y grandes avances). Desde la academia, se considera que se tiene que explorar los materiales innovadores y asumir los riesgos que las empresas no pueden asumir.

5.4.- Matrices soporte capaces de auto-estructurarse para aplicaciones a la ingeniería de tejidos

Las nuevas matrices soporte capaces de auto-estructurarse están facilitando el desarrollo de una nueva generación de materiales en el ámbito de la ingeniería de tejidos y de los materiales biomiméticos, abriendo la posibilidad, a largo plazo, de conseguir la síntesis de materia de sustitución.

Frente a este amplio campo de aplicaciones, y para centrar el debate entre los participantes, este tema fue redefinido. Así pues, en este tema se discutió sobre soportes o matrices sobre las cuales se quieren hacer crecer células. Se destaca que algunos gigantes farmacéuticos tienen un enorme interés (GlaxoSmithKline entre ellos) en este campo. A pesar de las grandes aplicaciones y de los campos que se pueden cubrir con soluciones de materiales biocompatibles (ginecología, dermatología, etc.), todavía quedan muchos problemas por resolver. El vínculo con la biocompatibilidad de los implantes es directo y forma parte de una serie de potenciales aplicaciones.

La característica de auto-estructuración se podría explorar a través del uso de materiales tipo gel como matriz de soporte, incluso encapsulando sustancias que podrían facilitar el crecimiento de células. En este sentido, varias vías pueden explorarse.

5.5.- Sistemas de transportes y orientación dirigida de fármacos

En este debate, los participantes consensuaron que el transporte y la orientación dirigida de fármacos es una oportunidad estratégica, ya que se trata de mejorar la llegada de fármacos a las dianas celulares.

Los sistemas de transporte y orientación dirigida se pueden aplicar a moléculas de primera o segunda generación (fármacos me-too), es decir, para aumentar la eficacia de un fármaco dirigiéndolo y transportándolo para protegerlo de fenómenos de degradación.

Desde las nanotecnologías, se pueden mejorar dos características:

- aumento de la eficiencia de los fármacos, a través de la localización y la liberación en las células o sitios diana.
- aumento del beneficio económico de las empresas farmacéuticas, ya que por un mismo fármaco (comercializado o en fase de desarrollo avanzado), sólo se trata de adjuntarlo o incorporarlo a un sistema de transporte.

El número de fármacos de alto peso molecular está aumentando estos últimos años con la llegada al mercado de anticuerpos como medicinas y de proteínas (más de 40% de los fármacos aprobados incluyen péptidos y proteínas), que tienen problemas de estabilidad y de administración. Las nanobiotecnologías podrían favorecer la estabilidad y la administración de estos nuevos fármacos de alto peso molecular. Por ejemplo, los liposomas son sistemas de "vehículos" que, ligados a anticuerpos monoclonales, son polímeros-fármacos que están actualmente en proceso de ensayo clínico de fase III. Otros tipos de transportadores podrían encontrarse con potencialidades de comercialización, como pueden ser las micelas, los dendrímeros, las nanovesículas, las nanopartículas cerámicas, etc.

El concepto de targeting activo es llevar a las células diana un principio activo, pero hoy en día, todavía ningún targeting activo está comercializado, lo que se presenta como una oportunidad de alto potencial. Por otra parte, en el concepto de targeting pasivo se pretende evitar que se acumulen los fármacos donde no actúan, estrategia por la que empiezan a surgir productos, pero queda aún un gran trecho por recorrer.

5.6.- Nanopartículas para terapia. Nanocirugía / Nanopartículas como vehículos de transporte de ácidos nucleicos en células.

Las nanopartículas para terapia o como vehículos de transporte de ácidos nucleicos representan el mismo nicho explorado y detallado anteriormente (punto 5.5) pero con exigencias diferentes e incluso, en algunos casos, menores. En este caso no hay fármaco, ya que el fármaco es la nanopartícula, más o menos sofisticada y funcionalizada, o la nanopartícula transportando un ácido nucleico.

Este campo incluye nuevos sistemas de transfección (incluyendo los nanocristales de fosfato de calcio, entre otros) permitiendo introducir ADN en células. Es un campo con grandes potencialidades, incluyendo la terapia génica, pero falta dirigirlos hacia dianas selectivas. La terapia génica consiste en modificar el ADN en células, y puede realizarse mediante vectores virales, liposomas o partículas que contengan el material genético adecuado. El vehículo puede ser de tipo virus-like particle, que es seguramente una de las vías más prometedoras de los avances en terapia génica. Las aplicaciones de terapia génica usando ácidos nucleicos pequeños como fármacos conducidos por nanopartículas tienen como principal obstáculo el atravesar la barrera celular. La puesta a punto de vectores virales, liposomas recubiertos y péptidos anfífilos puede abrir nuevos caminos de innovación.

Las nanopartículas pueden tener una serie de aplicaciones en transfección de células para uso industrial.

Por fin, el campo de la vacunación genética presenta retos para el futuro de las nanotecnologías: acceder a cambios del ADN en células.

5.7.- Desarrollo de instrumentos para detectar y neutralizar la presencia de microorganismos o plaguicidas (aplicación adicional).

Se considera que las empresas con productos de aplicación en veterinaria serán en los próximos años potenciales consumidoras de nanotecnologías, ya que el mercado de veterinaria es enorme (piscicultura, aves, alimentación...). Por ejemplo, el uso de las nanopartículas en animales podría ser relevante ya que el coste de las tecnologías de vacunación es excesivo. Esto hace que pueda convertirse en una oportunidad de negocio extremadamente interesante y de gran amplitud.

5.8.- Sistemas de reconocimiento molecular. Técnicas de etiquetado, reconocimiento y selección molecular. Identificación de dianas. / Arrays y matrices. Lab-on-a-chip (nanofluidica)

Los micro- y nanoarrays son instrumentos que permiten el análisis de miles de compuestos (ligandos, genes, etc.) de manera simultánea. Este tipo de herramientas tiene impactos muy grandes en los procesos de drug discovery y de diagnóstico.

Concretamente, las empresas necesitan usar y validar las pruebas mediante arrays y, en el caso de desarrollo de fármaco, poder llevar una serie de experimentos previos antes de iniciar los procesos de ensayos preclínicos y clínicos. Se destacó en el debate que la investigación está muy enfocada a desarrollar análisis de compuestos en paralelo y, por el contrario, no existen muchas soluciones para detectar organismos de tipo virus, con lo que la demanda es muy importante y las soluciones pocas. Por otra parte, se necesita investigar y desarrollar toda la tecnología anexa al bio-chip, desde la instrumentación adecuada, los soportes informáticos, etc.

Los protein-chips representan una oportunidad de ensayo de fármacos de alto interés en el drug discovery, especialmente si están enfocados a proteínas de membrana, que representan la diana de aproximadamente el 80% de los fármacos que se descubren.

5.9.- Toxicología y ecotoxicología de las nanotecnologías

Las nanotecnologías pueden responder a problemas de medioambiente con aplicaciones de tipo filtración, captura de compuestos, etc. En cuanto al tratamiento de aguas, se concluyó que algunas nanobiotecnologías presentan aplicaciones claras para uso en equipamiento de análisis.

6.- Conclusiones generales

Las nanotecnologías, en el campo de las biotecnologías y las ciencias de la salud, encuentran un gran campo de aplicaciones potenciales y de oportunidades. Para poder alcanzar los retos propuestos en este campo, es imprescindible hacer interactuar investigadores y empresarios de varios ámbitos. El Think Tank reunió estas condiciones de interacción Academia/Empresas y alcanzó un alto nivel científico capaz de generar a partir de un brainstorming la identificación de una serie de oportunidades de innovación.

Por lo tanto, el sector de la nanomedicina posee una madurez propia que queda alejada de la madurez de las nanotecnologías en los campos de ciencias de materiales o de electrónica. En efecto, el hecho de que la nanobiotecnología entre en el campo de las ciencias de la vida y de la salud humana conlleva complicadas barreras como son la aceptación pública y profesional, los estrictos procesos reglamentarios así como procesos de ensayos clínicos muy largos y costosos.

En esta sesión de Biomedicina y Farmacología, se han debatido 12 temas y se han identificado 8 oportunidades de innovación. Estas oportunidades de innovación exploran desde superficies de interfaz orgánica hasta nanovehículos para el direccionamiento de fármacos. Los empresarios y académicos participantes en este encuentro coincidieron en la necesidad de mantener de manera activa este tipo de intercambio a través de encuentros regulares como el que se ha celebrado, ya que existe una necesidad de multidisciplinaridad muy específica de las nanotecnologías aplicadas a Biomedicina y Farmacología, que no se puede alcanzar de otra forma.

Cabe destacar que las oportunidades de innovación descritas en esta sesión ofrecen amplios campos de adaptación, dependiendo del submercado explorado o del nicho al que pretenden responder dichas innovaciones.

7.- Fichas de identificación de oportunidades de innovación

Tras los temas elegidos y comentados por los participantes, se han podido identificar las siguientes oportunidades de innovación:

- Diagnóstico in vivo: detección de micro-organismos o células.
- Bombas para difusión de fármacos en pacientes: las nanobiotecnologías podrían proponer soluciones para estabilizar los productos que se incorporan a los pacientes.
- Oximetría, transporte de gases en fluidos.

- Sistemas de transportes y orientación dirigida de fármacos: nanopartículas como transporte dirigido de fármacos; nanopartículas pudiendo contener un fármaco o cualquier otro compuesto para dirigir selectivamente estas moléculas a los tejidos o a las células de interés.
- Recubrimientos de superficie para uso en implantes: superficies recubiertas por compuestos o materiales que permitan incrementar la compatibilidad celular y disminuir la toxicidad y las reacciones desfavorables.
- Sistemas de nanoestructuras para uso terapéutico.
- Protein-chips para ensayos de fármacos.
- Nanopartículas para uso en industria veterinaria.

B001.- Biochip para el diagnóstico *in vivo*

Descripción:

Se trata de un chip con superficie celular que pueda identificar o detectar clases de microorganismos tanto de tipo virales como bacterianos. En efecto, numerosas enfermedades virales o bacterianas pueden ser la diana de un conjunto de biochips con superficie celular diseñada para la identificación y/o cuantificación de componentes virales o bacterianos en un fluido. También, un mismo chip puede incluir un multianálisis de un conjunto de microorganismos patológicos para diagnóstico médico.

Las aplicaciones son numerosas y afectan a campos muy diversos, desde la defensa civil (ántrax, etc.), el medioambiente (detección eventual de contaminaciones de agua), el agro alimentario (seguimiento de calidad de los alimentos) y el campo de aplicaciones a la salud. En efecto, para el diagnóstico de enfermedades, este tipo de producto potencial responde a la selectividad y a los criterios de rapidez, respondiendo así a una gran necesidad del mercado.

Los biochips también encontrarían aplicaciones potenciales en el ámbito veterinario. En este amplio campo, a lo mejor España podría encontrar un terreno favorable de competitividad.

Observaciones generales:

La superficie celular puede estar constituida de células del sistema inmunitario modificados genéticamente para poder detectar algún tipo de señal cuando llega el momento en el que la célula reconoce algún virus o bacteria. Este tipo de micro-chip ya se ha descrito anteriormente (2003). No obstante, queda resolver el problema de viabilidad técnica en cuanto a obtener material vivo on a chip.

Es difícil encontrar productos de este tipo ya comercializados.

B002.- Bombas de difusión de fármacos

Descripción:

Las bombas para suministrar fármacos en pacientes ya existen, no obstante, aún hay muchas opciones de mejoras a desarrollar. Las nanobiotecnologías podrían tener aplicaciones en este campo como minimizar el tamaño de los implantes actuales y estabilizar los productos y su difusión.

La cuestión es también alcanzar sistemas de drug delivery implantables, en los cuales los avances de las nanotecnologías podrían encontrar todo un campo de aplicaciones en salud humana.

Observaciones generales:

El desarrollo de productos con estas aplicaciones deberá acompañarse de un desarrollo paralelo de equipo informático y/o de teletransmisión que controlen la difusión del fármaco. Estos dispositivos paralelos pueden incluso llegar a ser puntos clave en los productos finales, ya que de un primer análisis de las bases de datos de patentes, surge que es un campo de protección intelectual muy activa.

B003.- Oximetría

Descripción:

La oximetría permite medir la concentración de oxígeno en la sangre. Ya existen en la actualidad aparatos fotoeléctricos para este tipo de aplicación. Las nanotecnologías pueden actuar a través de dos ejes distintos para conseguir la mejora de estos dispositivos. Por una parte, se trata de miniaturizar los dispositivos. Por otra, las nanotecnologías pueden mejorar los dispositivos existentes incrementando la sensibilidad y la precisión de las medidas no invasivas de gases. La demanda de estos productos puede ser importante en aplicaciones médicas, militares, etc. El conjunto de aplicaciones podría ampliarse a la detección de otros gases sanguíneos (contaminación por gases tóxicos por ejemplo) pero, de manera general, los conceptos innovadores y las nuevas tecnologías a desarrollar se pueden también transferir a un conjunto de aplicaciones que necesiten medir una concentración de gas en cualquier fluido. Las nanotecnologías, especialmente la nanofluidica, deben de explorarse para elaborar dispositivos para medir gases en micro-volúmenes de fluidos.

Observaciones generales:

Este desarrollo potencial parece ser un compromiso en el cual se trata de mejorar dispositivos existentes, con bajo riesgo de innovación y altas potencialidades de mercado. Lo más difícil puede resultar de introducirse en un mercado existente pero creciente, lo que se tiene que conseguir por aplicaciones paralelas de las tecnologías que se puedan desarrollar, en este caso medida de gases en fluidos en general.

B004.- Nanopartículas para transporte dirigido de fármacos

Descripción:

La oportunidad se sitúa en combinar dos funciones en las cuáles las nanotecnologías pueden aportar un gran valor añadido.

Por un lado, se trata de confeccionar nanopartículas aptas para conducir un fármaco funcional hacia la diana que le corresponde. Por otra parte, para aumentar la selectividad y la eficacia del fármaco, se debe dirigir específicamente esta nanopartícula-fármaco a la célula/bacteria/virus diana. Se llegó a la conclusión de que una de las vías más potentes para dirigir fármacos son los anticuerpos. En efecto, la gran especificidad de la interacción anticuerpo-antígeno asegura que la vía más eficaz para dirigir fármacos a sus dianas es el uso de anticuerpos específicos. El problema que falta por resolver es el de la identificación de un antígeno para cada diana y así amplificar de manera específica la producción de los anticuerpos de interés (pasa por la identificación y/o purificación o síntesis química de los antígenos).

Las nanopartículas que contienen los fármacos de interés tienen una potencialidad muy grande gracias a los siguientes factores:

- se pueden aplicar a multitud de fármacos ya existentes
- se pueden aplicar incluso a fármacos que no fueron finalmente autorizados o desarrollados por problemas de toxicología o de solubilidad. Con el encapsulado por vehículos y la dirección específica de fármacos, todo un conjunto de moléculas pueden desarrollarse clínicamente ya que la cantidad de fármaco a usar es bastante inferior y el fármaco está encapsulado, favoreciendo su solubilidad.
- se pretende también eliminar los problemas de deterioro de los principios activos mientras circulan en los fluidos del cuerpo, aumentando así la duración de la vida media de los fármacos.

