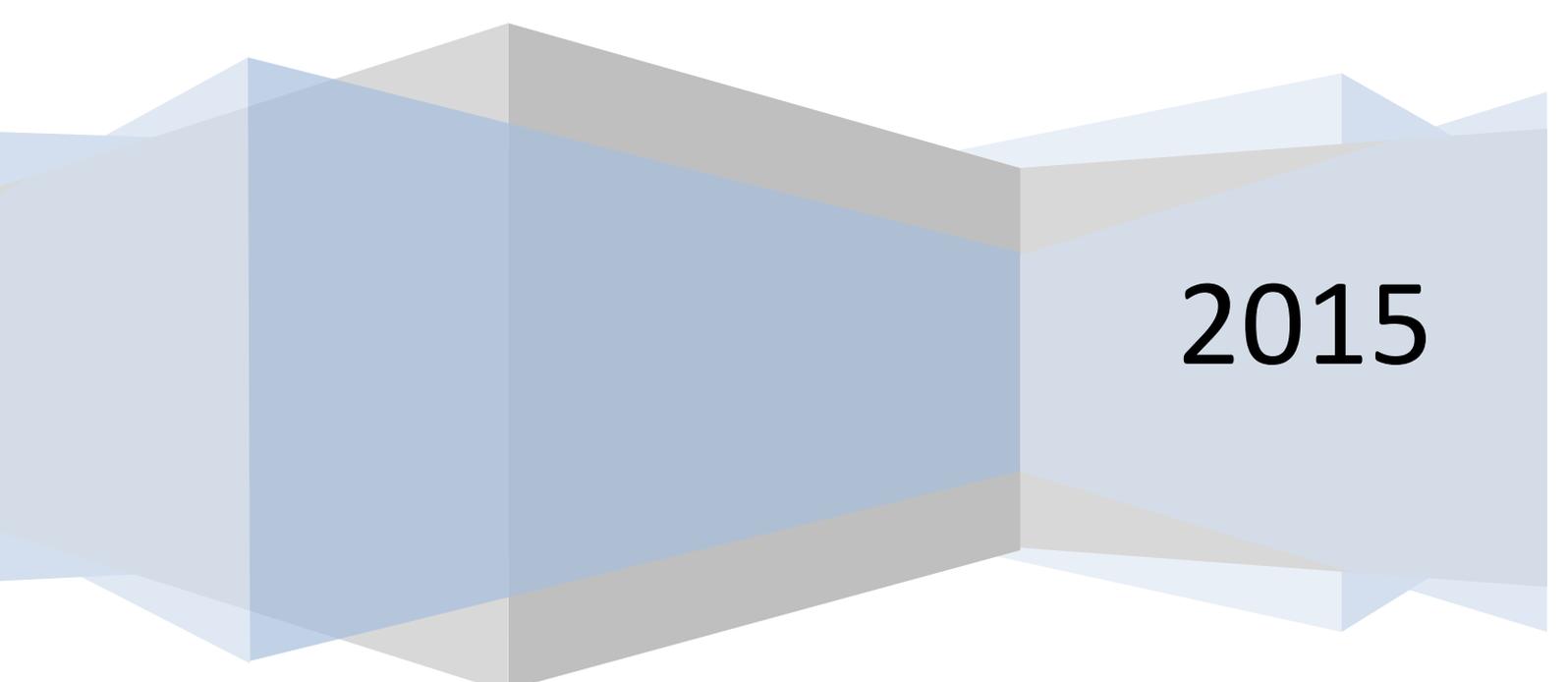


Proyecto Final de Carrera

Análisis del Sector Nanotecnológico en España

Juan Ortí Lladró 44526750-S

Juan Ortí Lladró



2015

Índice

1.INTRODUCCIÓN.....	4
1.1.- Resumen.....	4
1.2.- Objeto del TFC y asignaturas relacionadas.....	6
1.3.- Objetivos.....	8
2. HISTORIA Y SITUACIÓN ACTUAL.....	9
2.1.- Historia de la Nanotecnología.....	9
2.2.- Situación actual de la Nanotecnología.....	11
3. TEORÍA DE ESTRATEGIAS.	13
3.1. Modelo de las 5 fuerzas de Porter.....	13
3.2. Cadena de valor.....	16
3.3. Benchmarking.	18
3.4. DAFO.	20
4. CIENCIAS SOBRE LAS QUE APLICA LA NANOTECNOLOGÍA.....	22
4.1. Química (Molecular y computacional).....	22
4.2. Bioquímica.....	24
4.3. Biología molecular.....	25
4.4. Física.....	26
4.5. Electrónica.....	27
4.6. Informática.....	30
4.7. Matemáticas.....	32
4.8. Medicina.....	33

5. NANOTECNOLOGÍA EN ESPAÑA.....	37
5.1. Energía.....	40
5.2. Microscopías de Campo Cercano.....	41
5.3. Nanobiología y Nanomedicina.....	43
5.4. Nanoelectrónica y Electrónica Molecular.....	44
5.5. Nanomateriales.....	46
5.6. Nanometrología.....	48
5.7. Nanoóptica y Nanofotónica.....	49
5.8. Nanotubos de Carbono.....	50
5.9. Nanoquímica.....	51
5.10. Teoría, Modelado y Simulación en Nanociencia.....	52
6. CONCLUSIONES	53
Bibliografía.....	55
Anexos.....	57

Índice de figuras

Figura Nº	Páginas:
Figura 1: Evolución “top-down” vs “bottom-up”	11
Figura 2: Modelo de las 5 Fuerzas de Porter	13
Figura 3: Cadena de valor de Michael Porter	16
Figura 4: Análisis DAFO	20
Figura 5: Microprocesador	29
Figura 6: Evolución Financiación N&N en España 2004-2009	37
Figura 7: Porcentaje de artículos de SPM en Europa	41
Figura 8: Número de compañías N&N creadas por año	56
Figura 9: Número de compañías creadas por Com. Autónoma	57
Figura 10: Número de Compañías por Tipo de Investigaciones	58

1. INTRODUCCIÓN

Resumen

El sector nanotecnológico de momento no es nada significativo en nuestro PIB, pero ha ido creciendo paulatinamente desde su introducción en España. Estamos por debajo del gasto en I+D+i de los países desarrollados, en especial tras estos años de crisis; pero es un sector con múltiples posibilidades y que a la larga va a tener mucha importancia.

Esperemos que con el tiempo mejoremos en este aspecto, ya que representa una importante ventaja competitiva a nivel industrial sobre todo.

Estas compañías son, y deben estar, a la vanguardia de las últimas tecnologías, de los nuevos descubrimientos y patentes. De hecho, la mayor parte de su presupuesto se suele destinar a I+D+i (Investigación, Desarrollo e Innovación).

Están directamente relacionadas con universidades (como la nuestra) realizando convenios y proyectos conjuntos. Del mismo modo, las universidades son las que les proveen de ingenieros plenamente cualificados para que cubran sus puestos de trabajo. Básicamente, son de las pocas empresas en las que se están creando nuevos puestos de trabajo, o que al menos, están expandiéndose en esta época tan complicada.

Pero ¿qué es la nanotecnología?

La palabra “Nanotecnología” se utiliza principalmente en para técnicas y ciencias que tienen sus aplicaciones a escala nanométrica, medidas minúsculas, donde se puede manipular y trabajar las moléculas y sus átomos. Gracias a ello, podríamos producir materiales y máquinas reordenando átomos y moléculas.

No obstante, la nanotecnología está directa y estrechamente relacionada con la **nanociencia**, así que he creído conveniente (y leyendo en diversas fuentes) utilizar una definición compartida de ambas:

La nanociencia consiste en estudiar el fenómeno y los posibles usos de la materia a nanoescala (0'1 a 100 nanómetros); por otro lado, la nanotecnología se define como el estudio, diseño, caracterización, producción y aplicación de estructuras, dispositivos y sistemas a través del control del tamaño y la forma a escala nanométrica.

Desde su descubrimiento, se ha comprobado las sorprendentes propiedades físicas y químicas que sufren los materiales manipulados a nanoescala, son fenómenos que no se había visto hasta ahora. De esta forma, los investigadores están utilizando la nanotecnología

buscando producir materiales más baratos y eficientes, que no se había producido hasta ahora y con propiedades muy diferentes a las convencionales.

Dicho esto, ¿dónde aplica o podría aplicar la nanotecnología?

- Energías alternativas, energía a través de hidrógeno, pilas (células) de combustible, dispositivos de ahorro energético.
- Administración de medicamentos, especialmente para combatir el cáncer y otras enfermedades.
- Computación cuántica, semiconductores, nuevos chips.
- Seguridad. Microsensores de altas prestaciones. Industria militar.
- Aplicaciones industriales muy diversas: tejidos, deportes, materiales, automóviles, cosméticos, pinturas, construcción, envasado de alimentos, pantallas planas...
- Contaminación medioambiental.
- Prestaciones aeroespaciales: nuevos materiales, etc.
- Fabricación molecular.