Observaciones generales:

Las ofertas de tecnologías de fluidos comprimidos permiten obtener nanoemulsiones, nanocompuestos y nanopartículas que pueden resolver el problema de encapsulado y la protección de fármacos. Surge de esta manera un campo a explorar para ciertas moléculas del mercado farmacéutico como potenciales oportunidades paralelas.

La oportunidad reside también en el hecho que el modelo actual del sector farmacéutico favorece las alianzas estratégicas entre grandes farmacéuticas que están muy enfocadas en el descubrimiento de fármacos vía síntesis química. En cambio, la utilización de las nanobiotecnologías podría aumentar el número de alianzas estratégicas con pequeñas empresas y start-ups que se dedican a las nanobiotecnologías, ya que los desarrollos nanotecnológicos tienen como objetivo facilitar los ensayos y la eficiencia de los fármacos actuales, pasados y futuros.

B005.- Recubrimientos de superficies para mejorar la biocompatibilidad

Descripción:

La mejora de la biocompatibilidad y de la bioactividad resulta ser un campo en el cual las nanotecnologías pueden aportar muchas mejoras, tanto en la fabricación de nuevos materiales para reparación, como en el aumento del carácter de biocompatibilidad de los implantes.

Favorecer la biocompatibilidad pasa por la mejora de condiciones de fijación y de crecimiento de las células en la superficie de estos materiales usados como implantes. No obstante, cuando la mejora de la biocompatibilidad requiera modificaciones de la superficie del material utilizado, dicha modificación debe recibir la aprobación de las autoridades sanitarias, y así pasar todo un proceso de ensayos y seguimientos clínicos que aumentan el coste y el tiempo de desarrollo de estos implantes.

Esta oportunidad de innovación se sitúa en aumentar la biocompatibilidad de los elementos (prótesis, etc.). Entre otras cosas, se trata de conseguir que los elementos sean recubiertos con compuestos biocompatibles, para favorecer el crecimiento de células en la superficie. Algunos materiales como los uretanos de policarbonatos o las nanofibras de carbono se proponen como materiales de sustitución para implantes. Incluso algunos estudios demuestran a través de experimentos de adhesión celular, la potencialidad de los mismos. Es imprescindible que los nuevos materiales favorezcan el crecimiento de los osteoblastos, células que producen la materia ósea, de manera que se aumente el depósito de materia ósea en la superficie del implante creando así una interfaz de alta biocompatibilidad.

Observaciones generales:

La comercialización a medio plazo se enfrenta a problemas de regulación por parte de las autoridades del medicamento. En efecto, en este campo, puede resultar difícil introducir innovaciones de ruptura, ya que deben enfrentarse a toda una serie de condiciones y características para sus aprobaciones por las autoridades sanitarias. Entonces, la idea es promover las innovaciones incrementales, es decir mejorar los materiales que hayan pasado los protocolos de las autoridades sanitarias y, a partir de allí, aumentar sus características de biocompatibilidad.

B006.- Nanoestructuras para uso terapéutico

Descripción:

Las nanopartículas o nanoestructuras se convertirán en los próximos años en herramientas de diagnóstico y de terapia para varias enfermedades, con importantes aplicaciones sobre todo en oncología, tanto por la selectividad que se puede diseñar como por el uso de nanoestructuras para terapia génica.

La terapia génica pretende poder corregir la ausencia o el mal funcionamiento de un gen en una célula viva, sea in vitro o in vivo. Hasta ahora, la terapia génica no ha conocido el éxito que se esperaba a final de los años 90, con los liposomas y virosomas como vehículos de ADN. Seguramente, las nanoestructuras y especialmente las nanopartículas podrán tener una amplia gama de aplicaciones en este campo que se debe re-explorar.

Otra aplicación de interés es el recubrimiento o modificación química de estas nanoestructuras de forma que puedan entrar o interactuar con células; adjuntando una funcionalidad, estas nanopartículas podrían ser de interés terapéutico. En efecto, algunas nanopartículas pueden ser dirigidas hacia tumores y activarse bajo el efecto de un estímulo exterior (campo magnético, calentamiento por láser), cosa que demuestra que pueden desarrollarse terapias usando nanoestructuras o nanopartículas.

Observaciones generales:

Como uso terapéutico, las nanopartículas tendrán que pasar las especificaciones de las autoridades sanitarias antes de poder ser usadas como vías de terapia. Posiblemente, el hecho de que no sean fármacos tradicionales pueda conducir a estudios de toxicología más cortos pero, como nuevas herramientas, las barreras pueden ser muy altas, ya que ningún estudio se refiere a la bioeliminación de nanoestructuras.

B007.- Chips de proteínas para pruebas de fármacos

Descripción:

Desde el área post-genómica, los protein-chips han tenido un cierto enfoque científico e industrial. Las grandes tendencias se centran en el número de proteínas que se puede alcanzar por chip, lo que puede mejorar considerablemente las etapas de drug discovery.

No obstante, y a pesar de la actividad en este campo, quedan oportunidades a explorar, como pueden ser los chips de péptidos o de proteínas de membrana. De hecho, casi el 70% de los fármacos actualmente comercializados actúan a través de receptores de membrana, lo que supone que chips con este tipo de proteínas, dianas de potenciales fármacos, representan una gran fuente de innovación, a pesar de las dificultades técnicas que puedan existir hoy en día para fabricarlos. Por la complejidad de manipulación de estas proteínas, los chips de péptidos (en este caso de péptidos representando porciones extracelulares de proteínas de membrana) pueden resolver, con ciertas limitaciones, las interacciones potenciales proteína-fármaco.

Observaciones generales:

La tendencia actual es la miniaturización y el aumento de número de proteínas en un solo chip, para multianálisis. Esta oportunidad se basa en el hecho de que se requiere potenciar los chips enfocados a proteínas de membrana, ya que son en la mayoría de casos dianas de fármacos.

B008.- Nanopartículas para uso en animales

Descripción:

Las nanobiotecnologías se han enfocado mucho en aplicaciones de biotecnología y salud humana. No obstante, el mundo veterinario tiene una gran necesidad de herramientas innovadoras para la salud de los animales y la prevención de patologías. El mercado y las necesidades en España representan una oportunidad excelente para el tejido industrial, en campos tan amplios como la piscicultura, las aves, la alimentación en general...

Las necesidades están tanto en terapia como en diagnóstico pero, sobre todo, el campo más relevante es el de la prevención de patologías mediante vacunas.

Las nanopartículas para vacunas pueden presentarse de varias formas:

- función de presentación del antígenos
- liberando antígenos para estimular la respuesta inmunitaria durante un cierto tiempo
- estabilizando, a través de emulsiones, algunos antígenos cuyas características no permiten obtener un grado de solubilización suficiente.

Observaciones generales:

Se debe resaltar que los trámites para el uso de nanopartículas como nueva herramienta en veterinaria tienen la ventaja de no enfrentarse a trámites tan complicados como los que se aplican a humanos.

Sesión Industria Energética

1.- Participantes

La sesión de Industria Energética estuvo constituida por los siguientes miembros:

Industria Energética

<i>Moderador</i>	Javier Sánchez	Carburos Metálicos - MATGAS 2000
<i>Redactor</i>	Esteve Juanola	UB-CEMIC
<i>Participantes</i>	Jesús Alonso Reviejo	ISOFOTON
	Ione Cendoya	CIDETEC
	Vicente Cortés Corberán	Instituto de Catálisis y Petroquímica - CSIC
	Joan R. Morante	Director CerMAE
	Xavier Obradors	ICMAB-CSIC
	Ricardo Santamaría	Instituto Nacional Carbón - CSIC
<i>Observadores</i>	M^a Luisa Soria	TUDOR
	Juan A. Cabrera	CIEMAT

2.- Nanotecnologías aplicadas a la Industria Energética

Las aplicaciones energéticas son inclusivas en nanotecnología. Cabe destacar que la legislación existente es clave para el impacto de las nuevas tecnologías en el sector energético.

El desarrollo de materiales nanoestructurados y de procesos basados en la nanotecnología comporta la aparición de una serie de propiedades que permiten el desarrollo de nuevos dispositivos o la potenciación de ciertas prestaciones de dispositivos clásicos. Buena parte del interés de la industria energética por los nanomateriales se encuentra en la elevada relación entre el área superficial y el volumen, lo cual les confiere interesantes aplicaciones cuando se desarrollan fenómenos superficiales (catálisis, confinamiento, etc.).

En pilas y baterías la nanotecnología aporta ventajas a la hora de desarrollar materiales con porosidades mejoradas para potenciar el intercambio de gases. Entre los materiales críticos para optimizar las pilas se ha planteado el empleo de nanotubos de carbono. Los nanotubos de carbono (CNTs) y materiales relacionados pueden ser usados en el campo de la energía para la preparación de electrodos para supercondensadores y baterías de litio, para el almacenamiento de hidrógeno y como soporte de catalizadores en pilas de combustible.

En las pilas de combustible, la nanotecnología puede abordar un desarrollo espectacular en cuanto a producción y almacenamiento de hidrógeno, nanocatálisis a baja temperatura, membranas, nanomateriales para electrodos, etc. Los desarrollos se centran en optimizar los electrodos y sus catalizadores, los tipos de electrolitos y combustibles y sus sistemas de generación o reformado.

En los supercondensadores encontramos los separadores poliméricos microporosos mejorados y los nanotubos de carbono como materiales críticos para su fabricación.

En las células solares el interés se centra en la base polimérica de diseño nanotecnológico que les aporta flexibilidad, delgadez y eficiencias teóricas mayores que las correspondientes a las células solares de silicio o de arseniuro de galio. Buena parte del trabajo actual se dirige hacia aprovechar más el espectro solar y mejorar la extracción de carga.

3.- Selección de temas tratados durante la sesión

Además de lo anteriormente mencionado, el fuerte impacto de la nanotecnología en el sector energético se pone de manifiesto en el informe elaborado previo al SNT³2004 sobre los avances y el potencial de las posibles aplicaciones de la nanotecnología en la Industria Energética. La I+D+i desarrollará nuevos productos y aplicaciones a medio plazo que marcarán el mercado energético en sus vertientes de generación, almacenamiento, distribución y eficiencia.

El equilibrio y complementariedad entre los empresarios y científicos presentes en la sesión para la Industria Energética ha permitido consensuar la siguiente lista de temas a tratar desde un punto de vista nanotecnológico:

- Catálisis
- Hidrógeno 1. Generación
- Hidrógeno 2. Almacenamiento
- Pilas de combustible
- Electrodos, Baterías
- Supercondensadores
- Fotovoltaica (células, semiconductores...)
- Superconductividad de potencia
- Magnetismo (magnetocalórico, motores más eficientes)
- Sensores para la industria energética y el Medio Ambiente
- Nuevos aislantes/recubrimientos (solar térmica, edificios)
- Elementos emisores de luz

Los participantes de esta sesión han contestado una encuesta con la idea de incidir en aspectos que permitan dilucidar aplicaciones reales y factibles en el entorno empresarial-científico español, es decir, en aspectos sobre la intensidad de la I+D, el interés comercial, el posicionamiento español, la facilidad en el escalado y la oportunidad para que la nanotecnología aporte mejoras en el corto y medio plazo. El vaciado de dicha encuesta permite identificar para los empresarios y científicos presentes en la mesa tres categorías de temas:

Temas con valoración alta:

- Catálisis
- Pilas de combustible
- Fotovoltaica (células, semiconductores...)

Temas con valoración media:

- Hidrógeno 1. Generación
- Hidrógeno 2. Almacenamiento
- Electroodos, baterías
- Supercondensadores
- Nuevos aislantes/recubrimientos (solar térmica, edificios)
- Elementos emisores de luz

Temas con valoración baja:

- Superconductividad de potencia
- Magnetismo (magnetocalórico, motores más eficientes)
- Sensores para la industria energética y el Medio Ambiente

En la mesa sectorial se han tratado los 12 temas e, independientemente de la clasificación según los aspectos indicados, se ha hecho hincapié en identificar sus oportunidades de innovación.

4.- Desarrollo de la sesión

4.1.- Mejora de catalizadores

Sin duda alguna se trata de una de las actividades en las cuales la nanotecnología puede aportar mejoras sustanciales.

Los nanocatalizadores (nanopartículas o materiales nanoestructurados) representan una oportunidad para los grupos que trabajan en catálisis de cara a desarrollar aplicaciones en nuevos procesos o a mejorar las reacciones existentes.

El tejido económico español actual no tiene suficiente capacidad para aprovechar los resultados de la I+D y por lo tanto no hay incidencia en las líneas actuales de producción. Por ejemplo, para la obtención de hidrógeno, la opción continúa siendo el uso de fuentes energéticas convencionales (gas natural, energía nuclear) aunque empieza a vislumbrarse cierto interés por las nuevas estrategias energéticas y se llevan a cabo procesos de vigilancia tecnológica para conocer sus potencialidades. Por ello puede afirmarse que hay conciencia para el futuro y, por tanto, el sector energético adoptará estas nuevas tecnologías en sus procesos de generación de combustibles.

La mesa subraya el interés en el desarrollo de nuevos materiales fotolíticos. Una importante aplicación de estos materiales fotocatalizadores nanoestructurados debería ser la hidrólisis del agua mediante la luz visible para obtener hidrógeno.

Por otra parte, el sustrato nanoestructurado tiene la ventaja que la superficie es cristalográficamente conocida, a diferencia de los no nanoestructurados en los cuales las formas esféricas y no controladas dominan la estructura. La síntesis de nanopartículas no esféricas sino con curvatura privilegiada en una dirección, combinando estructuras de gap distinto, permite cambiar el frente de absorción del material con propiedades catalíticas desplazándolo hacia el visible.

Los principales problemas de los catalizadores se refieren a la resistencia mecánica y a las pérdidas de nanopartículas. Un caso de particular interés es la absorción en reactores de microcanal, puesto que el depósito de partículas en el canal disminuye la funcionalización de las paredes.

4.2.- Hidrógeno: generación y almacenamiento

Actualmente un 99% del hidrógeno se obtiene de hidrocarburos. El reto es disponer de materiales nanoestructurados que favorezcan la fotoconversión directa del agua para producir hidrógeno, pero las alternativas para la producción de hidrógeno a medio plazo pasan por la termólisis o electrólisis con energía nuclear y la gasificación de carbón con secuestro de CO₂. Para esta segunda vía deben desarrollarse estrategias para el secuestro del CO₂, como puede ser su mineralización a gran escala. En el tema anterior ya se ha indicado las mejoras que la nanotecnología puede representar para la generación de hidrógeno.

El almacenamiento del hidrógeno representa un gran escollo hacia una economía energética basada en este combustible. Las características de un sistema acumulador de hidrógeno son su alta densidad volumétrica y gravimétrica, eficiencia, reversibilidad, seguridad, temperatura y presión de trabajo. Los sistemas actuales de almacenamiento son gas a alta presión, H₂ líquido, H₂ adsorbido en superficies (CNTs), hidruros metálicos convencionales (LaNi₅, TiFe, etc), hidruros metálicos ligeros (Mg) e hidruros complejos (alanatos: NaAlH₄, boratos, etc).

Se constata un grado de madurez insuficiente en los laboratorios para retener y/o almacenar hidrógeno ya que aparecen problemas a la hora de funcionalizar su absorción en la superficie de nanotubos de carbono.

La estrategia sigue paralela al desarrollo de nanocatalizadores avanzados; sólo así podrá pasarse del 3% en peso de hidrógeno almacenado al 10% (estimado para el 2015), proporción que haría viable esta tecnología. Actualmente la solución pasa por disponer de un vector líquido o sólido.

Por otro lado, se apunta hacia la mejora de los materiales para confinamiento de hidrógeno (líquido a baja temperatura o gas a presión, lo cual requiere de materiales mejores aislantes o más ligeros y resistentes, respectivamente, para los cuales la nanotecnología puede aportar soluciones).

Finalmente, en este punto cabe subrayar que la nanotecnología permite diseñar y obtener nuevos materiales con mejores propiedades aislantes y más resistentes, los cuales pueden ser utilizados para almacenar el hidrógeno líquido en sistemas más ligeros y seguros.

4.3.- Pilas de combustible

La nanotecnología puede actuar mejorando las prestaciones de los catalizadores, membranas y capas difusoras. Su introducción significa el aumento de la eficiencia y la reducción de costes.

En las denominadas pilas de combustible de membrana polimérica (PEMFC), posiblemente las primeras en ser ampliamente comercializadas, la nanotecnología aporta membranas basadas en polímeros conductores que contienen nanopartículas dispersas en su estructura (sustitutas de la membrana de intercambio protónico conocida como Nafion®), nanocatalizadores con elevada superficie específica para las reacciones electroquímicas (supercatalizadores), nanocomposites que aumentan las propiedades interfaciales entre electrodo y electrolito, y nuevos soportes de catalizadores como nanotubos, nanohorns o nanocoils.

Se debe actuar sobre el conjunto activo membrana-electrodo (MEA). Un objetivo claro consiste en reducir la cantidad de platino consiguiendo la misma actividad. La nanotecnología debe ayudar en el desarrollo del catalizador. El Nafion® de las membranas es caro y posiblemente las familias de polímeros podrían mejorar las prestaciones al introducir membranas con nanopartículas. Por otro lado, puede mejorarse las prestaciones de la capa catalítica encima de la membrana o capa difusora con nanotubos. Con todo ello, la introducción de los materiales nanoestructurados en las pilas de combustible aumenta la densidad de potencia, alarga su vida útil y reduce costes.

En el mercado español existen fabricantes de pilas de combustible o de parte de sus componentes. No debe olvidarse que la nanotecnología representa una oportunidad para aquellas empresas que quieran introducirse en este mercado.

La mesa coincide en que hay un gran esfuerzo investigador disperso y que no podrá ser revertido a la empresa española por falta de masa crítica. No obstante, el futuro depara buenas perspectivas para este sector (extensión de su uso en el ámbito doméstico, nuevas aplicaciones portátiles, sistemas de alimentación ininterrumpidos, generación de energía en núcleos aislados -urbanizaciones, polígonos, etc) y por lo tanto es posible encontrar pequeños nichos de mercado para introducir esta tecnología. En cualquier caso, hay aspectos sobre la elección del combustible o el despliegue de la infraestructura necesaria para repostar que deben ser abordados detenidamente. En este punto cabe remarcar el papel que la legislación puede desempeñar a la hora de apoyar y potenciar determinadas tecnologías.

4.4.- Electrodo, baterías

Antes de entrar en el análisis sobre cómo la nanotecnología puede mejorar estos dispositivos, los participantes de la mesa coinciden en que el mercado está copado por Japón y que las barreras de entrada son muy fuertes.

La nanotecnología permite mejorar los materiales de electrodo y electrolito de las baterías, y por consiguiente aumentar su rendimiento. Así, los progresos en densidad de energía, potencia y coste marcarán su posicionamiento en el mercado.

Las líneas de investigación se dirigen hacia el desarrollo de materiales activos más eficientes y ligeros, el aumento de los ciclos de vida paliando los procesos que degradan la materia activa, el aumento de la conductividad añadiendo aditivos y la mejora del llenado.

La introducción de nanotubos de carbono en el material del electrodo, debido a la mayor incorporación de litio en su gran área superficial, mejora significativamente las cinéticas de reacción (mayor velocidad y ciclabilidad).

Más concretamente, la nanotecnología podría reducir la distancia de difusión del Li⁺ y mejorar la estabilidad frente al ciclado. Una mayor distribución de los depósitos de litio que se aglomeran en las capas de carbón evita que se cortocircuiten las baterías, reduciendo el riesgo de explosiones e incendios. Por lo tanto estas aportaciones de la nanotecnología representan un incremento en su vida útil y de la seguridad.

Los electrodos pueden beneficiarse de la utilización de nanotubos o nanofibras, del mismo modo que los electrolitos pueden beneficiarse de la introducción de electrolitos poliméricos con óxidos nanoestructurados (composites).

Finaliza la discusión resaltando el escaso valor añadido en la actual fabricación en España de baterías y apostando por relativizar el impacto en la industria energética española.

4.5.- Supercondensadores

Los electrodos pueden beneficiarse de la nanotecnología si se fabrican con óxidos nanoestructurados. Por otro lado, puede mejorarse la estabilidad de los supercondensadores (SC) incorporando nanocomposites.

En el mercado encontramos SC que según el electrolito utilizado pueden ser acuosos (de hasta 1V de potencial de trabajo, reducida capacidad de almacenamiento pero útil en aplicaciones de potencia debido a su alta conductividad iónica) u orgánicos (2,3 V y mayor capacidad, pero en ellos aumenta la resistencia iónica y son peores para aplicaciones que requieren mayor potencia). Muchos materiales de naturaleza carbonosa se estudian como electrodos (CNTs, carbones nanoporosos).

En los carbones activados, gracias a la capacidad de manipular el tamaño del poro, aumenta la rapidez de carga y descarga con el consiguiente aumento de potencia sin límite de ciclos.

Se pone de manifiesto el interés en combinar los SC con las pilas de combustible (en automóviles, teléfonos móviles, etc.), donde estos aportarían el pico de intensidad (necesario a la hora de poner el coche en marcha o establecer la llamada telefónica). También se hace un énfasis especial en desarrollar sistemas que aprovechen la energía de frenado para cargar a los SC, de manera que pueda ser utilizada en el siguiente ciclo de aceleración-frenado (este sistema, viable en las máquinas de tren y metro, vehículos eléctricos, vehículos híbridos, etc permite reducir el consumo de combustible hasta un 50%; es el caso de los autobuses urbanos que combinan pilas de combustible y SC).

La nanotecnología suministra electrodos de elevada área específica que, combinados con electrolitos de alta concentración iónica, permiten disponer de SC de alta capacidad de almacenamiento energético. Al igual que pasa para el almacenamiento de hidrógeno, los nanotubos de carbono se imponen como integrantes de SC, baterías y pilas de combustible por tratarse de sistemas ligeros, huecos y porosos.

No obstante, el 99% de la facturación de SC se encuentra en Japón y, aunque proporcionan muchas aplicaciones, todo apunta a que el único camino comercial para el sector energético español está en buscar sectores comerciales específicos.

Aunque actualmente ninguna empresa española fabrica condensadores, el hecho de que existan muchas aplicaciones y la tecnología sea conocida, unido al interés en automoción por combinar la batería con el SC para recuperar la energía de frenado, permite apuntar a la mejora del material activo del poro como un objetivo para nanotecnología. La oportunidad para la comunidad científica aparece a la hora de poder patentar el proceso para la obtención de un rango de porosidad definido.

4.6.- Fotovoltaica

El análisis del mercado lleva a afirmar que el 95% de la industria fotovoltaica se basa en la tecnología del silicio y que la tecnología es igual, salvo diferencias sutiles, para todos los fabricantes. El mercado es pujante: desde el año 1997 se constata un crecimiento sostenido del 40-45% anual. Por otro lado, aunque el coste se ha reducido en un 30% en los últimos años, la previsión apunta a la insuficiencia de la tecnología de silicio para afrontar los retos del futuro.

Existe una intensa actividad de I+D para hallar alternativas a la tecnología fotovoltaica basadas en el silicio cristalino, de cara a disponer de células solares orgánicas, de fácil fabricación, con elevada superficie activa y flexibles. Alcanzar este objetivo pasa por desarrollar nuevos nanomateriales (semiconductores orgánicos) e introducir mejoras en el diseño de las células solares hasta alcanzar un rendimiento del 10% y una durabilidad de 10 años, punto de inflexión para que la energía fotovoltaica sea una alternativa energética viable.

En las capas orgánicas no hay bandas de energía sino niveles y aparecen problemas de extracción de electrones. La nanotecnología puede contribuir al desarrollo de las células orgánicas a nivel de contacto superficial entre materiales, favoreciendo la transferencia de carga. Se debe actuar sobre los problemas de degradación para incrementar su tiempo de vida y resolver la problemática en la manipulación.

Empieza a ser rentable la instalación de fábricas para la purificación de silicio sólo para aplicaciones fotovoltaicas. En esta línea, el sector energético español se está posicionando al desarrollar su propia fabricación de silicio purificado.

Un objetivo claro está en aprovechar más el espectro solar. Para ello se opta a nivel microscópico por las multiuniones (tres uniones para aprovechar el infrarrojo, el visible y el ultravioleta). A escala nanoscópica, puede introducirse un array de puntos cuánticos (sobre arseniuro de galio se crecen puntos de arseniuro de indio, es decir, la combinación de semiconductores III-V permite actuar sobre los gaps, distorsiones de red, acoplamientos de red, etc.). Su alto coste se vería compensado en grandes producciones.

Precisamente es en las células orgánicas donde es más evidente el span del espectro, pero se manifiestan las dificultades relativas a la extracción.

Los contactos de puntos cuánticos permiten extraer el electrón antes, generando un gas de electrones calientes (células de portadores calientes).

La situación empresarial y científica española está bien situada, pero recientemente están apareciendo competidores (principalmente en Alemania). A pesar de la existencia de suficiente masa crítica, no se han desarrollado políticas suficientemente atractivas para que los proyectos sean de ámbito nacional y se opta por la integración en proyectos europeos.

4.7.- Superconductividad

Es manifiesta la actividad de Japón, EE.UU. y Corea en este campo, mientras que los proyectos europeos muestran vaivenes, a pesar que las aplicaciones (resonancia magnética) están en Europa.

Los superconductores clásicos de baja temperatura están al límite; para alta temperatura encontramos doce empresas en el mundo que fabrican kilómetros de superconductores para cableado, transformadores, etc.

Todo apunta a la aplicación de los superconductores como conectores de la red a alta velocidad, gracias a la facilidad de interconexión y fiabilidad. Debido al incremento de las energías renovables su utilización será aceptada en el rediseño de la red.

El futuro ITER está concebido con el diseño de imanes basados en superconductores. Los superconductores también están presentes en acumuladores de energía magnética y volantes de inercia.

La nanotecnología juega un papel relevante al introducir la nanoestructuración para acudir a mayores campos magnéticos y mayores temperaturas. Por otro lado, representa mejoras en sustratos metálicos, lo cual tiene un impacto inmediato en empresas españolas. Además existe una demanda creciente como por ejemplo en el sector eólico, el cual en pocos años incorporará estas tecnologías para hacer viable la interconexión a la red de centenares de parques eólicos. Sin duda, una normativa más exigente implicaría una mejora de la eficiencia energética. No obstante, las potencialidades nacionales están limitadas por la ausencia de masa crítica, lo cual implica el desarrollo de la actividad científica en el marco de la unión europea.

4.8.- Sensores para la industria energética y el Medio Ambiente

Cuando hablamos de sensores para la industria energética nos referimos a los procesos de producción y utilización de la energía. En cambio, los sensores para el Medio Ambiente aparecen después del consumo (típicamente medición de gases).

Existen diversas familias de sensores donde la detección se realiza en base a la reacción de un catalítico nanoestructurado. El sustrato nanoestructurado tiene la ventaja que la superficie es cristalográficamente conocida, a diferencia de los no nanoestructurados en los cuales las formas esféricas y no controladas dominan la estructura.

La medición debe realizarse en el seno de la reacción catalítica y el soporte.

En el ámbito español existe red pero falta masa crítica para esta actividad. Además de las PYMES receptoras, la propia red científica genera spin-offs debido al incremento de la demanda de sensores. Por este motivo, además de

las empresas generalistas que cubren un amplio rango de sensores, las hay que optan por la selectividad y la especialización. Se trata de un campo en el cual pueden identificarse rápidamente nichos comerciales específicos.

La nanotecnología aporta nuevas concepciones en cuanto al material sensible y puede actuar para la mejora de la sensibilidad, selectividad y estabilidad del sensor.

4.9.- Aislantes

El desarrollo de nuevos materiales en vidrios o colectores que disminuyan la reemisión del infrarrojo permite incrementar la eficiencia energética.

La nanotecnología tiene un papel relevante en la mejora de los materiales, aunque existe cierta indefinición sobre la oportunidad de negocio. Se ha identificado la mejora de las propiedades de aislamiento térmico y de absorción como líneas de actuación con resultados aplicables. La mejora de prestaciones como dureza, funcionamiento a más altas temperaturas, etc., permiten aumentar la eficiencia en aplicaciones energéticas.

Por otro lado, cabe resaltar la introducción de la nanotecnología en los materiales de construcción, especialmente en recubrimientos, abriéndose nuevos sectores de mercado. Existen, por tanto, numerosas oportunidades de innovación en este campo (recubrimientos cerámicos para quemadores, etc.).

4.10.- LEDs

Cabe subrayar que en este tema se detecta con claridad la oportunidad de desarrollar un nuevo producto empleando un LED de luz blanca.

Los LEDs suministran luminancia barata, resistente y eficiente. Combinando semiconductores III-V y puntos cuánticos puede alcanzarse la emisión en blanco. Las aplicaciones abarcan los ámbitos de iluminación, automoción, etc.

España cuenta con la masa crítica necesaria y las aportaciones de la nanotecnología pueden ser básicas para su desarrollo. El fuerte impacto económico queda justificado por el hecho que si en una bombilla la eficiencia energética de toda la cadena es de sólo el 1,3% (5% para el fluorescente) en el caso del LED está en el 40-50%.

Además, la nanotecnología puede incrementar la eficiencia de los sistemas de iluminación, por ejemplo, en las lámparas de emisión de campo ya que se consiguen puntas de emisión sobre *arrays* que activan un fósforo. Además, la posibilidad de utilizar sustratos orgánicos flexibles tendrá un fuerte impacto en sectores dispares (textil, ocio, etc.). Por otro lado, las soluciones nanotecnológicas aportarán *displays* más eficientes. No obstante, la ausencia de tecnología propia y el hecho que el mercado ya está copado limita el papel del sector industrial español en este campo.