Estos son sólo unos ejemplos, pero la nanotecnología es un campo nuevo respecto a otras ciencias/técnicas, con infinidad de posibilidades y aplicaciones.

Objeto del TFC

Este Proyecto de Final de Carrera tiene como objeto principal el análisis del sector Nanotecnológico en España y de las empresas que lo componen, sean españolas o tengan sede en España. Estamos en una época muy complicada, pero la nanotecnología sigue avanzando y creciendo año a año; es de los pocos sectores donde la crisis no ha hecho que decrezca su aportación al PIB, es más, sigue creciendo a pesar de ello. Pudiera ser que en un entorno más favorable creciera aún más, pero eso sería especular fuera de lo que compete a este TFC.

Evaluando su situación en el PIB y su evolución hasta ahora, nos permitirá saber cuán importante se puede convertir en el futuro más próximo. Ya que el resto de industrias están la mayoría en decadencia, este sector es un posible foco de inversión de cara al futuro y los mercados así lo empiezan a indicar.

Aunque, por otro lado, se podría decir que este sector no tiene techo a largo plazo; las investigaciones nanotecnológicas siguen obteniendo grandes rendimientos, sacando patentes y minimizando costes, por lo que es difícil predecir el futuro más allá de 4 ó 5 años, sobre todo si se convertirá en una industria relativamente importante en España, o si quedará en un segundo plano. Todo dependerá de la futura inversión que realicemos en ella.

Asignaturas relacionadas con el TFC

Capítulo del TFC: Capítulo 2. “Historia y situación actual”

Asignaturas relacionadas: “Economía I”, “Microeconomía”, “Macroeconomía”, “Introducción a los Sectores Empresariales (ISE)”, “Economía Española y Mundial”, “Economía Española y Regional”.

Breve justificación: Las dos primeras tienen la base teórica para el estudio de qué es una empresa y su incidencia individualmente en el mercado; la Macroeconomía ayuda a explicar las variables que entran en funcionamiento en la economía de todo un país; mientras que las otras describen cómo están distribuidos los distintos sectores empresariales y las economías tanto en la Comunidad Valenciana, como en España y el resto del mundo.

Capítulo del TFC: Capítulo 3. “Teoría de Estrategias”

Asignaturas relacionadas: “Dirección Estratégica y Política de Empresa (DEPE)” y “Economía I”

Breve justificación: Ambas asignaturas son la base teórica para la realización de estrategias a seguir por las empresas de este sector. Sirven para analizar las estructuras de las mismas y poder planificar tanto a corto como a largo plazo.

Capítulo del TFC: Capítulos 4 y 5. “Ciencias sobre las que aplica la Nanotecnología” y “Nanotecnología en España”

Asignaturas relacionadas: Las mencionadas para el capítulo 2, “Contabilidad Financiera” y “Contabilidad General y Analítica”.

Breve justificación: Este apartado tiene las mismas necesidades que el 2º capítulo, las asignaturas de contabilidad. Son necesarias para saber cómo se realizan los estados financieros y cómo estudiarlos, y así poder analizar en profundidad los números de las empresas de este sector.

Capítulo del TFC: Todo el proyecto en general

Asignaturas relacionadas: “Introducción a la Informática”, “Ofimática”, “Inglés I y II”

Breve justificación: Las dos primeras asignaturas me sirven para realizar correctamente el proyecto; trabajando principalmente con MS Word (texto) y MS Excel (Tablas). Las asignaturas de inglés han apoyado mis conocimientos en este idioma, ayudando a la comprensión de la información que he encontrado y que me pueda encontrar (la mayoría de páginas webs están en inglés).

Objetivos

Objetivo nº 1: Introducción a la nanotecnología básica y sus utilidades.

Objetivo nº 2: Breve descripción de la historia de la nanotecnología y análisis de su situación actual.

Objetivo nº 3: Explicación de los posibles tipos de estrategias empresariales, tratando de enfocarlos a lo que serían las empresas de este sector.

Objetivo nº 4: Estudio sobre los distintos tipos de empresas nanotecnológicas, en función de las ciencias sobre las que aplican.

Objetivo nº 5: Análisis del sector nanotecnológico en España, reseñando lo que tenga que ver con la Comunidad Valenciana.

2. HISTORIA Y SITUACIÓN ACTUAL EN ESPAÑA

Historia

Según distintas webs con la misma escala cronológica (por ejemplo www.euroresidentes.com), podríamos decir que todo empezó en los años 40, cuando Von Neuman estudia la posibilidad de crear sistemas que se auto-reproducen como una forma de reducir costes.

Posteriormente, el que se considera “padre de la nanotecnología” y que fue premiado con el Nobel de Física [Richard Feynman](#), a finales de los años 50, formuló la idea de elaborar manufacturas gracias a la reordenación de moléculas y átomos. A la vez, realizó un artículo con un estudio en el que, utilizando átomos individuales, podría conseguir que las computadoras trabajaran más eficientemente, gracias a una mayor velocidad y un gasto mucho menor de electricidad.

A los 15 años (1974) y sin tener por qué relación, Norio Taniguchi publica “On the Basic Concept of ‘Nanotechnology’” (“En el Concepto Básico de ‘Nanotecnología’”). Primera ocasión en la que el término nanotecnología es definido y lo hace de la siguiente manera: “La nano-tecnología consiste principalmente en el procesado, separación, consolidación y deformación de materiales átomo por átomo, molécula por molécula.”

En 1980, Kim Eric Drexler descubrió el innovador discurso de Feynman de 1959 “*Hay mucho espacio en el fondo*” mientras preparaba su primer artículo científico en el tema “Ingeniería Molecular Engineering: Una aproximación al desarrollo de capacidades generales para la manipulación molecular”, publicado en la revista *Proceedings of the National Academy of Sciences* en 1981.

El uso de la palabra “nanotecnología” (el mismo que usó Taniguchi), fue utilizado por Drexler en 1986 cuando salió su libro: “Engines of Creation, the coming era of Nanotechnology”, y lo hizo alternativamente a Taniguchi sin que tuvieran relación. En el libro, se sugería que un “ensamblador” hecho a escala nanométrica, podría producir una copia idéntica de sí mismo, además de otros productos de diferente complicación.

Aunque estos tres científicos podría decirse que son los iniciadores conceptuales de la nanotecnología, paralelamente y más cercanos a la nanotecnología que conocemos hoy en día, se produjeron otros hitos históricos que no tenían por qué estar totalmente relacionados con las investigaciones de los anteriores. Es más, años más tarde se produjo un debate de teorías enfrentadas entre Richard Smalley y Kim Eric Drexler, donde se discutían afirmaciones del segundo, pero no es algo relevante para lo que nos incumbe en este trabajo.

A inicios de los 80, la nanotecnología y la nanociencia recibieron un notable empuje con dos importantes hitos: el inicio de la ciencia de cúmulos (clústeres) y la invención del Microscopio de Efecto Túnel. Estos desarrollos fueron seguidos por el descubrimiento de los “Fullerenos” en 1985, la invención del microscopio de fuerza atómica AFM y la caracterización e identificación estructural de los nanotubos de carbono unos cuantos años después (1991).

En 1993, en la Casa Blanca, se elabora el primer informe sobre nanotecnología; y 4 años más tarde, se crea Zyvex, considerada como la primera empresa dedicada a la nanotecnología.

Bien entrada la década de los 90, la administración Clinton es la primera en realizar una inversión (100 Millones de dólares) directamente en proyectos de Nanotecnología en las universidades de California (U.S. National Nanotechnology Initiative). Un año más tarde se realiza el primer informe sobre la industria nanotecnológica.

A finales del siglo XX y entrando el siglo XXI, se produce una expansión exponencial de la inversión en Nanotecnología y Nanociencia, destacando EEUU, Japón y Europa, y siguiendo, algo más tarde, otros países como Australia, China, Rusia o Corea del Sur.

Situación Actual

La nanotecnología todavía está “en pañales”, y por tanto, queda mucho por hacer y desarrollar. Actualmente existen pequeños componentes nanotecnológicos en algunos bienes de uso habitual, pero lejos aún del objetivo de desarrollo perseguido por los expertos en la materia.

Basándome en el libro “Nanociencia y Nanotecnología en España - Un análisis de la situación presente y de las perspectivas de futuro” de la fundación Phantoms, podemos decir que existen dos paradigmas en cuanto a la fabricación en el ámbito de la nanotecnología: la “top-down” (de arriba a abajo) y la “bottom-up” (de abajo hacia arriba). Además, según las previsiones, con el paso del tiempo se va a cambiar la tendencia. De utilizar especialmente la top-down, se acabará pasando a usar mayoritariamente la bottom-up.

La primera busca reducir de un tamaño grande a uno más pequeño, habitual en las industrias actuales, y la segunda es la novedosa, que trata de crear complejidad a partir de elementos funcionales atómicos y moleculares, aproximándose a un modo de proceder similar al que la vida ha ido perfeccionando en la Tierra durante los últimos tres mil setecientos millones de años.