5.- Conclusiones generales

Sin duda alguna la nanotecnología representa una gran oportunidad para desarrollar y mejorar materiales y procesos con un fuerte impacto sobre la eficiencia, coste y sostenibilidad en las actividades y productos de la industria energética española.

El desarrollo de las actividades de la mesa se ha caracterizado por la sintonía entre los empresarios y los científicos presentes en la convocatoria. Se ha puesto de manifiesto la complementariedad entre los intereses y necesidades industriales (demanda) y las competencias investigadoras (oferta), lo cual ha conducido al deseado enlace entre aplicaciones y tecnologías. Se trata de una auténtica puesta a punto para que el Think Tank sea un vehículo útil de comunicación entre los distintos actores implicados para alcanzar los retos que el sector de la industria energética y medio ambiente debe afrontar desde este mismo momento. La consideración de sector clave para el desarrollo económico y mejora de la calidad de vida de los ciudadanos confiere al trabajo llevado a cabo por la mesa un alto valor añadido que merece ser atendido por las administraciones competentes.

A continuación se presentan cumplimentadas las fichas de identificación de oportunidad detectadas y que representan la complementariedad entre la demanda de las empresas y la oferta de los científicos.

6.- Fichas de identificación de oportunidades de innovación

C001.- Mejora de catalizadores - Fotocatalizadores

Descripción:

El aumento de la superficie de reacción en materiales nanoestructurados mejora las cinéticas de reacción incrementando la eficiencia de los catalizadores. En el caso de aplicaciones en sensores, la nanotecnología aporta nuevas concepciones en cuanto al material sensible y puede actuar para la mejora de la sensibilidad, selectividad y estabilidad del sensor (véanse los puntos 4.1 y 4.8).

Valoración de la oportunidad:

El potencial de mercado de esta oportunidad es muy alto, centrándose en ciertas aplicaciones (reformado de gas, sensores, etc.), la reducción costes, el aumento de eficiencia. Además, su viabilidad tecnológica también es alta, dado al fácil escalado y la preindustrialización existente.

Observaciones generales:

El avance hacia mejores catalizadores seguirá múltiples caminos respondiendo a aplicaciones concretas (en particular la generación y almacenamiento de hidrógeno conlleva una importante actividad para la mejora de catalizadores). Por otro lado, existen diversas familias de sensores donde la detección se realiza en base a la reacción de un catalítico nanoestructurado. El impacto económico dependerá de la masa industrial que incentive e incorpore los avances que la nanotecnología ofrece en el desarrollo de catalizadores. Además de las PYMES receptoras, la propia red científica genera spin-offs debido al incremento de la demanda de sensores. Por este motivo, además de las empresas generalistas que cubren un amplio rango de sensores, las hay que optan por la selectividad y la especialización. Se trata de un campo en el cual pueden identificarse rápidamente sectores comerciales específicos.

C002.- Almacenamiento de hidrógeno**Descripción:**

Alcanzar sistemas eficientes y seguros para el almacenamiento de hidrógeno marcará el futuro del sector energético. La estrategia sigue paralela al desarrollo de los nanocatalizadores (véase el punto 4.2 correspondiente a las notas sobre el tema de generación y almacenamiento de hidrógeno desarrollado en la sesión de la mesa para la industria energética).

Valoración de la oportunidad:

Esta oportunidad de innovación posee un potencial de mercado bastante elevado: aplicaciones y generalización del uso del hidrógeno como combustible, reducción de costes, aumento de eficiencia, impacto medioambiental. Sin embargo, la viabilidad tecnológica no es muy alta debido a su falta de madurez y al incremento del porcentaje de hidrógeno en peso.

Observaciones generales:

Se subraya el fuerte impacto económico, social y medioambiental que conlleva el desarrollo de la nanotecnología en cuanto a almacenamiento del hidrógeno como fuente de energía que deberá reducir progresivamente el peso de los hidrocarburos del conjunto de fuentes energéticas, dando cada vez más un mayor protagonismo a las energías renovables. Por ello, es fundamental abordar y encontrar soluciones eficientes y baratas para el almacenamiento del hidrógeno.

C003.- Mejora de componentes en pilas de combustible**Descripción:**

La nanotecnología representa una mejora en las prestaciones de los catalizadores, membranas y capas difusoras de las pilas de combustible, aumentando la eficiencia y reduciendo costes (véase el punto 4.3 correspondiente a las

notas sobre el tema de pilas de combustible en la sesión de la mesa para la industria energética).

Valoración de la oportunidad:

Una demanda en equipos portátiles, las aplicaciones especiales (núcleos de consumo centralizados, difícil acceso, etc.), la reducción de costes y el aumento de eficiencia proporcionan un muy alto potencial de mercado para las pilas de combustible. Además, el fácil escalado en este campo y unas tecnologías y cinéticas conocidas les confieren una alta viabilidad tecnológica.

Observaciones generales:

La introducción de los materiales nanoestructurados en las pilas de combustible aumenta la densidad de potencia, alargan la vida útil y reducen costes. En el mercado español existen fabricantes de pilas de combustible o de parte de sus componentes y la nanotecnología representa una oportunidad para aquellas empresas que quieran introducirse en este mercado.

C004.- Mejora de supercondensadores**Descripción:**

La nanotecnología suministra electrodos de elevada área específica que, combinados con electrolitos de alta concentración iónica, permite disponer de SC de alta capacidad de almacenamiento energético. Los electrodos pueden beneficiarse de la nanotecnología si se fabrican con óxidos nanoestructurados; por otro lado, puede mejorarse la estabilidad de los SC incorporando nanocomposites (véase el punto 4.5 correspondiente a las notas sobre el tema de supercondensadores desarrollado en la sesión de la mesa para la industria energética).

Valoración de la oportunidad:

La gran demanda en supercondensadores, sus aplicaciones conjuntas con las pilas de combustible, los nichos de mercado específicos, la reducción de costes y el aumento de eficiencia hacen que su potencial de mercado sea bastante alto. Asimismo, su viabilidad tecnológica también es elevada debido de nuevo a un fácil escalado y unas tecnologías y cinéticas conocidas, pero también a unas actividades de I+D coincidentes en este tipo de aplicaciones.

Observaciones generales:

Se subraya el interés en combinar los SC con las pilas de combustible (en automóviles, teléfonos móviles, etc.), donde los SC aportarían el pico de intensidad (necesario a la hora de poner el coche en marcha o establecer la llamada telefónica). También se hace un énfasis especial en desarrollar sistemas

que aprovechen para cargar los SC la energía de frenado, de manera que pueda ser utilizada en el siguiente ciclo de aceleración-frenado (este sistema, viable en las máquinas de tren y metro, vehículos eléctricos, vehículos híbridos, etc. permite reducir el consumo de combustible hasta un 50% -es el caso de los autobuses urbanos que combinan pilas de combustible y SC-).

C005.- Células solares orgánicas con mayor aprovechamiento del espectro solar

Descripción:

Existe una intensa actividad de I+D para hallar alternativas a la tecnología fotovoltaica basada en el silicio cristalino que permita disponer de células solares orgánicas, de fácil fabricación, con elevada superficie activa y flexibles. La nanotecnología puede contribuir al desarrollo de las células orgánicas a nivel de contacto superficial entre materiales, favoreciendo la transferencia de carga (véase el punto 4.6 correspondiente a las notas sobre el tema de energía fotovoltaica desarrollado en la sesión de la mesa para la industria energética).

Valoración de la oportunidad:

Esta oportunidad de innovación presenta tanto un muy alto potencial de mercado (debido a la demanda existente, a la perspectiva de reducción de costes y al aumento de eficacia de estos dispositivos) junto con una muy alta viabilidad tecnológica (numerosas aportaciones de la nanotecnología, facilidad de escalado, intensa actividad de I+D en este campo).

Observaciones generales:

La situación empresarial y científica española está bien situada, pero recientemente están apareciendo competidores (Alemania). A pesar de la existencia de suficiente masa crítica, no se han desarrollado políticas suficientemente atractivas para que los proyectos sean de ámbito nacional y se opta por la integración en proyectos europeos.

C006.- Superconductores en conectores de la red a alta velocidad

Descripción:

La nanotecnología juega un papel relevante al introducir la nanoestructuración para acudir a mayores campos magnéticos. Todo apunta a la aplicación de los superconductores como conectores de la red a alta velocidad, gracias a la facilidad de interconexión y fiabilidad. Debido al incremento de las energías reno-

vables su utilización será aceptada en el rediseño de la red (véase el punto 4.7 correspondiente a las notas sobre el tema de superconductividad de potencia desarrollado en la sesión de la mesa para la industria energética).

Valoración de la oportunidad:

El gran potencial de mercado de estos conectores se fundamenta en la demanda existente, la evolución de las energías renovables (eólica, etc.), la reducción de costes, el aumento de la eficiencia y la seguridad energética. Todo esto apoyado con una alta viabilidad tecnológica hace que esta oportunidad de innovación sea muy atractiva.

Observaciones generales:

Existe demanda en el sector eólico, el cual en pocos años incorporará los avances logrados en este campo. Sin duda una normativa más exigente implicaría una mejora de la eficiencia energética. No obstante, las potencialidades nacionales están limitadas por la ausencia de masa crítica, lo cual implica el desarrollo de la actividad científica en el marco de la unión europea

C007.- LED de luz blanca**Descripción:**

La nanotecnología puede incrementar la eficiencia de los sistemas de iluminación, por ejemplo en las lámparas de emisión de campo ya que se consiguen puntas de emisión sobre arrays que activan el material fosforescente con elevada eficiencia (véase el punto 4.10 correspondiente a las notas sobre el tema de LEDs desarrollado en la sesión de la mesa para la industria energética).

Valoración de la oportunidad:

El desarrollo de los LEDs de luz blanca no sólo presenta un muy elevado potencial de mercado (gran demanda, aplicaciones conjuntas con las pilas de combustible, sectores de mercado específicos, reducción costes, aumento eficiencia) sino que se presenta con una alta viabilidad tecnológica (fácil escalado, tecnologías y cinéticas conocidas, actividades de I+D coincidentes en este tipo de aplicaciones).

Observaciones generales:

El fuerte impacto económico queda justificado por el hecho que, si en una bombilla la eficiencia energética de toda la cadena es de sólo el 1,3% (5% para el fluorescente), en el caso del LED está en el 40-50%. Además, la posibilidad de utilizar sustratos orgánicos flexibles tendrá un fuerte impacto en sectores dispares (textil, ocio, etc.). Por todo ello, se trata de una clara oportunidad de innovación con un fuerte impacto económico y social.

Sesión Electrónica, Informática y Telecomunicaciones / Productos Químicos y Materiales Avanzados

1.- Participantes

El funcionamiento de esta sesión de trabajo fue muy interesante, aunque complejo, dado que trató un amplio conjunto de sectores que abarcaron desde la electrónica, la informática y las telecomunicaciones hasta los productos químicos y los materiales avanzados. Sin embargo, se puede considerar que los campos de aplicación mencionados se nutren de algunas de las áreas de investigación con mayor tradición científica en nuestro país dentro de Nanotecnología, por lo que el aspecto científico del grupo era suficientemente maduro.

Por un lado, este hecho condicionó el funcionamiento de la mesa y, por otro, propició que la lista de participantes fuera atípica. En este sentido, la sesión se benefició de la heterogeneidad los asistentes y el debate fue enriquecedor. Aunque el número de representantes del mundo académico era superior al de empresas participantes, sus perfiles y conocimientos proporcionaron una visión completa de los problemas que se expusieron durante el desarrollo del grupo de trabajo.

La lista de participantes de la sesión se muestra en la tabla siguiente.

Electrónica, Informática y Telecomunicaciones / Productos Químicos y Materiales Avanzados

<i>Moderador</i>	Rodolfo Miranda	UAM
<i>Redactor</i>	Jaime Sánchez	Fundación Madri+d
	Susana Martín	INTA
<i>Participantes</i>	Antonio Alvarez	TOLSA
	Ramón Borrell	HP
	Antonio Echavarren	Institut Català d'Investigació Química
	Antonio Hernando	Instituto Magmetismo - UCM
	Manuel Ibarra	Facultad Ciencias - UNIZAR
	Amilcar Labarta	Facultad Física - UB
	Nazario Martín León	Facultad de Ciencias Químicas - UCM
	M^a Teresa Martínez Fez	Instituto de Carboquímica - CSIC
	José Luis Peña	PROBISA
	Jesús Rodríguez	URJC
	Julio Santarén Romé	TOLSA
	Manuel Vázquez	ICMM - CSIC
<i>Observadores</i>	José Luis de Miguel	OTT-CSIC

2.- Nanotecnologías aplicadas a la Electrónica y los Materiales

La demanda, por parte de la Industria, de materiales con prestaciones superiores a las que poseen los polímeros u otras materias utilizadas actualmente, hace necesario optimizar las propiedades de estos, sin una pérdida sustancial de las ventajas competitivas y funcionales asociadas a los convencionalmente empleados. En este punto, la versatilidad que poseen los materiales nanoestructurados, los convierten en la alternativa ideal para muchas de las aplicaciones típicas de los polímeros y de los metales. La manipulación nanométrica permite generar comportamientos y cualidades en los nuevos materiales, impensables con las técnicas tradicionales. Actualmente, el mundo de los "Nanomateriales" está centrándose en la potenciación e innovación de propiedades existentes.

La Nanotecnología se presenta para muchos, como un nuevo paradigma de muy amplias miras, multidisciplinar y con visos de tener influencia en todos los campos de la ciencia y la técnica. En general, a nivel mundial, aunque la Nanotecnología se encuentra en fase exploratoria, uno de los campos en los que empieza a dar resultados concretos, con productos que ya están en el mercado, es en la ciencia de los materiales. Excepto una minoría de empresas que ya empiezan a destacar comercialmente, las demás empresas o bien todavía están evaluando la situación de mercado, o bien están interesadas en el acceso o disponibilidad de la formulación o en la tecnología del procesado.

Ante esta coyuntura, las empresas saben que anticiparse en el mercado supondrá captar nuevos consumidores para sus productos, además de proporcionarles una imagen innovadora y una posición aventajada respecto a sus competidores. Por ello, aunque la transferencia de conocimientos del mundo científico al tejido empresarial se realice paulatinamente, es conveniente que las empresas realicen un seguimiento, se mantengan informadas o, incluso, se involucren en los avances que se producen en el campo de la Nanotecnología.

3.- Selección de temas tratados durante la sesión

La discusión de los temas a tratar en la mesa DE transcurrió de acuerdo a la metodología seguida en el SNT³2004 y explicada anteriormente.

No obstante, la fusión de las mesas D y E, duplicó el número de temas a considerar inicialmente, siendo 50 los temas propuestos y entre los que se seleccionaron, únicamente, una docena para su posterior análisis y discusión.

A la hora de escoger los temas con más interés en la mesa DE, se dio un mayor valor a los votos/opiniones de los representantes empresariales, por un

lado, con el fin de compensar la desigualdad existente entre el número de empresas participantes y la representación académica y, por otro, atendiendo a la filosofía del Think Tank como foro de interacción del mundo empresarial y el académico.

De esta forma, se debatieron primero aquellos temas en los que tanto empresas como investigadores habían expresado mucho interés, después los que presentaban interés para alguna de las dos partes, especialmente las empresas, y se descartaron, finalmente, aquellos temas en los que el interés de ambas partes era bajo. De este modo se confeccionó la lista priorizada de temas que se muestra a continuación, para su discusión en las sesiones posteriores:

Mucho interés

Materiales

- Composites de polímeros
- Tratamientos superficiales, pigmentos, adhesivos
- Métodos de fabricación de nanomateriales
- Emisores de electrones para pantallas planas

Electrónica

- Sistemas micro y nano electromecánicos (MEMS / NEMS)
- Detectores

Interés medio

Materiales

- Materiales de almacenamiento de información
- Materiales nanoporosos (membranas separadoras, pilas de combustible)
- Nanotubos como conductores eléctricos
- Nanopartículas para aplicación en cosmética

Electrónica

- Elementos de circuitos ópticos
- Transmisión de datos
- Arrays de sensores y dispositivos de imagen

Menor interés

Materiales

- Polímeros emisores de luz
- Cerámicas dúctiles

- Tejidos funcionales
- Propiedades magnéticas y semiconductoras para biomedicina
- Propiedades mecánicas de materiales nanocristalinos

Electrónica

- Nuevas redes de comunicación

Propuestas nuevas

- Materiales "depositables" digitalmente
- RF Integrada 3D
- Antenas
- Recepción digital directa

Esta lista de temas se pulió durante las sesiones de trabajo posteriores. En primer lugar, algunos de los temas seleccionados en la primera sesión, para su discusión, fueron eliminados de la lista por solaparse con los objetivos de otras mesas de trabajo. Igualmente, se eliminaron de la selección aquellos temas que resultaban interesantes únicamente para los participantes de la mesa DE que, tras la primera sesión, decidieron moverse a otros grupos de trabajo. Por último, los temas propuestos eran, en principio, muy generales. Durante las sesiones de trabajo, estos temas se trataron de forma mucho más concreta, atendiendo a los intereses específicos de los participantes en los distintos campos, por lo que, a veces, la descripción del tema proporcionada en la lista no refleja fielmente los puntos que se discutieron en realidad.

4.- Desarrollo de la sesión

Los temas que se seleccionaron para su discusión fueron los siguientes:

4.1.- Métodos de fabricación y aplicaciones de nanocomposites

El tema de los materiales nanoestructurados, y más concretamente los nanocomposites poliméricos con distintas cargas, despertó gran interés entre los presentes, especialmente, entre las empresas allí reunidas.

Las empresas solicitaron información a los científicos sobre los distintos métodos de fabricación de nanomateriales, los problemas técnicos que existen actualmente en el proceso, las futuras aplicaciones, así como las propiedades y ventajas que presentan estos nuevos materiales respecto a los ya existentes.

En cuanto a la fabricación, los puntos más críticos a la hora de fabricar un nanomaterial y donde la investigación es factor clave para resolver problemas técnicos, son los siguientes:

- Elección de la nanocarga (nanoarcillas, nanotubos de carbono)
- Elección del pretratamiento de nanocarga (compatibilidad de la nanocarga con la matriz) que nos permitirá distintas interacciones con la matriz para obtener materiales con aplicaciones comerciales diferentes.
- Selección del polímero o matriz polimérica, preferiblemente de bajo coste.
- Óptima delaminación y dispersión de las nanopartículas en los materiales.

Actualmente toda la investigación y la comercialización de nanocomposites polímero arcilla se centra en arcillas de tipo laminar químicamente modificadas como es el caso de la montmorillonita. Estos materiales ya están siendo utilizados con bastante éxito en el sector del automóvil y se prevé su empleo en otros ámbitos industriales.

A día de hoy existe poca investigación y desarrollo de nanocomposites con sepiolita, que es una arcilla de tipo fibrilar. Curiosamente, en España se encuentra el mayor yacimiento de sepiolita del mundo. En este punto se abordaron distintos temas, como son las aplicaciones que podría tener este material o los problemas técnicos que se presentan en su fabricación como es la disgregación de las nanoarcillas en distintas matrices.

Otro tema que se expuso fue la posibilidad de utilizar nanocomposites de resinas y nanopigmentos para la señalización de carreteras, pistas o asfalto y, en general, todas aquellas superficies que hayan de soportar el tráfico rodado o alta resitencia al desgaste por fricción. Actualmente uno de los problemas que tienen las empresas del sector de la construcción es la degradación que sufren los pigmentos utilizados al aire libre. Una de las soluciones propuestas consistía en depositar pigmentos o nanopigmentos sobre arcillas para retardar su desgaste y aumentar su estabilidad, mientras que otra solución apuntaba la posibilidad de encapsular nanopigmentos en polímeros con el fin de corregir su tendencia a agregarse y de conseguir uniformidad en la tinta.

En este punto, por interés expreso de una empresa se habló de posibles técnicas y potenciales aplicaciones resultantes de depositar nanopartículas metálicas sobre superficies de silicato.

La preparación de nuevos materiales por el método Sol-Gel fue comentado por los científicos. Algunas de las ventajas que presenta este proceso, como son su bajo coste, simplicidad del proceso o mínima infraestructura, atrajeron el interés de las empresas que solicitaron información sobre expertos que trabajasen en este campo.

El interés por parte de las empresas tanto en las aplicaciones como en el proceso de elaboración fue muy distinto según su actividad. Para algunas, sus inquietudes se enfocaban desde el punto de vista de la producción de nuevos materiales y para otras como potenciales consumidoras de los mismos.

4.2.- Métodos de fabricación y aplicaciones de nanopartículas

Como ya se ha comentado con anterioridad, en la mesa de trabajo DE existía un gran interés por los métodos de fabricación de nanomateriales y, especialmente, por los relacionados con los composites poliméricos y las nanopartículas.

Durante la primera sesión de trabajo se propusieron varios temas de discusión relacionados con las nanopartículas aunque algunos de ellos fueron descartados por solaparse con los intereses de otras mesas de trabajo, quedando centrada la discusión en la fabricación y el empleo de nanopartículas en los sistemas de impresión, bien como constituyentes del tóner en el caso de la impresión láser, bien como herramienta para solventar y mejorar las prestaciones de las tintas empleadas en las impresoras de inyección de tinta a color.

Los participantes de la mesa coincidieron en que, para la gran mayoría de aplicaciones, la aproximación bottom-up, es decir, partir de los elementos más pequeños para fabricar a partir de ellos otros de mayor tamaño, daba lugar a materiales de mejor calidad y rendimiento, además de ofrecer mayores posibilidades, como la de fabricar nanopartículas multicapas. No obstante, este sistema de trabajo resulta más complejo y costoso que su inverso, el denominado top-down.

Una de las necesidades tecnológicas que se planteó en la mesa DE en relación con las nanopartículas, fue la necesidad de encontrar un nanomaterial que produjese tóner de color de iguales propiedades y rendimiento que los empleados actualmente en la impresión en blanco y negro. Una mejora de la tecnología actual podría acarrear una disminución del coste de todo el proceso de producción, ya que el tóner es un elemento limitante en la fabricación de impresoras láser.

4.3.- Sistemas micro- y nano- electromecánicos (MEMS/NEMS) en microfluídica

De nuevo se trata de un tema extenso, con implicaciones en multitud de materias y aplicaciones, y cuya discusión se centró en aquellos aspectos relacionados con los sistemas de impresión de tinta a color, dejando para su discusión en otras mesas su relación con los sensores, la biología, la medicina...

Las empresas participantes en la mesa expusieron varias necesidades tecnológicas para mejorar el rendimiento y la durabilidad de sus sistemas de inyección de tinta actuales. Dichos sistemas sufren un proceso de desgaste y degradación más rápido del deseado y, en este sentido, se plantearon dos cuestiones. La primera de ellas, la necesidad de mejorar la resistencia mecánica de los componentes móviles, los conductos y los materiales empleados en estos micro/nano sistemas (como inyectoros, cartuchos de tinta, etc.). La segunda, se trata del problema que plantea la interacción entre los fluidos empleados, como las tintas, y las superficies de conductos y piezas por los que fluyen.

La solución a estos problemas se puede atacar desde dos aproximaciones; la primera, actuando sobre los materiales que componen los conductos, las partes móviles, etc., bien añadiéndoles nanopartículas que mejoren sus propiedades o bien mediante nanorecubrimientos. La segunda, actuando sobre los fluidos, intentando controlar su actividad, reactividad, etc., en definitiva, su efecto sobre el entorno.

4.4.- Encapsulamiento y tratamientos superficiales de pigmentos y otras nanopartículas

Durante el desarrollo de las sesiones de trabajo, poco a poco, la discusión sobre nanofluidica fue trasladándose al tema del encapsulamiento y los tratamientos superficiales. Dentro de este campo, se abordaron varios aspectos diferentes que atendieron a las distintas necesidades de las empresas presentes en el grupo de trabajo.

En primer lugar, se trató la necesidad de que las tintas empleadas en los sistemas de impresión deben tener un doble estado: de muy baja viscosidad antes de ser eyectadas y de muy alta viscosidad después de su deposición en el medio de impresión. Este problema se soluciona hoy en día mediante el uso de cadenas de látex, si bien, los resultados que se obtienen son pobres y presentan muchos inconvenientes. Por esta razón, se habló de la posibilidad de encapsular las nanopartículas que componen las tintas para mejorar sus prestaciones.

A pesar de no haber ningún experto en cosmética en la mesa, algunos de los participantes comentaron el hecho de que en esta disciplina se usan técnicas similares para la protección de los principios activos de cremas y otros productos, y que la cosmética podía ser, por tanto, un ejemplo y fuente de inspiración.

Por otro lado, también se abordaron algunas de las necesidades del mundo de la construcción donde, si bien los requisitos suelen ser menos exigentes, el encapsulamiento de pigmentos y nanopartículas podría aportar soluciones a problemas como, por ejemplo, el existente con los pigmentos rojos y el hormigón, la pintura del asfalto, etc.

4.5.- Materiales porosos - pilas de combustible

Es un tema que se trató muy brevemente en la mesa de trabajo por no haber en ella ni expertos con amplios conocimientos en la materia ni necesidades concretas por parte de las empresas. No obstante, se comentó que es una rama con un alto potencial de mercado, debido a la creciente demanda de fuentes de energía para los dispositivos personales, tales como teléfonos móviles, agendas electrónicas, ordenadores portátiles, etc., y cuyos requerimientos mínimos serían la ligereza, la durabilidad y los bajos costes.

4.6.- Pantallas planas, flexibles, ligeras

Este fue un tema de discusión muy extenso, que abarcó mucho más de los veinte minutos inicialmente previstos. Se habló de las pantallas por reflexión; idealmente dispositivos que no emitirían luz, tendrían un consumo mínimo de energía y que para su visualización sería necesario hacer incidir sobre ellos luz externa. Además del ahorro de batería que supondrían en dispositivos portátiles, resultarían mucho menos cansados y nocivos para la vista, ya que su visualización sería similar a la de un libro de papel. Como posible solución se propuso el empleo de nanopartículas magnéticas. Estas nanopartículas tendrían dos caras de distinto color en una aplicación en blanco y negro y, en el caso de las aplicaciones en color, sería necesario el empleo de partículas con varias caras de distintos colores o el uso combinado de nanopartículas bicolores.

Es difícil establecer una frontera entre esta tecnología y la que se emplea en pantallas flexibles. Si bien es cierto que sus objetivos son distintos, las soluciones que se adoptan son similares. De esta forma también se trataron, aunque superficialmente, posibles soluciones para disponer de películas de espesor nanométrico que, combinadas adecuadamente pudieran dar lugar a pantallas, que por su mínimo espesor, resultarían ser flexibles.

Por último, se habló de la posibilidad de fabricar imágenes luminiscentes que, aunque no tendrían la versatilidad de una pantalla, podrían ser reconfigurables. Para esta tecnología se necesitaría disponer de partículas electroluminiscentes de tamaños inferiores a una micra.

4.7.- Nanotubos de carbono - conductores eléctricos

En este caso, no es un tema que se tratase separadamente sino que, por el contrario, se habló de los nanotubos de carbono como posible solución a varios de los problemas planteados a lo largo las distintas sesiones de trabajo. Las grandes expectativas existentes en torno a los nanotubos de carbono, a su resistencia, a sus buenas propiedades mecánicas, a sus propiedades electroluminiscentes, unido al hecho de que se trata de un material todavía bajo estudio y cuyas posibilidades reales no han sido definidas, propició que se presentase como una alternativa a tener en cuenta en diversas ocasiones: como buen conductor eléctrico, flexible, como material para mejorar las propiedades mecánicas de polímeros y cerámicas, como dopante para mejorar las capacidades electroluminiscentes de otros materiales, como material para aligerar aleaciones y otros compuestos y un largo etcétera.

4.8.- Materiales y dispositivos para el almacenamiento de información

Este es un tema en el que desgraciadamente la situación española resulta, por así decirlo, paradójica. Por un lado, existe entre la comunidad científica española un grupo numeroso de investigadores de valía, que trabajan en magnetismo y cuyos esfuerzos se centran en el desarrollo de nuevos sistemas de almacenamiento de información. Incluso, su representación en la mesa de

trabajo era numerosa. Por otro lado, las posibilidades comerciales de dichos sistemas en la industria española resultan muy pobres y así lo expresaron los representantes empresariales de la mesa. No existe en España ninguna empresa dedicada a la fabricación y comercialización de discos duros y otros dispositivos magnéticos de almacenamiento de información. Aún es más, no se debe esperar que esta situación cambie en el futuro, ya que el mercado mundial está dominado por grandes multinacionales y sería necesaria una gran inversión para llegar a entrar en dicho mercado. Existen pues dos posibilidades en España, para la aplicación de los resultados de estas investigaciones. Por un lado, vender los resultados a las empresas multinacionales, con lo que se conseguiría un beneficio para la investigación nacional pero no una mejora para la situación empresarial. Por el otro, buscar un pequeño hueco en la creciente aplicación de las memorias USB, mercado en el que existen empresas españolas que están intentando abrirse camino como, por ejemplo, Woxter.

4.9.- Producción y procesos industriales

Por último, no nos gustaría terminar el resumen del trabajo de la mesa, sin hablar de uno de los temas que, no habiendo sido propuesto inicialmente para su discusión, se trató de manera transversal durante todas las sesiones.