De momento están desarrollándose las nanotecnologías “top-down”, que se alargarán bastante tiempo; y poco a poco se desarrollarán las “bottom-up” como muestra “Figura-1” a continuación (extraída del mismo libro mencionado anteriormente):

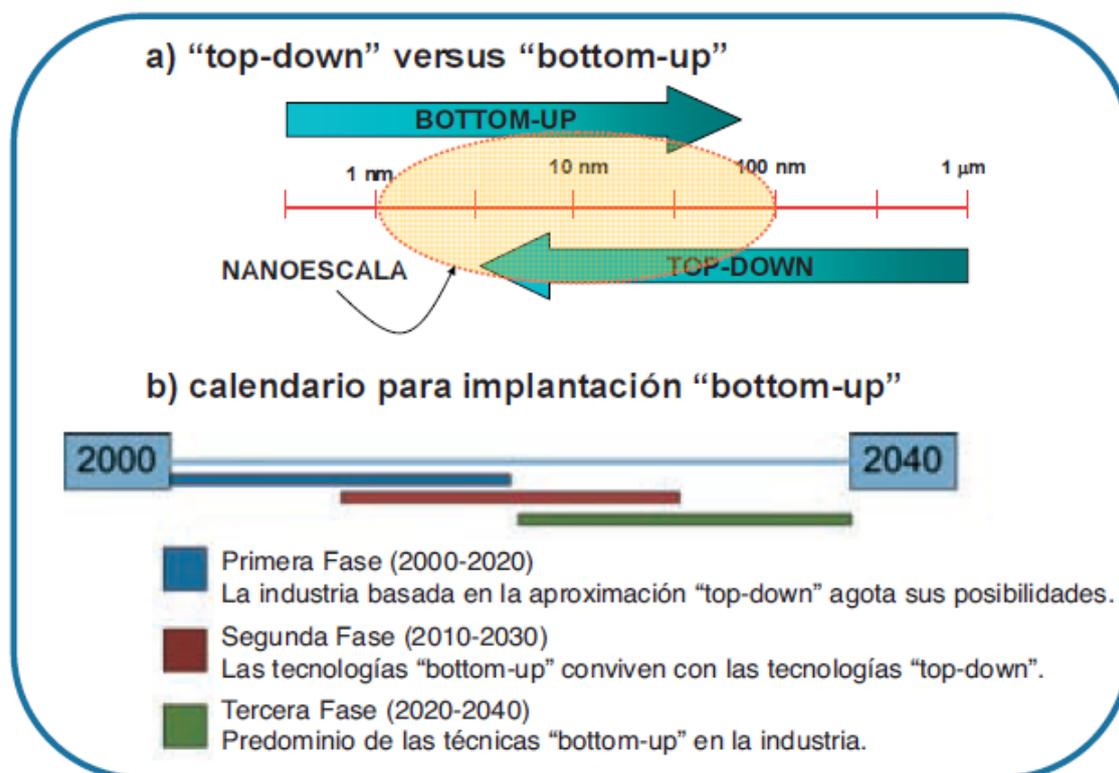


Figura 1: Evolución “top-down” vs “bottom-up”

Se desarrolle de una manera u otra la Nanotecnología, no hay duda que tiene un carácter multidisciplinar extraordinario; va a tener un fuerte impacto en la sociedad, debido a sus múltiples frentes de aplicación.

3. TEORÍA DE ESTRATEGIAS

El modelo de las 5 fuerzas de Porter

Utilizando la información obtenida en www.crecenegocios.com, el “Modelo de las Cinco Fuerzas de Porter” es una herramienta de gestión desarrollada por el profesor, investigador y economista Michael Porter, en 1979, que permite analizar una industria o sector, a través de la identificación y análisis de cinco fuerzas que actúan en ella.

Con ello, se consigue observar, desde el punto de vista de una empresa mirando a su entorno, el grado de competencia imperante en una industria concreta. Además de realizar análisis externos, que servirá para proponer tácticas y mecanismos, de cara a usar a tu favor oportunidades y/o formular medidas para defenderse de posibles amenazas.

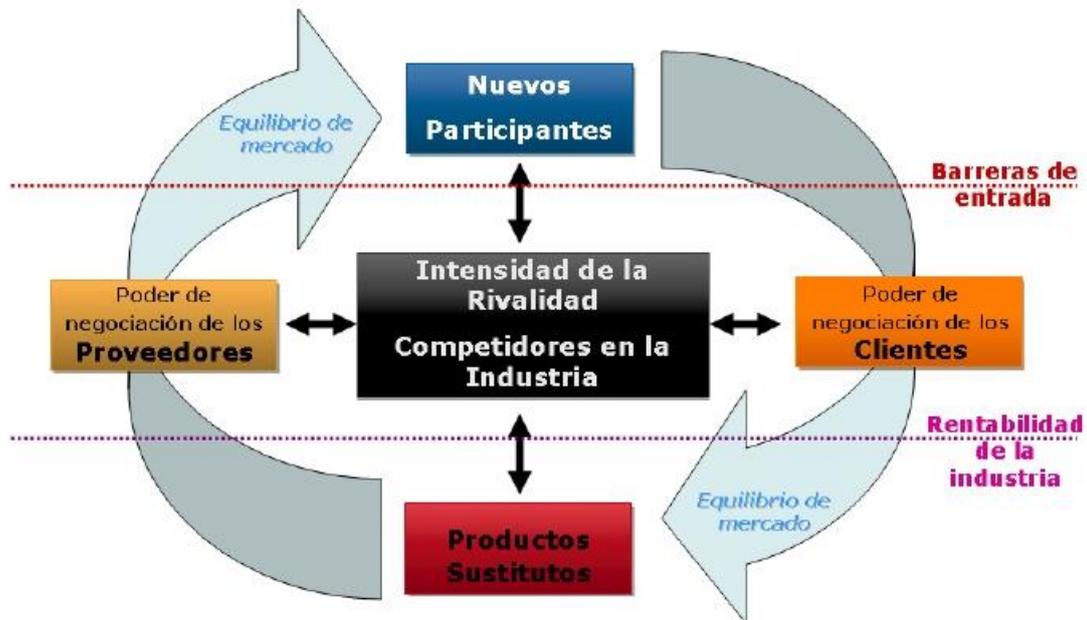


Figura 2: Modelo de las 5 Fuerzas de Porter

Según Porter, dividir un sector en estas cinco fuerzas permite lograr un mejor análisis del grado de competencia en ella y, por tanto, una apreciación más acertada de su atractivo; mientras que en el caso de una empresa dentro de la industria, un mejor análisis de su entorno y, por tanto, una mejor identificación de oportunidades y amenazas.

Las cinco fuerzas que esta herramienta considera que existen en toda industria son las siguientes:

1. Rivalidad entre competidores.
2. Amenaza de entrada de nuevos competidores.
3. Amenaza de ingreso de productos sustitutos.
4. Poder de negociación de los proveedores.
5. Poder de negociación de los consumidores.

La combinación de las cinco origina el beneficio potencial del sector, aunque el beneficio potencial variará según el sector.

En el caso del sector nanotecnológico podríamos analizar las cinco fuerzas de la siguiente manera:

1. Rivalidad entre competidores:

Actualmente no hay muchos competidores por ser una industria bastante reciente; además, hay bastante diferenciación entre ellos debido a las múltiples vertientes de las que está compuesta, por lo que la rivalidad únicamente se centra en realizar descubrimientos y obtener patentes con las que investigar y explotar productos concretos.

2. Amenaza de entrada de nuevos competidores:

Es un mercado reciente, pero que requiere de mucha inversión e investigación para empezar a ser competitivo, esto son barreras muy importantes, aunque a largo plazo es un sector bastante atractivo y además puede ser un buen complemento para otras industrias. Es un sector en crecimiento, por lo que nuevos competidores aparecerán en el corto plazo.

3. Amenaza de ingreso de productos sustitutos:

Se podría decir que esta industria es el producto sustituto de otras industrias más maduras, esto implica que en el corto plazo no se espera ser sustituido por otros productos; a lo sumo, dentro de la propia industria a medida que se vaya investigando, se pueden ir encontrando nuevas aplicaciones que sustituyan a las que ya se hayan utilizado.

4. Poder de negociación de los proveedores:

Algunas materias primas pueden resultar bastante caras (elementos químicos difícil de conseguir, que sean complicados de producir o que simplemente sean escasos), en estos casos, la posición de los proveedores puede ser bastante fuerte. Sin embargo, es un mercado muy específico y pequeño actualmente, por lo que el proveedor no tiene otros clientes a los que vender, y por consiguiente, pierde cierta fuerza de negociación.

5. Poder de negociación de los clientes:

Las empresas clientes, al igual que el propio sector respecto a sus proveedores, son bastante pocas y específicas; de este modo, como no tienen otros mercados a corto plazo a los que vender, se tienen que entender. De todas formas, las propias empresas clientes suelen estar directamente relacionadas con el propio sector, participando en sus investigaciones (inversiones monetarias principalmente) trabajando en conjunto en busca el mismo objetivo, por lo que no suele haber negociaciones complicadas fuera de los convenios que suelen pactar antes de realizar los proyectos/productos.