Todas las empresas participantes insistieron en la importancia de tener en mente, a la hora de desarrollar una nueva tecnología, las limitaciones impuestas por los procesos de producción industriales. Ya que, en múltiples ocasiones, fracasan invenciones que han sido exitosas a nivel de laboratorio, por sus altos costes, la inviabilidad de producirlas a gran escala, la necesidad de una inversión inicial demasiado grande y arriesgada, etc., factores muchas veces olvidados por la comunidad científica.

5.- Conclusiones generales

Durante el transcurso de la sesión, se dejó patente el profundo interés de empresas e investigadores en colaborar conjuntamente. Las intervenciones y las aportaciones de conocimiento por parte de los científicos y del sector empresarial fueron fluidas. En este sentido, uno de los logros más importantes de las sesiones de la mesa DE fue el buen ambiente de trabajo en el que tanto empresarios como académicos se sintieron escuchados y animados a participar y proponer nuevas iniciativas.

Los participantes sintieron, y así lo expresaron, que el SNT³2004 no debe ser un evento aislado, sino una comunidad viva que debe continuar en el tiempo y estar abierta a la participación de todos los agentes interesados en la nanotecnología en España. Por lo tanto, creemos que la celebración de la primera reunión del Spain Nanotechnology Think Tank debe ayudar a crear un foro de discusión, colaboración y acercamiento entre los sectores clave para la investigación, el desarrollo y la innovación en nanotecnología en España.

Todas las empresas participantes en el evento expresaron su preocupación e interés por todo lo relacionado con los costes de producción y su abaratamiento, el desarrollo de nuevos procesos de producción digitales y las limitaciones impuestas por el hecho de que todo producto comercial ha de fabricarse por medio de un proceso industrial rentable. Estos aspectos, muchas veces ignorados o desconocidos por el mundo académico, hacen inviable la puesta en práctica de muchas innovaciones tecnológicas que son exitosas en el laboratorio.

A veces, la gran inversión en maquinaria, equipamiento, en adaptación de los procesos de producción, que es necesaria para poner en marcha una invención ya desarrollada en el laboratorio hace que ésta se abandone, habiéndose malgastado de esta manera, mucho tiempo, esfuerzo y dinero en un proceso de investigación y desarrollo que, aún habiendo dado resultados favorables, ha resultado en un producto inviable.

Varias de las empresas presentes en las sesiones de trabajo comentaron que la política seguida por sus firmas se alejaba, cada vez más, de las grandes inversiones en equipamientos de producción y en reconversión de procesos. Esta afirmación, no ha de entenderse como la intención de dichas empresas de mantener sus procesos y equipamientos actuales indefinidamente, con mínimas variaciones e inversiones, ya que, sin lugar a dudas, esta política errónea les llevaría a una situación desfavorable frente a sus competidores, haciéndoles perder su carácter innovador, principal motor de su éxito. Lo que buscan las empresas actualmente son procesos de producción más baratos, más versátiles, más adaptables y, sobre todo, que no requieran de la producción de largas series de productos iguales para su amortización.

Por último, el resultado más tangible a corto plazo del trabajo conjunto de empresas e investigadores entre las sesiones del SNT³2004 han sido las denominadas "fichas de identificación de oportunidades de innovación". En cada una de estas fichas se plantean oportunidades de negocio para las empresas y líneas de investigación prometedoras desde el punto de vista de las aplicaciones, para el sector académico. Y lo que es más importante, cada una de ellas representa un área de trabajo donde se unen tanto los objetivos como los intereses de empresas e investigadores.

El trabajo realizado en la Mesa DE ha dado lugar a nueve oportunidades de innovación con una alta viabilidad técnica y un gran potencial de mercado dentro del marco científico-empresarial actual español. Además de estas propuestas concretas, surgieron múltiples ideas que, aunque no han dado lugar a oportunidades concretas, con el esfuerzo de toda la comunidad formada por el SNT³2004 podrían desembocar en colaboraciones empresa-investigador exitosas a medio-corto plazo.

6.- Fichas de identificación de oportunidades de innovación

DE001.- Desarrollo de nanocomposites de polímero-sepiolita (arcilla fibrilar)

Descripción:

En los nanocomposites de Polímero-Arcilla (NPA) un material inorgánico (arcilla) se dispersa en una matriz orgánica (polímero). En la mayoría de los casos se emplea una arcilla de tipo laminar químicamente modificada y de espesor en torno al nanómetro, siendo la cantidad de silicatos dispersados en la matriz del orden del 5 al 10% del peso total.

Gracias a que la arcilla cuenta con una gran relación superficie/volumen, nos encontramos con que incluso para cargas muy pequeñas existe una interacción global con la matriz polimérica que podemos calificar como de altamente eficaz; se reduce la movilidad de las cadenas poliméricas, se refuerzan algunas de las propiedades preexistentes en el polímero, y además se le confieren al nanocomposite resultante propiedades adicionales con respecto a las que tenía originalmente el polímero. El resultado es que se obtienen nanocomposites con propiedades físicas y mecánicas notables. Además, a igualdad de prestaciones con otros materiales, los NPA son más fácilmente reciclables (quizá esta sea su principal ventaja competitiva desde un punto de vista estratégico).

La literatura comercial y científica sobre NPA de tipo laminar destaca una serie de ventajas respecto a los polímeros sin carga de arcilla, entre las que se cuentan las siguientes:

- Aumento en la resistencia a esfuerzos y en el módulo de elasticidad con cargas de tan sólo el 3-5 % (frente a las cargas convencionales del 20-60% de los agentes de refuerzo tipo el kaolin, silicatos, talco y grafito).
- Se consiguen materiales más ligeros, sin perder la dureza.
- Algunos de estos materiales, como el nylon-clay nanocomposite creado por Toyota, toleran temperaturas muy altas.
- Mejora las propiedades de barrera frente a la humedad, vapores orgánicos, gases como el oxígeno y líquidos. Esta propiedad puede ser de 5 a 15 veces mayor que la del polímero puro y de polímeros cargados que a menudo contienen hasta un 20-30% de material silíceo (mica, talco o carbonato de calcio).
- La forma de las partículas afecta a las propiedades de barrera del plástico. El caso del montmorillonite es una partícula isótropa, con forma aplanada y con gran área superficial frente a su tamaño. Es esta forma la que da las

propiedades de barrera al material mediante un mecanismo realmente complicado.

- Incremento de la estabilidad dimensional con cargas bajas. Se han documentado descensos muy marcados en los valores de coeficiente de expansión térmica lineal.
- El plástico contará con un punto de distorsión por temperatura más elevado.
- Basta con un pequeño porcentaje de montmorillonite para que el plástico aumente su temperatura de deformación.
- Se convierten en materiales más biodegradables.
- Las características de las arcillas ayudan al reciclado.
- El plástico se puede colorear fácilmente debido a su estructura coloidal, la gran área superficial y la amplia gama de tratamientos de la arcilla, que pueden servir como mecanismo de fijación de colorantes en el plástico.
- Ofrecen una nueva aproximación a los materiales ignífugos. Las capacidades ignífugas han sido medidas mediante calorimetría de cono, demostrando un descenso del punto de máxima emisión de calor. También se han documentado descensos en la cantidad de humo y cenizas.
- El poder de retardo de llama se mejora; los ensayos están demostrando que el pico de velocidad de la emisión de calor, que es una medida de la inflamabilidad del material, llega en el caso de un NPA a ser del 60 al 80% más bajo que el de un polímero puro.
- El aspecto de las piezas pintadas mejora notablemente. Debido a la dimensión nanométrica de las partículas de arcilla, el aspecto de la superficie del nanocomposite es menos granulado.
- Se reducen las fuerzas electrostáticas en películas de nanocomposite.
- Habilidad para resistir altas velocidades de impacto.
- Mejora la resistencia a la abrasión.
- Debido al tamaño de los nanoclays, el polímero reforzado permanece transparente ya que el tamaño es más pequeño que la longitud de onda de la luz visible y no cambian las propiedades ópticas del polímero tales como la transparencia, etc.
- Transparencia óptica en comparación con las cargas tradicionales.
- Resistencia química.
- Conductividad eléctrica.

- Gracias al bajo coste y a la facilidad para la producción en masa de los materiales del tipo nanocomposite de polímero y arcilla (NPA), estos se perfilan como soluciones reales en múltiples aplicaciones.

Las extraordinarias propiedades que le confieren al material aseguran un avance significativo en el mundo de los materiales y productos manufacturados, siendo la investigación y la producción de estos materiales de interés para industrias tales como productoras de cerámicas, metalurgia, láminas delgadas, electrónica, materiales magnéticos, dispositivos ópticos, catalizadores, almacenamiento de energía, biomedicina, sector del automóvil, sector del envasado alimentario... En este sentido, toda la investigación que se está desarrollando tiene como hilo fundamental el desarrollar y sintetizar materiales altamente innovadores.

Actualmente casi toda la investigación a nivel internacional de NPA se centra en el estudio de la montmorillonita que tiene forma laminar (especie del grupo mineral de las esmectitas). Precisamente, las empresas más avanzadas en el desarrollo de productos comerciales de NPA emplean láminas de esta arcilla. Aunque actualmente ya existen productos comerciales en el mercado con nanoarcillas de tipo laminar, la bibliografía científica es bastante opaca en cuanto a la I+D de nanocomposites con nanoarcillas de tipo fibrilar como es la sepiolita.

En España está asentada TOLSA, la empresa que posee el mayor yacimiento de sepiolita del mundo. Esta empresa está interesada en colaboraciones con universidades, centros tecnológicos e incluso empresas para el desarrollo de nanocomposites polímero con nanoarcillas de sepiolita. Para esta empresa, la investigación básica debe todavía resolver los problemas técnicos a la hora de la dispersión de las nanoarcillas en la matriz polimérica y estudiar las distintas modificaciones que se pueden realizar a la arcilla para que tenga distintas interacciones dependiendo de la matriz utilizada. De esta manera, se obtendrían distintos materiales con distintas propiedades. Otras empresas reunidas se mostraron interesadas en las propiedades y ventajas que representan estos nuevos materiales respecto a los ya existentes.

Observaciones generales:

Al no haber especialistas en el tema entre los científicos de las mesas D y E esta oportunidad de innovación surge como la expresión de una necesidad por parte de una empresa pero carece de una aportación acerca de los posibles enfoques para alcanzar los objetivos necesarios.

Actualmente ya existen productos comerciales en el mercado que están realizados con nanocomposites polímero-arcilla. La nueva directiva europea (2000/53/CE - 18/9/2000 - Diario Oficial L269 21/10/2000 P. 34-43), relativa a los vehículos fuera de uso, implica el auto-reciclado ecológico del automóvil. Sin duda va a suponer nuevas oportunidades para los materiales plásticos reforzados en el sector del automóvil (i.e. NPA). Efectivamente, está prevista una implantación en Europa para mediados de la próxima década (~ 2015).

DE002.- Métodos para la dispersión de nanoarcillas o nanopartículas en matrices

Descripción:

En los NPA , gracias a que la arcilla cuenta con una gran relación superficie/volumen, nos encontramos con que incluso para cargas muy pequeñas existe una interacción global con la matriz polimérica que podemos calificar como de altamente eficaz; se reduce la movilidad de las cadenas poliméricas, se refuerzan algunas de las propiedades preexistentes en el polímero, y además se le confiere al nanocomposite resultante propiedades adicionales con respecto a las que tenía originalmente el polímero. El resultado es que se obtienen nanocomposites con propiedades físicas y mecánicas notables. Además, a igualdad de prestaciones con otros materiales los NPA son más fáciles de reciclar (quizá esta sea su principal ventaja competitiva desde un punto de vista estratégico).

El interés por parte del sector empresarial es encontrar distintas tecnologías que solucionen los problemas actualmente existentes a la hora de dispersar homogéneamente nanopartículas en distintas matrices, especialmente las poliméricas.

La clave para obtener una eficiencia óptima en un nanocomposite de polímero con nanocargas es conseguir la compatibilidad de las nanocargas y las matrices, maximizar la dispersión de las nanopartículas en el polímero, lograr una reproducibilidad del proceso, una uniformidad dimensional y, gracias a todo ello, se potenciarán al máximo las propiedades del compuesto.

Es importante la modificación de la arcilla superficialmente para distintas interacciones con la matriz que nos lleve a la obtención de materiales para distintas aplicaciones comerciales.

Las arcillas naturales tienen variables físicas y químicas características (pureza, composición, reproducibilidad, etc.) algunas de las cuales (como los iones de superficie) las hacen difíciles de controlar. En aplicaciones como la carga de polímeros con arcillas es necesario que todos estos parámetros estén controlados si queremos conseguir una buena delaminación y dispersión de las nanopartículas en los materiales. Algunos métodos se basan en pretratamientos orgánicos para poder modificar las propiedades superficiales de las nanopartículas de arcilla que faciliten su dispersión por la matriz, etc. Sin embargo, estos pretratamientos añaden un coste adicional a las arcillas y, para productos destinados a un mercado masivo, han de ser tenidos en cuenta. Por ejemplo, para conseguir una buena dispersión hay que investigar y desarrollar métodos que permitan la interacción máxima del surfactante-arcilla con el polímero. Por ello, uno de los requisitos para crear con éxito un nanocomposite polímero-arcilla consiste en alterar la polaridad de la arcilla para hacerla organofílica. Es precisamente en este terreno en el que se llevan a cabo la mayor parte de las investigaciones, para conseguir materiales con distintas aplicaciones.

Hasta ahora y tal como hemos explicado en la ficha de oportunidad DE001 todos los avances científicos e interés comercial se centran en nanocargas de arcillas de tipo laminar. Una de las empresas de la mesa estuvo interesada en nuevos métodos de dispersión por ser proveedora de arcillas sepiolita (tipo fibilar) que pueden ser utilizadas como nanocargas en el polímero. El resto de las empresas mostraron su interés como potenciales consumidoras de materiales realizados con nanoarcillas dispersas en matrices poliméricas.

Las empresas reunidas coincidieron en que hay que conseguir nuevos materiales donde el proceso de inversión sea bajo y que sobre todo que no cambien significativamente los procesos actuales de producción.

Observaciones generales:

Al no haber especialistas en el tema entre los científicos de las mesas D y E, esta oportunidad de innovación surge como la expresión de una necesidad por parte de una empresa pero carece de una aportación acerca de los posibles enfoques para alcanzar los objetivos necesarios.

DE003.- Nanocomposites de polímeros funcionales

Descripción:

Podemos considerar a un nanocomposite como aquel material constituido por una matriz que contiene una o más fases de elementos nanométricos dispersos en su interior (nanopartículas, nanofibras, nanoláminas, etc.).

Las extraordinarias propiedades que le confieren al material aseguran un avance significativo en el mundo de los materiales y productos manufacturados, siendo la investigación y la producción de estos materiales de interés para industrias tales como productoras de cerámicas, metalurgia, láminas delgadas, electrónica, materiales magnéticos, dispositivos ópticos, catalizadores, almacenamiento de energía, biomedicina, sector del automóvil, sector del envasado alimentario... En este sentido toda la investigación que se está desarrollando tiene como hilo fundamental el desarrollar y sintetizar materiales altamente innovadores.