Cadena de valor

La cadena de valor es una herramienta propuesta por Michael Porter en su libro “Ventaja competitiva” (1988) y sirve como base para realizar análisis que sirvan para la planificación estratégica.

Ésta herramienta y la forma en la que realiza sus actividades cotidianas, reflejan el funcionamiento fundamental de la estrategia y de la historia que ha seguido la empresa.

En ella se consideran a las principales actividades de una empresa, como los eslabones de una cadena de actividades, que van añadiendo valor al producto a medida que éste pasa por cada una de ellas.

Desagregando en una empresa estas actividades, se pueden identificar mejor sus fortalezas y debilidades, sobre todo las posibles ventajas competitivas y los costes asociados a cada actividad.

Porter realizó una disección de estas actividades en dos grupos: actividades primarias y actividades de soporte o apoyo.

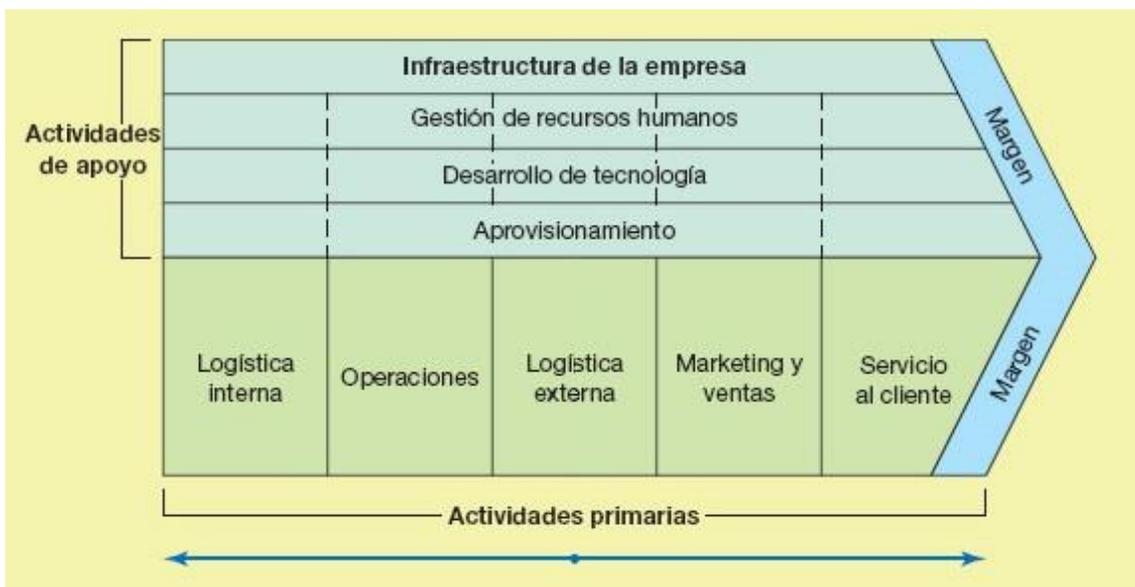


Figura 3: Cadena de Valor de Michael Porter

Actividades primarias: Se refieren a la creación física del producto, diseño, fabricación, venta y servicio post-venta; éstas son inherentes a cualquier tipo de empresa industrial, dependiendo del tipo de empresa que sea, serán más importantes unas u otras.

- **Logística interna:** actividades relacionadas con la recepción, almacenaje y distribución de los inputs necesarios para fabricar el producto.
- **Operaciones:** actividades relacionadas con la transformación de los inputs en el producto final.

- **Logística externa:** actividades relacionadas con el almacenamiento del producto terminado, y la distribución de éste hacia el consumidor.
- **Marketing y ventas:** actividades relacionadas con el acto de dar a conocer, promocionar y vender el producto.
- **Servicio al cliente:** actividades relacionadas con la provisión de servicios complementarios al producto tales como la instalación, reparación y mantenimiento del mismo.

Actividades de apoyo: Las que aportan valor al producto, pero no están directamente relacionadas con la producción y comercialización del mismo, son el soporte a las actividades primarias.

- **Infraestructura de la empresa:** actividades que prestan soporte a toda la empresa, tales como la planificación, las finanzas y la contabilidad.
- **Gestión de recursos humanos:** actividades relacionadas con la búsqueda, contratación, entrenamiento y desarrollo del personal.
- **Desarrollo de la tecnología:** actividades relacionadas con la investigación y desarrollo de la tecnología necesaria para apoyar a las demás actividades.
- **Aprovisionamiento:** actividades relacionadas con el proceso de compras.

Por último, el **Margen** en la Cadena de Valor: es el incremento intangible de Valor experimentado por el cliente, al percibir atributos nuevos en el producto, en la organización y en las personas que la componen.

Benchmarking

El Benchmarking, basándome en lo que he leído en el libro de gerencia “Benchmarking” de Michael J. Spendolini (2005), tendría múltiples acepciones según sus investigaciones; estuvo indagando en la definición o el uso que le daban a este término en múltiples empresas, y cada una le daba una versión diferente.

De todas formas, uniendo términos y quedándose con lo más importante, se podría sintetizar en la búsqueda de mejores resultados o mejora en los procesos de una empresa por medio de comparaciones y/o ejemplos a seguir. Para conseguirlo, se comienza por la observación de los datos o procesos que vamos a usar de referencia y que son con los que se realiza la comparación.

No se busca copiar, sino obtener la información que sea útil para mejorar nuestros procesos o resultados. Se podrá usar de ejemplo a una empresa con excelente trato a clientes, pero pésimos resultados económicos; habrá que centrarse en el por qué de ese excelente trato sin provocar esos pésimos resultados económicos.

El objetivo final es la utilización de la información obtenida, como base para establecer objetivos y estrategias e implantarlos en la propia empresa.

Dentro del benchmarking, se pueden diferenciar tres posibles puntos para la obtención de la información que se busca conseguir:

1. Benchmarking interno o histórico: Se realiza una comparación del rendimiento de la propia empresa respecto de los años anteriores. Por un lado es una herramienta básica para pulir detalles, pero deja demasiado de lado otros factores que pueden tener importancia (desarrollo del sector, crecimiento económico del PIB,...). Podríamos estar mejorando levemente resultados anteriores mientras nuestros competidores están creciendo exponencialmente, o no estar aprovechando una coyuntura de gran crecimiento en todos los sectores,...para ello se deben buscar otros puntos de obtención de información.

2. Benchmarking del sector o competitivo: En este caso, la información proviene de nuestros competidores. Se busca mejorar nuestro rendimiento o nuestros procesos en aspectos parejos que realizan otras organizaciones. En algunos de ellos puede ser complicado obtener esta información, pero obtener datos de nuestros competidores para buscar una mejora en nuestra capacidad estratégica, es un factor primordial para mejorar nuestros rendimientos.

No obstante, el propio sector puede estar perdiendo competitividad, en favor de otras industrias más potentes que se inmiscuyen en nuestro sector, por lo que si en nuestros competidores habituales no encontramos informaciones relevantes, se pueden buscar en sectores similares organizaciones sobre las que buscar soluciones para mejorar nuestra empresa.

3. Benchmarking del mejor de la clase: Por último está esta opción, compararse con el mejor, sea de donde sea, siempre puede desembocar en resultados positivos. Empresas que estén a la vanguardia en tecnología o procesos, aunque no tengan nada que ver con nuestra organización, pueden ofrecer soluciones por medio de analogías.

Según el libro “Fundamentos de Estrategia” de Pearson, un ejemplo lo muestra entre British Airways y los pit stops de la Fórmula Uno; la compañía aérea mejoró el mantenimiento de los aviones, el reabastecimiento y el tiempo entre aterrizaje y despegue estudiando los procesos de los pit stops.

DAFO

El análisis DAFO es una herramienta muy útil para el diseño de estrategias en la empresa. Como se apunta en la web www.elblogsalmon.com , para cualquier decisión estratégica, hay que realizar un correcto diagnóstico de la situación de la organización; y un DAFO es sencillo y eficaz.

El objetivo de este análisis es encontrar los aspectos clave que forman las siglas DAFO: Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades. Realizando un correcto diagnóstico de ellas, se pueden tomar decisiones estratégicas de manera mucho más directa y acertada.

Como se muestra en la figura de abajo, el diagnóstico de la situación actual se basa en dos vertientes, el análisis interno y el análisis externo:



Figura 4: Análisis DAFO

Análisis Interno:

En este apartado, donde se encuentran las debilidades y fortalezas de la organización, se realiza el análisis de los recursos y capacidades, donde residen una amplia variedad de factores relativos a aspectos de marketing, producción, financiación, recursos humanos, organización dentro de la empresa...etc.