La demanda por parte de la industria de materiales con prestaciones superiores a las de los polímeros u otros materiales, hace necesario optimizar sus propiedades sin una pérdida sustancial de las ventajas competitivas y funcionales asociadas a materiales convencionales. Debido a la versatilidad que presentan los materiales nanoestructurados, estos se han manifestado como los sustitutos ideales para muchas de las aplicaciones típicas de los polímeros y de otros materiales.

El desarrollo de nanocomposites de polímero con distintas cargas nanométricas puede afrontarse con un cierto número de grados de libertad que nos permiten modificar sus propiedades en función de la aplicación que se les quiera dar. Entre los parámetros ajustables y que son objeto de investigación se encuentran los siguientes:

- Clase de nanocarga.
- Elección del pretratamiento de nanocarga (compatibilidad de la nanocarga con la matriz).
- Selección del polímero o matriz polimérica (host polymer).
- Óptima delaminación y dispersión de las nanopartículas en los materiales.

A lo largo de la reunión varias empresas mostraron su interés en las aplicaciones que podrían derivarse:

- Tecnología importante para impresión digital: fabricación de tóner, impresoras láser.
- Materiales retardantes de llama: material ignífugo, cables.
- Materiales para el sector del automóvil.
- Envases para la protección de alimentos, dispositivos, etc.

Observaciones generales:

Al no haber especialistas en el tema entre los científicos de las mesas D y E, esta oportunidad de innovación surge como la expresión de una necesidad y de interés por parte de las empresas pero carece de una aportación acerca de los posibles enfoques para alcanzar los objetivos necesarios.

DE004.- Nanocomposites de resinas y nanopigmentos para la construcción de carreteras

Descripción:

Por parte del sector empresarial, estarían interesados en las nuevas propiedades que los nanopigmentos pueden conferir a los nuevos materiales. Actualmente se utilizan resinas naturales de precios moderados y los pigmentos son comprados en estado sólido o en emulsión.

Las empresas requieren materiales con gran estabilidad, que no se degraden al sol, que los nanopigmentos estén dispersos de manera homogénea en toda la tinta, con posible aplicación a betunes, etc.

Mientras que los pigmentos inorgánicos presentan gran estabilidad al sol, los pigmentos orgánicos se degradan fácilmente en la intemperie. Existen

actualmente problemas con los pigmentos utilizados para obtener tinturas rojas, ya que muchas veces éstas reaccionan con el hormigón cambiando su tonalidad hacia el rosa. Actualmente hay líneas de investigación sobre pigmentos o colorantes orgánicos depositados sobre arcillas y otros tipos de soportes para poder conseguir que no se degraden. Otra de las posibles vías es la posibilidad de encapsular nanopigmentos en polímeros con el fin de que no tiendan a agregarse. (Ficha de oportunidad DE006).

Las empresas reunidas coincidieron en que hay que conseguir nuevos materiales donde el proceso de inversión sea bajo y que sobre todo que no se cambie significativamente los procesos actuales de producción.

Observaciones generales:

Al no haber especialistas en el tema entre los científicos de las mesas D y E, esta oportunidad de innovación surge como la expresión de una necesidad y de interés por parte de las empresas pero carece de una aportación acerca de los posibles enfoques para alcanzar los objetivos necesarios.

DE005.- Impresión digital a color mediante inyección de tinta

(esta oportunidad se encuentra interrelacionada con las oportunidades DE006 y DE007)

Descripción:

El reciente auge de la fotografía digital y el fuerte avance experimentado por la técnicas de impresión en color, tanto a nivel industrial como a nivel de usuario, ha provocado la aparición de nuevas necesidades y requerimientos en todos los componentes que intervienen en el proceso y, particularmente, en las tintas y las partes mecánicas que la aplican y la almacenan, es decir, en los inyectores y cartuchos. El interés por aumentar la resolución de impresión, la durabilidad de las copias, la calidad de los colores, la fiabilidad de las impresoras, es decir, por mejorar las prestaciones en el campo de la impresión digital, requiere de nuevos avances científicos y tecnológicos. En este sentido, las empresas de las mesas D y E describieron varias necesidades concretas e interrelacionadas que se han reflejado en las oportunidades de innovación DE005, DE006 y DE007.

Las tintas ideales han de ser duraderas, estables, inertes, tener buenas propiedades ópticas (colores brillantes e intensos) y ser capaces de tener dos estados de propiedades bien diferenciadas, a saber, uno de baja viscosidad antes de ser inyectadas y otro de muy alta viscosidad después de su deposición en el medio de impresión. Además el cambio de un estado a otro ha de producirse rápidamente y, a ser posible, sin la intervención de agentes externos.

El uso de nanopigmentos es una buena aproximación para conseguir las características deseadas. La disminución del tamaño de los pigmentos hasta

los nanómetros permitirá a las partículas de la tinta fluir a través de los poros de las películas que recubren actualmente el papel fotográfico para dotarlo de un acabado brillante, impregnando el papel y produciendo colores brillantes e intensos. Actualmente, los pigmentos empleados son demasiado grandes dificultando la impregnación de los papeles recubiertos con una película brillante y produciendo colores menos vivos.

El uso de pigmentos más pequeños también permitirá utilizar canales más estrechos en los inyectores de tinta, dando lugar a la producción e inyección de gotas menores, con el consabido ahorro de tinta e incremento de la resolución.

La funcionalización de los nanopigmentos mediante recubrimientos u otros métodos, podría aportar beneficios en los campos de la estabilidad, la viscosidad y la durabilidad de las tintas, siendo imprescindible que dicha funcionalización no produjese un aumento notable en el tamaño de los pigmentos empleados en las tintas. Ideales resultarían los nanopigmentos completamente inertes. Estos no se agregarían entre sí, no reaccionarían con las paredes de su continente, de los inyectores o con la atmósfera después de ser inyectados, aumentando así su estabilidad y durabilidad.

Para alcanzar los objetivos deseados, no es suficiente con desarrollar pigmentos de tamaño nanométrico. Si bien la disminución del tamaño de los pigmentos aportaría por sí sola grandes beneficios, existen otra serie de restricciones para su uso, como son el hecho de que se necesita que la tinta mantenga su composición (concentración de pigmentos) mientras está almacenada (que los pigmentos no se agreguen ni se precipiten, depositándose en el fondo del continente), que no pierda sus propiedades ópticas una vez eyectada, etc.

Uno de los mayores problemas que se deben afrontar a la hora de diseñar una tinta es el de que ésta ha de tener dos estados: uno de baja viscosidad para fluir con facilidad por los micro/nano canales de los inyectores y otro de muy alta viscosidad después de ser eyectada sobre el medio, para que no se produzca la coalescencia de las gotas impresas. Además, el paso de uno a otro estado ha de producirse con rapidez. No está claro si realmente la nanotecnología puede aportar algo a la solución de este problema o si simplemente se debe tratar este hecho como una limitación a los materiales y aproximaciones seguidas para alcanzar los objetivos deseados.

Actualmente, la mayoría de los pigmentos utilizados son de origen orgánico y sus mayores limitaciones radican en su tamaño y su estabilidad.

En España no existen empresas dedicadas a la producción de pigmentos, si bien en Europa se encuentran algunos de los líderes mundiales del sector. Sin embargo, existe un gran número de empresas españolas interesadas en el problema ya que son usuarios finales de pigmentos. No sólo en el mundo de la impresión, sino en el de la producción de plásticos, pinturas... En el mundo de la construcción también existe un fuerte interés por el tema, aunque sus requerimientos no son tan exigentes. Algunas de las soluciones utilizadas en

cosmética para estabilizar los principios activos podrían adaptarse para usarse en el campo de los nanopigmentos.

Observaciones generales:

Al no haber especialistas en el tema entre los científicos de las mesas D y E, esta oportunidad de innovación surge como la expresión de una necesidad por parte de una empresa dedicada a la impresión digital pero carece de una aportación acerca de los posibles enfoques para alcanzar los objetivos necesarios.

DE006.- Encapsulamiento de nanopigmentos

(esta oportunidad se encuentra interrelacionada con las oportunidades DE005 y DE007)

Descripción:

Una de las principales limitaciones a la hora de utilizar un pigmento en una tinta para impresión digital es la necesidad de que dicha tinta tenga una baja viscosidad para poder fluir por los inyectores con facilidad, pero que al ser eyectada sobre el medio de impresión, su viscosidad aumente rápidamente evitando que se produzca la coalescencia de las gotas impresas (mezcla de colores y pérdida de nitidez).

Actualmente, uno de los sistemas que se utiliza para afrontar este problema es el empleo de disoluciones con cadenas de látex. Dichas cadenas de látex portan los pigmentos, evitando que la viscosidad de la tinta aumente por la interacción de los pigmentos entre sí o con el disolvente. Una vez eyectada la tinta, las cadenas de látex se eliminan mediante calentamiento, permitiendo que se fijen los pigmentos al medio impreso, sin que se produzca la mezcla indeseada de los mismos.

Esta solución presenta dos problemas. La impresión se ha de hacer sobre un medio a una temperatura próxima a los 100°C. Esto, por un lado, limita enormemente los materiales que se pueden emplear como sustratos (algunos plásticos y papeles se derriten o queman a estas temperaturas) o como pigmentos (muchos pigmentos orgánicos se deterioran a estas temperaturas). En segundo lugar, las cadenas de látex suponen un problema a la hora de disminuir el tamaño de los conductos por los que fluye la tinta en el interior del inyector.

El objetivo de esta oportunidad es producir pigmentos encapsulados que mantengan un tamaño nanométrico (para poder aprovechar las ventajas de un tamaño reducido) y que posean un recubrimiento funcional. El recubrimiento debería proporcionar una viscosidad muy baja a la tinta, para que fluya fácilmente por el inyector, y facilitar que dicha viscosidad aumentase rápidamente, al ser eyectada la tinta. Esto podría producirse al entrar en contacto la cápsula

que contiene el pigmento con el aire, por la fuerza del impacto con el medio impreso, etc., pero sería conveniente evitar métodos más agresivos como calentamientos o el empleo de otros agentes químicos.

Aunque los nanopigmentos encapsulados deben cumplir otra serie de requisitos para su utilización en impresión digital (véase la oportunidad DE005), mediante esta oportunidad se pretende, únicamente, resolver el problema del doble estado necesario en las tintas de impresión mediante el uso de nanopigmentos encapsulados.

Observaciones generales:

Al no haber especialistas en el tema entre los científicos de las mesas D y E, esta oportunidad de innovación surge como la expresión de una necesidad por parte de una empresa dedicada a la impresión digital pero carece de una aportación acerca de los posibles enfoques para alcanzar los objetivos necesarios.

Si bien la motivación para el desarrollo de nanopigmentos encapsulados radica en la mejora de las propiedades de las tintas empleadas en impresión digital, la funcionalización de pigmentos por medio de su encapsulamiento es aplicada a otros campos industriales, como por ejemplo, la construcción. En este campo existen actualmente problemas con los pigmentos utilizados para obtener tinturas rojas, por ejemplo, ya que muchas veces éstas reaccionan con el hormigón cambiando su tonalidad hacia el rosa. Una pasivación de los pigmentos mediante su encapsulamiento podría solucionar este problema.

DE007.- Mejora de los materiales empleados en los inyectores/ cartuchos de tinta

(esta oportunidad se encuentra interrelacionada con las oportunidades DE005 y DE006)

Descripción:

El ciclo de vida de las impresoras utilizadas en impresión digital, se ve muchas veces acortado por la degradación de los inyectores y cartuchos de tinta empleados.

A lo largo de los últimos años, con el fin de conseguir cada vez gotas de tinta de menor volumen (ahorro de tinta, incremento de resolución, mejor mezcla de colores) y un mayor control de los fluidos empleados, se ha producido una disminución del tamaño de los conductos por los que fluyen las tintas a través de inyectores y cartuchos. Actualmente el diámetro de dichos conductos es del orden de unas pocas micras. De este modo, una mínima erosión, un arañazo o la deposición de cantidad muy pequeña de los componentes de la tinta sobre las paredes del conducto, pueden alterar enormemente su diámetro, su función y su eficiencia.

Hoy en día estos componentes se fabrican mediante el uso del polímero denominado comercialmente SU8. La nanotecnología se enfrenta en este caso a dos retos diferentes:

- Mejorar la resistencia mecánica de los materiales utilizados en inyectorres y cartuchos. Los esfuerzos a los que están sometidos estos materiales, especialmente en el punto de eyección de la tinta, son muy grandes debida a la alta velocidad de los fluidos durante el proceso de impresión.
- Mejorar la compatibilidad de dichos materiales con los componentes empleados en las tintas, a fin de evitar que se produzca la erosión del material por reacción química (las tintas suelen tener pH muy extremos), la deposición de alguno de los componentes de las tintas sobre las paredes de los conductos, o cualquier otra alteración del diámetro o la forma del conducto.

Existen dos posibles formas de solucionar estos problemas sin modificar enormemente los procesos de producción industrial empleados actualmente para la fabricación de estos componentes. Es decir, para continuar usando el mismo polímero SU8, o uno similar, de forma que no haya que modificar de manera sustancial las máquinas y procesos utilizados para su manipulación, modelado, actualmente.

La primera de ellas, es conseguir mejorar las propiedades de este polímero mediante la inclusión de nanopartículas que mejoren sensiblemente sus propiedades mecánicas. En esta dirección, se apuntó que la inclusión de una pequeña cantidad de nanotubos en un material produce una mejora sustancial de sus propiedades mecánicas, especialmente su dureza.

La segunda solución es recubrir las paredes de los conductos mediante una capa, de espesor nanométrico, de algún material de forma que, por un lado, incrementase la resistencia a la erosión de las paredes y, por otro, evitase la interacción entre dichas paredes con los componentes de las tintas, todo ello sin alterar sustancialmente la forma y diámetro de los conductos recubiertos.

Si bien esta oportunidad de innovación se refiere a un problema muy concreto destinado a mejorar las propiedades y funcionalidades de una gama de productos ya existentes en el mercado, los retos que se deben vencer para alcanzar los objetivos propuestos no se encuentran presentes únicamente en el mundo de la impresión digital, sino que son comunes a todas aquellas aplicaciones y tecnologías que luchan con la micro/nanofluídica (bioquímica, medicina, sensores, ...).

Observaciones generales:

Al no haber especialistas en el tema entre los científicos de las mesas D y E, esta oportunidad de innovación surge como la expresión de una necesidad por parte de una empresa dedicada a la impresión digital pero carece de una aportación acerca de los posibles enfoques para alcanzar los objetivos necesarios.

Al igual que sucedía con la oportunidad DE006, se expone como algo muy concreto pero las tecnologías desarrolladas en esta oportunidad podrían aplicarse en los diversos campos de la micro/nanofluídica.

DE008.- Partículas magnéticas para pantallas por reflexión

Descripción:

Existe un gran interés en el desarrollo de nuevos tipos de pantallas que entre sus cualidades tengan un menor consumo de energía, no sean rígidas, tengan una mayor flexibilidad, no emitan luz sino que funcionen por reflexión y un largo etcétera.

Uno de estos nuevos tipos de pantalla son las denominadas pantallas reflexivas, es decir, pantallas que no producen emisión de luz, sino que para su visualización es necesaria que una luz incida sobre su superficie reflejándose en ella. Entre las ventajas directas de este tipo de pantallas se cuenta el ahorro de energía, ya que su consumo sería muy inferior al de las pantallas emisoras de luz, y un menor cansancio para la vista.

Además, la tecnología de este tipo de pantallas (formadas por nanoesferas) es muy similar a la que permitiría desarrollar pantallas flexibles, por lo que las tecnologías desarrolladas para una aplicación se podrían adaptar para la otra y viceversa.

El objetivo de esta oportunidad es el desarrollo de una distribución superficial ordenada de nanopartículas magnéticas orientadas en la misma dirección. Cada una de estas nanoesferas resultaría ser un píxel de la imagen. Además, en la situación ideal, las nanoesferas magnéticas deben conservar su orientación sin necesidad de aplicar ningún campo magnético, es decir, con un coste energético nulo, y debe ser posible invertir dicha orientación mediante la aplicación de un campo magnético lo más pequeño posible, es decir, con un coste energético mínimo.

Para el desarrollo de pantallas en blanco y negro es preciso que las nanopartículas magnéticas se puedan orientar de dos formas distintas, de manera que en una de estas orientaciones mostrasen una cara negra y en la otra una blanca. Las nanoesferas de magnetita o de óxido de Ti son buenas candidatas para el desarrollo de este tipo de pantallas, ya que son partículas negras y bastaría "únicamente" con pintar de blanco una de sus mitades. De esta forma, en su situación de reposo, se encontrarían todas depositadas ordenadamente sobre una superficie mostrando, por ejemplo, su cara blanca y, mediante la aplicación de un pequeño campo magnético por medio de una micro/nano bobina, se podría invertir la orientación de cada una de ellas, individualmente, para que mostrasen su cara negra.

El tamaño de dichas nanopartículas debe ser inferior a las 10 micras para obtener una resolución satisfactoria.

Una aplicación a más largo plazo y mucho más ambiciosa es el desarrollo de pantallas reflexivas en color. Para obtener la funcionalidad del color en este

tipo de pantallas se puede optar por dos soluciones. La primera de ellas pasa por la obtención de nanopartículas magnéticas con varias caras, cada una de un color distinto (generalmente los colores fundamentales verde, azul y rojo para obtener los demás por mezcla de los colores de píxeles adyacentes). Dichas nanopartículas deberían poder orientarse para mostrar cada una de sus diferentes caras, lo que implica disponer de más de una micro/nano bobina.

La segunda aproximación al problema del color es el colocar tres nanoesferas magnéticas, una roja, otra azul y otra verde, por un lado, y negras por el otro, dónde antes se posicionaba una única nanoesfera blanca y negra. De esta forma, el color de un punto se conseguiría combinando las orientaciones, es decir, los colores de las tres nanoesferas (cada una con sólo dos orientaciones posibles). Si bien es cierto que esta aproximación no ha de enfrentarse a la complicación del hecho de tener que obtener nanopartículas con varias caras de distintos colores y tener que orientarlas de distintas formas, exige colocar, donde antes se tenía una partícula y una micro/nano bobina, tres de ellas con el fin de mantener la misma resolución.

Aunque esta oportunidad se centra en el desarrollo de nanopartículas magnéticas bicolors orientables, la aplicación que se plantea en el título "Pantallas Reflexivas", requerirá para su desarrollo la innovación en otros campos como el de los conectores eléctricos nanométricos, las micro/nanobobinas, las técnicas de deposición para conseguir una estructura ordenada, ...

En este caso se trata de una oportunidad de innovación, en la que si bien el aspecto empresarial de la misma correría a cargo de multinacionales afincadas en España o en Europa, en el desarrollo científico-tecnológico español se encuentra en una posición muy aventajada, ya que nos encontramos entre las primeras potencias mundiales en el campo del magnetismo y la Nanotecnología en magnetismo, con una fuerte tradición y varios centros de reconocido prestigio en el campo.

Observaciones generales:

Esta oportunidad de innovación surge como la expresión de una necesidad por parte de una empresa dedicada a la fabricación de pantallas para aplicaciones portátiles (móviles, PDAs...). En este caso, debido a la gran tradición española en el campo del magnetismo, se trata de una buena oportunidad de innovación, real y en la que los investigadores españoles pueden participar con grandes posibilidades de éxito.

DE009.- Nanopartículas magnéticas para el desarrollo de tóner en color

Descripción:

Hoy en día la tecnología para la impresión láser en blanco y negro se encuentra completamente evolucionada, concentrándose todos los esfuerzos en el desarrollo de tecnologías de impresión láser a color con igual calidad, fiabilidad y coste.

Uno de los escollos para la consecución de estos objetivos es que el tóner negro que se utiliza hoy en día en la mayoría de las impresoras láser está basado en composites poliméricos que contienen partículas que aportan las propiedades magnéticas y eléctricas necesarias. En el caso de los tóneres magnéticos, estas partículas son, generalmente, de magnetita, por ser las que proporcionan los mejores resultados. Desgraciadamente, dichas partículas son de color negro por lo que su aplicación a la fabricación de tóner de color es imposible ya que, añadidas en las cantidades necesarias, afectan sensiblemente al color del tóner proporcionado por los pigmentos.

El objetivo de esta oportunidad es el desarrollo de nanopartículas magnéticas para su aplicación en la fabricación de tóner de color. Estas nanopartículas han de proporcionar al tóner de color propiedades similares a las que se consiguen hoy en día con la magnetita en el tóner negro y, a ser posible, con un coste similar.

Al igual que ocurre con las tintas empleadas en la impresión digital por inyección de tinta, el tóner debe presentar dos estados con propiedades y comportamientos bien diferenciados, uno previo a la impresión y otro posterior. Antes de su impresión, el tóner ha de ser poco adherente y debe transferirse con facilidad, mientras que tras la impresión, las cualidades más importantes son su dureza y durabilidad.

Por lo tanto, las partículas magnéticas empleadas para la fabricación de tóner en color deben, además de proporcionar las propiedades magnéticas y eléctricas adecuadas, no alterar el color y no alterar el resto de propiedades pre e post impresión de los composites poliméricos utilizados.

Para no alterar el color del tóner se propusieron varias soluciones a lo largo de la sesión de la mesa DE, como la utilización de nanopartículas magnéticas en lugar de partículas de magnetita. Se ha comprobado en otras aplicaciones con composites poliméricos que una reducción del tamaño de las partículas agregadas disminuye la cantidad que es necesario emplear para obtener las mismas propiedades. De esta forma, mediante el empleo de nanopartículas magnéticas lo suficientemente pequeñas, se podrían conseguir las propiedades magnéticas deseadas empleando cantidades mínimas, que no afectasen al color, incluso empleándose nanopartículas de magnetita.

La segunda aproximación sería emplear nanopartículas de materiales, menos efectivos, pero que no afectasen al color del tóner, bien por ser incoloras, bien por poder disponer de partículas magnéticas de varios colores distintos, y diferentes al negro. Con dichas nanopartículas se podrían añadir cantidades lo suficientemente grandes para conseguir las propiedades magnéticas deseadas, sin afectar al color.

Una mejora de los tóneres de color actuales, mediante el uso de partículas más efectivas y baratas acarrearía un importante abaratamiento de los costes de producción del propio tóner, por un lado, y de las impresoras que podrían emplear las tecnologías reimpresión en blanco y negro, por otro.

De nuevo se trata de una oportunidad de innovación, en la que si bien el aspecto empresarial de la misma correría a cargo de multinacionales afincadas en España o en Europa, en el desarrollo científico-tecnológico español se encuentra en una posición muy aventajada.

ANEXO:
LISTA DE INSTITUCIONES Y
PARTICIPANTES

INSTITUCIONES ORGANIZADORAS

Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología



Parque Científico de Madrid



Parc Científic de Barcelona



ENTIDADES COLABORADORAS

Fundación Phantoms



Círculo de Innovación en Microsistemas y Nanotecnología - CINM (Madri+d)



Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA)



Centro Investigación Sociedad del Conocimiento - CIC



COMITÉ DE HONOR

Arturo García Arroyo

Director General
Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología

Eduardo Bueno

Codirector
Parque Científico de Madrid

Màrius Rubiralta

Director
Parc Científic de Barcelona

COMITÉ EJECUTIVO

Dirección General

Bonifacio Vega García
Parque Científico de Madrid

Dirección Científica

Josep Samitier
Parc Científic de Barcelona

Organización

Pastora Martínez Samper
Parque Científico de Madrid

Relaciones Institucionales

José Manuel Báez
Fundación Española para la Ciencia y Tecnología

Comunicación

Joan Bellavista
Parc Científic de Barcelona

Secretaría y Logística

José Luís Roldán
Fundación Phamtons

COORDINADORES SESIONES

Sesión Aeroespacial y Defensa

Héctor Guerrero
Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

Sesión Biomedicina y Farmacología

Josep Samitier
Parc Científic de Barcelona

Sesión Industria Energética

Javier Sánchez
Carburos Metálicos - MATGAS 2000

Sesión Electrónica y Materiales

Rodolfo Miranda
Instituto de Materiales "Nicolás Cabrera" (UAM)

RELATORES

Sesión Aeroespacial y Defensa

Remo Tamayo
Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

Sesión Biomedicina y Farmacología

François Devesa
Parc Científic de Barcelona

Sesión Industria Energética

Esteve Juanola
Universitat de Barcelona - Centre d'Enginyeria de Microsistemes per a Instrumentació i Control (CEMIC)

Sesión Electrónica, Informática y Telecomunicaciones

Jaime Sánchez
Fundación para el Conocimiento Madrid+d

Sesión Productos Químicos y Materiales Avanzados

Susana Martín
Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

INFORMES SECTORIALES PREVIOS (Consultar CD adjunto)

Coordinación

Antonio Correia
Fundación Phantoms

Informe Sector Aeroespacial y Defensa

Héctor Guerrero, Susana Martín, María Luisa Cosme, Remo Tamayo
Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

Informe Sector Biomedicina y Farmacología

Elena Martínez, Josep Samitier
Parc Científic de Barcelona

Informe Sector Industria Energética

Miguel Bengoechea, Iratxe de Meatza, Ione Cendoya, Francisco Alcaide, Óscar Miguel, David Mecerreyes, Estibalitz Ochoteco, José A. Pomposo
Centro de Tecnologías Electroquímicas (CIDETEC)

Informe Sector Nanoelectrónica

José Luís Costa Krämer
Instituto de Microelectrónica de Madrid (CNM-CSIC)

Informe Sector Nanomateriales

Juan José Sáenz
Universidad Autónoma de Madrid

GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

Coordinación

Carlos Merino

Centro de Investigación sobre la Sociedad del Conocimiento - UAM

Dirección Técnica

Reinaldo Plá

Centro de Investigación sobre la Sociedad del Conocimiento - UAM

Programación

Otto Schmilinsky

Centro de Investigación sobre la Sociedad del Conocimiento - UAM

LISTADO DE ASISTENTES

CENTROS DE I+D

Centro de Investigación Tecnológica en Electroquímica

Ione Cendoya

Consejo Superior de Investigaciones Científicas

Carmen N. Afonso

Instituto de Óptica

Francisco Alonso

Oficina de Transferencia de Tecnología

Vicente Cortés

Instituto de Catálisis y Petroquímica

Marisa Dotor

Instituto de Microelectrónica de Madrid

Ramón Eritja Casadellá

Instituto de Biología Molecular de Barcelona

M^a Teresa Martínez

Instituto de Carboquímica

José Millán Gómez

Instituto de Microelectrónica de Barcelona

Xavier Obradors

Instituto de Ciencias de Materiales de Barcelona

Fernando Palacio

Instituto de Ciencias de Materiales de Aragón

Agustín Rodríguez

Instituto de Ciencias de Materiales de Sevilla

Ricardo Santamaría

Instituto Nacional Carbón

Manuel Vázquez

Instituto de Ciencias de Materiales de Madrid

Jaume Veciana

Instituto de Ciencias de Materiales de Barcelona

Institut Català d'Investigació Química

Antonio Echavarren

Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial

José M^a Pintado

Departamento de Materiales y Estructuras

Universidad Autónoma de Madrid

Juan José Sáenz

Departamento de Física de la Materia Condensada

Sebastián Vieira

Departamento de Física de la Materia Condensada

Universidad de Barcelona

Ernest Giralt

Departamento de Química Orgánica

Amílcar Labarta

Departamento de Física Fundamental

Joan R. Morante

Departamento de Electrónica

Universidad Complutense de Madrid

Antonio Hernando

Instituto de Magnetismo Aplicado

Nazario Martín León

Departamento de Química Orgánica

Universidad Politécnica de Madrid

Claudio Aroca Instituto de Sistemas Optoelectrónicos y
Microtecnología (ISOM) - ETSI Telecomunicaciones

Fernando Calle Instituto de Sistemas Optoelectrónicos y
Microtecnología (ISOM) - ETSI Telecomunicaciones

Universidad de Santiago de Compostela

María José Alonso Facultad de Farmacia

Universidad de Zaragoza

Manuel Ibarra Instituto de Física de la Materia Condensada

EMPRESAS

Advancell, S.L.

Lluís Ruiz Ávila

EADS-CASA/Aviones de Transporte Militar

César Puentes

CARBUROS METÁLICOS

Javier Sánchez

GAMESA

Rafael Pax

Mauro Villanueva

Grupo Antolín

Francisco Javier Martínez Moral

Hewlett-Packard

Ramón Borrel

Indra

José Pascual Ruiz

Industrias y Confecciones (INDUYCO)

Pedro Rubio Roy

Integromics, S.L.

Vicente Rodríguez

ISOFOTON

Jesús Alonso Reviejo

NTE

Pau Planas

PHARMAMAR

Pilar Calvo

PROBISA

José Peña Ruiz

RAMEM

Miguel Sánchez

SENSIA

Pedro Banda

SHS Technologies

Soraya Centeno

TOLSA

Antonio Álvarez

Julio Santarén Romé

TUDOR

M^a Luisa Soria

INSTITUCIONES y ASOCIACIONES

AFARMADE - Asociación de Fabricantes de Material de Defensa

Félix Alonso-Majagranzas

ATECMA - Asociación Técnica Española de Constructores de Material Aeroespacial

Vicente Hernández

Barcelona Aeronáutica y del Espacio (BAIE)

Juan Lecue Yuste

Cámara de Comercio de Madrid

Javier Méndez

Fundación General Universidad Autónoma de Madrid

Paloma Mallorquín

Antonio Verde

Fundación Phantoms

Antonio Correia

Ministerio de Defensa

Jorge Sánchez





MINISTERIO
DE EDUCACIÓN
Y CIENCIA



FECYT
FUNDACIÓN ESPAÑOLA CIENCIA Y TECNOLOGÍA

www.fecyt.es