Debilidades: Esto son los puntos débiles de la empresa. Aspectos a mejorar donde la competencia nos supera o simplemente es más eficiente.

Fortalezas: Los puntos fuertes de la empresa. Son los aspectos donde estamos por encima de la competencia; hay que aprovechar estas ventajas, ya sea potenciándolas y/o aprovecharlas para explotar otras oportunidades.

Análisis Externo:

Esta vertiente hace referencia al entorno de la sociedad, el sector donde está situada y donde se encuentran las amenazas y oportunidades; ante estas dos posibles situaciones, la empresa debe anticiparse; por un lado afrontar y superar esas amenazas, y, por otro, aprovecharse de esas oportunidades antes de que lo haga la competencia.

Amenazas: Participan el mercado, el entorno y la competencia. Variaciones en el entorno y el mercado, pueden actuar muy negativamente en la empresa, a pesar de estar haciendo las cosas bien en el resto de variables sobre las que puede actuar (una crisis generalizada como la que estamos sufriendo no es culpa de la empresa), por lo que hay que protegerse o ajustarse para acoplarse a estos cambios; en cambio, la competencia puede hundir la organización con políticas agresivas (políticas de precio por debajo de costes reales, inversiones fuera de las posibilidades convencionales), en estos casos, hay que ser flexibles y estar preparados para aguantar el tirón o realizar cambios bruscos en busca de otros objetivos de mercado.

Oportunidades: El mercado puede ofrecer oportunidades en forma de nuevos productos o nichos de negocio. Hay que estar muy atentos y preparados para aprovechar estas posibilidades, antes de que la competencia se adelante y encima sean más fuertes gracias a haber crecido con ellas.

4. CIENCIAS SOBRE LAS QUE APLICA LA NANOTECNOLOGÍA

Hay diversos campos sobre los que aplica la nanotecnología, aquí está el conjunto de los que he creído más importantes. La Electrónica y la Medicina, apartados donde más inversión se realiza y que considero más importantes a nivel global (social y económico), destacan sobre los demás campos. Aunque todos ellos están interrelacionados, y los avances que realizan en unos, acaban siendo excepcionalmente útiles en otros.

Química (Molecular y Computacional)

Es un área emergente y potente centrada en el modelado y simulación de sistemas químicos y biológicos, de manera que se entienda y se pueda prever su comportamiento a nivel molecular.

Considerando la importancia de esta disciplina, está siendo utilizada como post-grado y campo de investigación en casi todas las universidades españolas. El entendimiento de este apartado dentro de la nanotecnología es esencial para poder entender el comportamiento de los nanosistemas. Probablemente sea la ruta más rápida para el crecimiento del conjunto de nanotecnologías y de la nanociencia; por sus múltiples usos y por su relación básica con prácticamente todas ellas.

Entre sus aplicaciones, destaca la síntesis de las partículas nanométricas, mostrando algunos procesos que se llevan a cabo en la fabricación de nanopartículas. Algunos de estos procesos pueden ser métodos físicos y métodos químicos; nosotros nos vamos a centrar en los métodos químicos:

Desgaste y Pirólisis

En el desgaste, las partículas se pasan por un molino (o algo que realice la misma función) para reducir su tamaño. Gracias a la liberación de aire, se separan las nanopartículas y se recogen.

En la pirólisis, un vapor producido por un líquido o gas, es conducido a través de un tubo a alta presión y temperatura, por lo que las partículas se queman. Del producto obtenido (polvo quemado) se le quita el aire para recuperar las partículas de óxido. En muchas ocasiones, la Pirólisis tiende a producir conglomerados en vez de las partículas primarias que se buscan.

Sol-Gel

Este proceso es un procedimiento de tipo químico-húmedo (denominado también “deposición química de la solución”) está recientemente utilizado en otras áreas de la ciencia y la ingeniería sobre materiales cerámicos.

Existen una gran cantidad de métodos para sintetizar nanopartículas por procedimientos químicos. Si bien, la ventaja de usar estos métodos es su facilidad para realizarlos y su costo, desgraciadamente son altamente contaminantes para las muestras y para el medio ambiente. Para esto se recomienda usar métodos físicos como lo son el plasma y el rayo láser.

Bioquímica

El apartado clásico de esta disciplina científica, está centrado en las propiedades de las proteínas, donde las enzimas son una buena parte. Por otro lado, hay otras disciplinas centradas en las grasas (Lipobiología) y en los hidratos de carbono (Glucobiología).

La bioquímica estudia los procesos que metabólicos que dan lugar a lo que podemos considerar “vivo”.

Referente a la nanotecnología, en la Universidad de Málaga se realizó un proyecto sobre nanotecnología orgánica, que he podido leer en su web (<http://www.ciencias.uma.es/>). Lo llamaron: Síntesis de moléculas orgánicas activas con aplicaciones en nanotecnología.

Comencemos por la definición de Nanotecnología Orgánica:

La comprobación de la orientación y el espaciado de grupos funcionales y átomos a nanoescala en monocapas de compuestos orgánicos sobre superficies inorgánicas. Podría decirse, que es uno de los apartados donde más atención pone la comunidad científica gracias a sus interesantes usos nanotecnológicos, donde destacan la producción de biosensores o de aparatos optoelectrónicos.

Este grupo de investigación de la Universidad de Málaga, entre otros estudios, tenía la intención de desarrollar un nuevo tipo de adsorbatos anisotrópicos: oligo-p-fenilenos (OPPs) con forma de trípode y que funcionan con cadenas de oligoetilenglicol (OEG).

Dentro del proyecto global sobre nanotecnología, desarrollaron esta investigación, que llamaron: Síntesis de Oligo-p-fenilenos, Oligoetilenglicoles y Trípodes Moleculares para la Preparación de Superficies Resistentes a las Proteínas y Biomateriales y duró 5 años.

Biología Molecular

La biología molecular es un apartado dentro de la Bioquímica, por lo que está estrechamente relacionado con el apartado anterior (llegando a mezclarse en ciertos aspectos).

Esta disciplina nanotecnológica se centra en la observación, a nivel molecular, de los procesos que suceden en los organismos. Su objetivo principal es el estudio del comportamiento biológico de las macromoléculas en el interior de las células y, a nivel de nanoescala, observar y explicar las funciones biológicas del organismo por estas propiedades.

En la web <http://www.nanotecnologia.cl/> he encontrado un ejemplo de aplicación de la biología molecular en la nanotecnología:

Utilización de Nanoporos para la secuenciación de largas secuencias de ADN

La secuenciación de ADN se define como una serie de procedimientos para precisar el orden exacto en que se acoplan los nucleótidos en una secuencia de ADN, la cual podría estar incluida o ser el mismo gen o genoma; gracias a la información resultante, se puede aprovechar para muchos campos, véase la filiación infalible de seres humanos y del resto de ser vivos, diagnóstico de dolencias y enfermedades a nivel celular,...etc.

Destacan tres métodos de secuenciación: uno químico (Maxam-Gilbert Method), uno de enzimas (Sanger Method), y la pirosecuenciación, no obstante, se están desarrollando métodos más modernos, ese es el caso de lo que se va a comentar a continuación: la secuenciación de ADN a través de nanoporos.

La revista Nature ha publicado un estudio recientemente: unos científicos de la Washington University han conseguido secuenciar por primera vez largas secuencias de ADN todo de una, y ordenadas como miles de pares de bases. Lo han conseguido utilizando una proteína presente en algunas bacterias denominada *Mycobacterium smegmatis* porin A (MspA), usada de manera que actuara como nanoporo.

Gracias a lo veloz y barato que es el método, se está estudiando de cara al futuro, para que lo utilicen de forma rutinaria en centros sanitarios a la hora de diagnosticar enfermedades genéticas.

Física

A la hora de obtener nanopartículas para poder utilizarlas en las distintas investigaciones, destaca la “Ablación Láser”. Es un método físico para obtenerlas (los comentados anteriormente eran químicos) y supera a los métodos químicos por ser mucho menos contaminante, no obstante, es sustancialmente más caro.

Este procedimiento está formado por un láser que actúa como fuente de excitación para realizar la evaporación en una cámara de vacío; de este modo, se consigue liberar material irradiando las muestras, que aparece en la superficie del sólido.

La ablación láser permite obtener soluciones de nanopartículas coloidales en una gran variedad de disolventes. Las nanopartículas se forman durante la condensación de una estela de plasma producida por la ablación láser de una placa de metal grueso sumergido en una solución líquida.

Actualmente la ablación láser es utilizada para lograr diversos fines en múltiples campos de aplicación. Algunos ejemplos representativos son:

Arte: Se ha utilizado para el marcaje y mecanizado de superficies (cerámicas, vidrio, metales, polímeros, papel, etc.), en este caso, el láser es una herramienta irremplazable por el poco residuo que genera, por su precisión y por su capacidad; esta técnica también está siendo utilizada para la limpieza y restauración de patrimonio cultural.

Ciencia de materiales: También ha sido empleada para la preparación de películas delgadas, o para recabar información sobre la distribución espacial de la composición elemental en materiales de alta tecnología industrial.

Electrónica

Nanotecnología aplicada a la Electrónica o Nanoelectrónica

Aprovechando la información de <http://www.understandingnano.com>, se puede demostrar que, la Nanoelectrónica, tiene algunas respuestas sobre cómo podemos ampliar las capacidades de los dispositivos electrónicos, mientras reducimos su peso y su consumo de energía. Algunas de las áreas en investigación se incluyen a continuación.

Mejorando las pantallas de los dispositivos electrónicos. Esto implica reducción del consumo de energía mientras se reduce el peso y el grosor de las pantallas.

Aumentando la densidad de los chips de memoria. Investigadores están desarrollando un tipo de chip de memoria con una densidad proyectada de un terabyte de memoria por pulgada cuadrada.

Reduciendo el tamaño de los transistores usados en circuitos integrados. Un investigador cree que sería posible “poner toda la potencia de todos los ordenadores actuales en la palma de tu mano”.

Nanoelectrónica: Aplicaciones en Desarrollo

Investigadores están trabajando en los siguientes proyectos nanoelectrónicos (estos son unos cuantos ejemplos):

- Nanocristales de cadmio y selenio depositados sobre láminas de plástico se ha demostrado que forman circuitos electrónicos flexibles. Los investigadores están tratando de conseguir una combinación de flexibilidad, un proceso de fabricación simple y bajos requerimientos de energía.
- Integrando componentes nanofotónicos de silicón dentro de circuitos integrados CMOS. Esta tecnología óptica intenta proveer una velocidad de transmisión más alta entre circuitos integrados de lo que lo hacen las señales eléctricas.
- Creando transistores desde nanotubos de carbono para posibilitar unas dimensiones mínimas de unos pocos nanómetros, y desarrollando técnicas para fabricar circuitos integrados con transistores hechos de nanotubos.
- Investigadores en la Universidad de California Berkeley han demostrado un método que consume poca energía para usar nanoimanes como conmutadores, como transistores, en circuitos eléctricos. Su método puede promover circuitos eléctricos con consumos mucho más bajos que circuitos basados en transistores.
- Investigadores de Georgia Tech, de la Universidad de Tokio y de Microsoft Research han desarrollado un método para imprimir prototipos de tarjetas de

circuito usando impresoras de tinta estándares. La tinta gris nanopartícula fue usada para formar las líneas conductoras necesarias en las tarjetas de circuito.

- Investigadores en Caltech han demostrado que un láser que usa una superficie silícea nanoestructurada, ayuda a producir la luz con una frecuencia de control mucho más ajustada de lo que se ha conseguido anteriormente. Esto puede permitir unas velocidades de datos mucho mayores para la transmisión de información a través de la fibra óptica.
- Desarrollando una soldadura libre de plomo lo suficientemente fiable para misiones espaciales y otros ambientes de gran estrés usando nanopartículas de cobre.
- Usando electrodos hechos de nanocables que permitirían a las pantallas planas ser flexibles del mismo modo que más finas que las actuales.
- Usando nanocables semiconductores para construir transistores y circuitos integrados.
- Transistores formados de películas de grafeno de un solo átomo para posibilitar que sean de altísima velocidad.
- Combinando nanopartículas de oro con moléculas orgánicas para crear un transistor conocido como NOMFET (Nanoparticle Organic Memory Field-Effect Transistor).
- Usando nanotubos de carbono para dirigir electrones a píxeles iluminados, consiguiendo unas pantallas planas ligeras y de un milímetro de grosor.
- Usando puntos cuánticos para sustituir los puntos fluorescentes usados en las pantallas actuales. Pantallas que usen puntos cuánticos deberían ser más simples de hacer que las pantallas actuales del mismo modo que usarían menos energía.
- Haciendo circuitos integrados con aplicaciones que pueden ser medidas en nanómetros (nm), tales como el proceso que permite producir circuitos integrados con 22 nm de longitud de los transistores de efecto campo.
- Usando nanohilos para construir transistores sin uniones p-n.
- Usando esferas de fullereno para construir dispositivos de memoria que requieran menos energía.

Nanoelectrónica: Directorio de Compañías

Muestra de importantes compañías con proyectos y productos de nanoelectrónica:

Compañía	Productos o Proyectos
California Molecular Electronics Corp.	Conmutadores de tamaño molecular y otros dispositivos
Everspin Technologies	RAM Magnetorresistiva (MRAM, en inglés: Magnetoresistive Random Access Memory)
IBM	Nanofotónica
Kodak	Materiales Optoelectrónicos y otros dispositivos
Imec	Desarrollando tecnología CMOS para Circuitos Integrados usando geometría sub-22nm
QD Vision	Desarrollando pantallas de puntos cuánticos

Informática

La informática en nanotecnología se podría encontrar como un sub-apartado de la Nanoelectrónica, de hecho, en ese apartado, ya he hecho hincapié en algunas aplicaciones directamente relacionadas con la informática (mejora de chips de memoria o transistores por ejemplo).

El futuro de la informática en la nanotecnología se vislumbra con un cambio en la concepción de los ordenadores. Se pasará del uso del silíceo actual para la integración de los transistores que los forman, y se empezará a utilizar la mecánica cuántica, con unos transistores de tamaño atómico.

Microprocesadores

Gracias a los avances en nanotecnología, este minúsculo y primordial componente de los ordenadores o cualquier otro aparato electrónico mínimamente complejo, va siendo cada vez más eficiente, por lo que funciona más rápido y gastando menos energía. La competencia entre AMD e Intel es feroz, y ésta última ya va por micros de 22nm, pero día a día van siendo más pequeños.

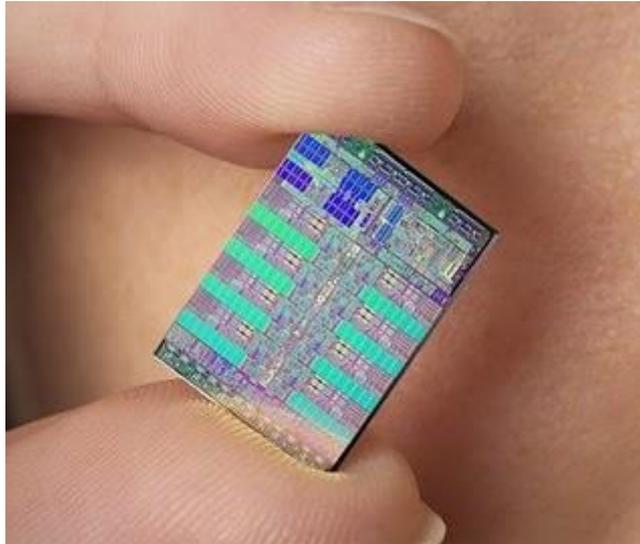


Figura 5: Microprocesador

Capacidad de almacenamiento

Hay una empresa estadounidense especializada desarrollando diversos proyectos de nanotecnología llamada Nantero, que utiliza nanotubos sobre distintos tipos de chips. Destacan sobre todo por un chip de memoria de acceso aleatorio no volátil llamado NRAM, un posible sustituto de las DRAM, SRAM y memorias flash actuales, pero con una capacidad mucho mayor en un espacio más pequeño y eficiente. Se podría convertir en la base principal de cualquier dispositivo electrónico.

Ordenadores minúsculos

Los ordenadores podrán ser hasta 60 veces más pequeños de lo que son ahora, con los mismos componentes. Inversamente a la reducción del tamaño, la velocidad a la que funcionan actualmente se verá multiplicada.

Llegará el qubit

Actualmente la magnitud básica de almacenamiento en cualquier dispositivo electrónico es el bit. Con la llegada de la mecánica cuántica, el funcionamiento de los ordenadores cambiará, aparecerá un bit más pequeño llamado “qubit”.

Matemáticas

Se podría decir que las matemáticas están relacionadas con la nanotecnología en prácticamente todos los campos que se describen en este trabajo. Al fin y al cabo, todos necesitan la realización de cálculos (= Matemáticas) para sus experimentos e investigaciones.

En cuanto a sus aplicaciones, se han desarrollado nuevos conceptos para nuevas tecnologías. Desde el descubrimiento hace ya más de un siglo, de la difracción de rayos X, la comunidad científica, basándose en todos los cálculos matemáticos posibles, ha estado estudiando cómo era la composición y el orden de los átomos en los materiales. Actualmente, gracias a la mecánica cuántica, se han creado diferentes tipos de microscopios con aplicaciones innovadoras, denominados de campo cercano; gracias a ellos, podemos observar y manejar la materia a nanoescala. Podemos afirmar que estas herramientas han marcado un antes y un después en la ciencia.

De este modo, tal como predijeron los científicos que calcularon matemáticamente las posiciones de los átomos, utilizando estas nuevas técnicas, podemos comprobar visualmente que están donde afirmaron.

Esto es solo un ejemplo, pero como he comentado al principio, todas las posibles aplicaciones ya están dentro de los otros sub-apartados (destaca la computación, dentro de la informática, que son puramente números).

Medicina

A través de la página web www.understandingnano.com, también se muestran las aplicaciones de la nanotecnología en medicina.

Este campo tiene extraordinarias posibilidades. Algunas técnicas son sólo imaginadas, mientras que otras ya están en etapas de pruebas, o incluso ya están siendo utilizadas hoy en día.

Nanotecnología en medicina implica las aplicaciones sobre las nanopartículas que están actualmente en desarrollo; del mismo modo que investigaciones más profundas de las que la producción de nano-robots (realizando reparaciones a nivel celular -> Nanomedicina) forma también parte.

El uso de la nanotecnología en este campo puede revolucionar completamente la forma de detectar y de tratar los daños en el cuerpo humano y las enfermedades en el futuro; y muchas técnicas solo imaginadas hace pocos años, están haciendo importantes progresos convirtiéndose en realidades.

Aplicaciones de Nanotecnología en Medicina: Envío del fármaco

Una importante aplicación que actualmente está siendo desarrollada en medicina es la utilización de nanopartículas para enviar fármacos, calor, luz u otras sustancias a células específicas (como las células cancerígenas). Las partículas son modificadas para que sean atraídas a células enfermas, lo que permite un tratamiento directo a esas células. Esta técnica reduce el daño a las células sanas del cuerpo y ayuda a la detección precoz de la enfermedad.

Investigadores de la Universidad de Illinois han demostrado que las nanopartículas de gelatina pueden ser usadas para enviar fármacos a tejido cerebral dañado.

Investigadores del MIT usando nanopartículas para enviar una vacuna. Las nanopartículas protegen la vacuna, permitiendo a la misma que provoque una respuesta inmunológica mayor.

Investigadores están desarrollando un método para liberar insulina; un tipo de molde de espuma que contiene insulina del mismo modo que nanocápsulas, que y éstas tengan una enzima. Cuando los niveles de glucosa aumenten, las nanocápsulas liberan iones de hidrógeno, que se enlazan a las fibras creando un molde. Los iones de hidrógeno hacen que las fibras se carguen de modo positivo, repeliéndose unas a otras y creando huecos en el molde por donde la insulina es liberada.

Otros investigadores están desarrollando una nanopartícula que puede ser tomada de forma oral y que pase de los intestinos al riego sanguíneo. Esto debería permitir a los fármacos que ahora tienen que ser inyectados, ser tomados en forma de pastilla.

En otras investigaciones también están desarrollando una nanopartícula que elimine virus. La nanopartícula realmente no destruye las moléculas del virus, pero libera una enzima que previene la reproducción de las moléculas del virus en el riego sanguíneo.

Aplicaciones de Nanotecnología en Medicina: Técnicas Terapéuticas

Se han desarrollado “nanoesponjas” que absorben toxinas y que son suprimidas del riego sanguíneo. Las nanoesponjas son polímeros de nanopartículas cubiertas con una membrana de célula de sangre roja. Esta membrana permite a las nanoesponjas viajar por el riego sanguíneo y atraer las toxinas.

Científicos han demostrado un método para generar ondas de sonido que son potentes, pero minuciosamente focalizadas, que pueden ser utilizadas para cirugías no invasivas. Usan una lente cubierta de nanotubos de carbono para convertir la luz de un láser en ondas de sonido. Se pretende desarrollar un método que pudiera destruir tumores u otras partes enfermas sin dañar tejido sano.

Se está investigando el uso de nanopartículas de bismuto para concentrar la radiación utilizada en las terapias para tratar los tumores de cáncer. Los resultados iniciales indican que las nanopartículas de bismuto incrementarían la dosis de radiación al tumor en un 90%.

Nanopartículas compuestas de polietileno glicol-hidrofílico de grupos de carbón (en inglés “polyethylene glycol-hydrophilic carbon clusters (PEG-HCC)”) se ha comprobado que absorben radicales libres en una mayor medida que las proteínas que usa el cuerpo para esta función. Esta habilidad para absorber radicales libres puede reducir el daño que es causado por la liberación de radicales libres tras una lesión cerebral.

Terapia de calor focalizada está siendo desarrollada para destruir tumores de cáncer de mama. En este método, los anticuerpos que están muy atraídos a las proteínas producidas en un tipo de célula de cáncer de mama, son pegados a nanotubos, provocando que los nanotubos se acumulen en el tumor. La luz infrarroja de un láser es absorbida por los nanotubos, y eso produce un calor que incinera el tumor.

Aplicaciones de Nanotecnología en Medicina: Técnicas de Diagnóstico

Investigadores del MIT han desarrollado un sensor usando nanotubos de carbono incrustados en un gel; que puede ser inyectado debajo de la piel para monitorizar el nivel de óxido nítrico en el riego sanguíneo. El nivel de óxido nítrico es importante porque indica inflamación, permitiendo una monitorización de enfermedades inflamatorias. En tests, el sensor estuvo funcionando por encima de un año.

En la Universidad de Michigan están desarrollando un sensor que puede detectar niveles muy bajos de células cancerígenas, tan bajos como entre 3 y 5 células cancerígenas en un milímetro de una muestra de sangre. Hacen crecer capas de óxido de grafeno, donde incorporan moléculas que contengan un anticuerpo que se adhiera a las células cancerígenas. En ese momento, marcan las células cancerígenas con moléculas fluorescentes para hacerlas visibles en un microscopio.

Investigadores han demostrado una manera de usar nanopartículas para diagnosticar de forma precoz enfermedades infecciosas. Las nanopartículas se adhieren a moléculas en el riego sanguíneo indicando el inicio de una infección. Cuando la muestra es escaneada para la dispersión Raman, las nanopartículas aumentan la señal Raman permitiendo la detección de las moléculas mostrando una enfermedad infecciosa en un estado muy temprano.

Un test para la detección precoz de un daño renal está siendo desarrollado. El método usa nanorods de oro programados para adherirse al tipo de proteína generada por riñones dañados. Cuando la proteína se acumula en el nanorod, el color del nanorod cambia. El test está diseñado para ser hecho de forma rápida y económica para una detección más temprana del problema.

Aplicaciones de Nanotecnología en Medicina: Técnicas Anti-Microbiales

Una de las primeras aplicaciones en nanomedicina fue el uso de nanocristalita de plata que es un agente antimicrobial para el tratamiento de heridas, como se discute en la web de Nucryst Pharmaceuticals Corporation.

Una crema de nanopartículas se ha demostrado que puede combatir infecciones estafilocóquicas. Las nanopartículas contienen gas de óxido nítrico, conocido por matar la bacteria. Estudios en ratones han demostrado que usando esta crema para liberar gas de óxido nítrico en el lugar del flemón afectado por el estafilococo, reduce significativamente la infección.

Una idea con gran proyección en los estudios iniciales es la eliminación de infecciones bacterianas en un paciente en cuestión de minutos, en vez del tratamiento con antibióticos durante semanas. Todavía está en fase de estudio.

Reparación de Células

Nanorobots podrían ser programados para reparar células enfermas específicas, funcionando de una manera similar a los anticuerpos de nuestro sistema inmunológico.

Nanotecnología en Medicina: Directorio de Compañías

Compañía	Producto
CytImmune	Nanopartículas de oro para enviar, de forma muy precisa, fármacos a tumores.
NanoBio	Nanoemulsiones para envíos por las vías respiratorias, para combatir virus (como gripe o constipados) o a través de la piel para combatir bacterias.

5. NANOTECNOLOGÍA EN ESPAÑA

El crecimiento de la Nanotecnología en España, aunque sea difícil de cuantificar, no es el mismo que el de otros países desarrollados. A nivel de inversión global en I+D, la financiación a proyectos de Nanociencia y Nanotecnología aumentó de 432 Millones de \$ en 1997 a 4.200 Millones de \$ en 2005. Destacando Estados Unidos, Japón y la Unión Europea.

Hasta nuestros días, respecto a nuestro país, es muy complicado efectuar un estudio con cifras directamente relacionadas con inversión en Nanotecnología; no había publicaciones al respecto e incluso en las propias cifras actuales del INE, no está desglosada en ningún apartado; se aglutinan sus inversiones dentro de la financiación de planes de I+D+i en nuevas tecnologías (tampoco he encontrado información al respecto en otras publicaciones oficiales).

Lo mismo ocurre con las inversiones de las Comunidades Autónomas, donde existe una descoordinación entre las consejerías de las Comunidades Autónomas y la Administración General del Estado. También el sector privado muestra dificultades a la hora de cuantificar la inversión directa en Nanotecnología.

Sobre 2007, realizando una estimación de la inversión que se realiza en I+D+i, podríamos decir que la inversión total anual per cápita, estaría cercana a los 1'4 €, de los que alrededor de 1€, corresponderían a gasto público (Datos provistos por la publicación: "Nanociencia y Nanotecnología en España" Fundación Phantoms. 2008). Quedando alejados de otros países cercanos, y que nos deja a la cola de la UE. Algo impropio de la octava economía mundial en cuanto a su Producto Interior Bruto.

Como mostraré a continuación en la siguiente figura, he utilizado los datos de la Red NanoSpain, que son lo más cercano a la evolución del sector nanotecnológico en nuestro país en cuanto a financiación se refiere.

Evolución de la Financiación Total a Proyectos de Nanociencia y Nanotecnología a los grupos de Investigación de NanoSpain de 2004 a 2009 en Miles de Euros.
(Correspondientes a datos actualizados provistos por los miembros de NanoSpain)

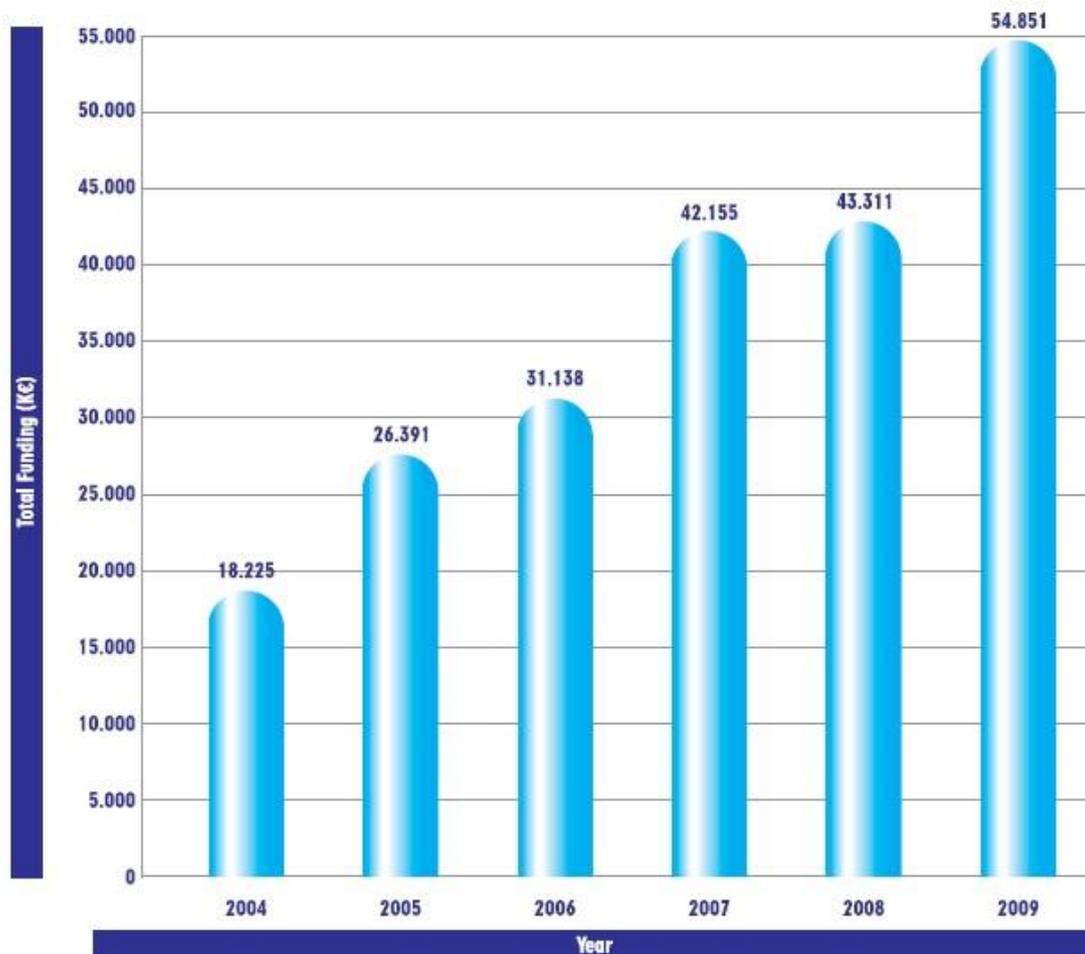


Figura 6: Evolución Financiación Total de N&N de 2004-2009 en España por NanoSpain

Gráfico extraído del libro “Nanoscience and Nanotechnology in SPAIN” de la Fundación Phantoms, que se encuentra en <http://www.nanospain.org/>

En cuanto a otras estadísticas que pueden cuantificar la evolución española en el sector de nanotecnología, podemos hablar de la red de investigaciones de NanoSpain, que a finales de 2007, la integraban 234 grupos de investigación y 23 empresas; mientras que en marzo de 2010, existían 294 grupos de investigación y 33 empresas (con más de 2000 científicos trabajando en Nanociencia y Nanotecnología). Estos datos son un crecimiento del 25% en el número de grupos de investigación, mientras que el número de empresas creció en un 43%. Todo ello, a pesar de la poca financiación de las instituciones públicas comparado con otras redes similares en otros países.

A pesar de las dificultades, la comunidad científica española de Nanotecnología lucha por hacerse un sitio en el panorama internacional; once ediciones consecutivas de la conferencia “Trends in Nanotechnology”, donde acuden los mayores expertos del mundo en la materia, o el evento internacional “ImagineNano” con cerca de 1500 participantes de todo el mundo, lleno de conferencias y exhibiciones industriales de más de 160 compañías.

Este tipo de iniciativas realizadas por la comunidad científica en materia nanotecnológica, desembocaron a que en 2003, se incorporara un Plan Estratégico sobre Nanociencia y Nanotecnología en el Plan Nacional de I+D+i para el período 2004-2007. Esto continuó en el plan 2008-2011, incluyendo además, apartados sobre nuevos materiales y tecnologías de producción. Ambos planes tuvieron una evolución creciente en el período 2004-2009 como se puede ver en la figura de la página anterior.

Un ejemplo de pequeño cambio en los esfuerzos de la Administración General del Estado, se demuestra por la inversión realizada entre el Ministerio de Ciencia e Innovación y el Ministerio de Industria, Turismo y Comercio, que en 2008 ascendió a 83’3 Millones de Euros, para la implementación de la Nanociencia y la Nanotecnología en España (60’6 Millones de Euros en subvenciones y 22’6 Millones de Euros en créditos).

La administración, con el Plan INGENIO 2010, buscaba alcanzar el 3% sobre el PIB de Inversión en I+D+i. Y a través de programas como CONSOLIDER, CENIT y AVANZA, destinó muchos recursos económicos entre los que se encuentra la Nanotecnología. De ellos, 8 proyectos CONSOLIDER y 9 de CENIT, estaban relacionados con la Nanotecnología, con una financiación total de la administración pública de 37’9 y 127’8 Millones de Euros respectivamente. En el caso de los proyectos CENIT, las empresas participantes proveyeron otros 127’8 Millones de Euros.

La mayoría de estos datos han sido extraídos de las publicaciones de la Fundación Phantoms y de la Red NanoSpain, ya que no he encontrado otro organismo o entidad que aglutine a grupos de investigación de Nanotecnología que tengan relevancia (existe también la Fundación OPTI, pero sus publicaciones están basadas en las entidades ya mencionadas). Además, esta red está directamente relacionada con el Ministerio de Educación y Ciencia, que la financia, dando a entender que están a cargo de proyectos que también involucran a la Administración Pública.

Por último añadir que ahora estamos en el inicio del proyecto europeo Horizon 2020, firmado en Bruselas el 1 julio de 2014; donde España ha logrado que se le destinen 553 Millones de Euros para I+D el primer año, donde una parte irá directamente a proyectos de Nanotecnología (aunque en la noticia de “El Confidencial” no se explica cuánto; http://www.elconfidencial.com/tecnologia/2015-06-12/investigacion-ciencia-inversion-horizonte2020_880212/).

Energía

En el apartado de Energía encontramos unas aplicaciones concretas sobre las que se trabaja principalmente en España:

- Placas Solares Fotovoltaicas: Somos el segundo país en fabricación de células fotovoltaicas por detrás de Alemania, además de ser un país con gran cantidad de días de sol para aprovechar este recurso. La utilización de nuevos/mejores materiales pretende reducir los costes que son muy altos; por lo que la nanotecnología podría ser una gran oportunidad.
- Baterías de Litio: Este tipo de baterías se utilizan ya para todo, llevan años sustituyendo a las baterías de níquel (más pesadas y menos duraderas) en cualquier dispositivo electrónico (móviles, tablets, ordenadores portátiles,...etc.). La nanotecnología puede ser una gran herramienta para optimizar este tipo de baterías, mejorando sus prestaciones en cuanto a duración, peso y potencia, o incluso sacándole nuevas utilidades.
- Pilas de hidrógeno y de combustible: Gracias a la “nanoestructuración”, se pueden realizar importantes avances en estas pilas de tan reciente uso y con gran potencial. También se está investigando el uso de nanomateriales como nanotubos, fullerenos,...para almacenar el hidrógeno.
- Supercondensadores: Son dispositivos electroquímicos, que sustentan una densidad de energía muy superior a los condensadores convencionales; y la nanotecnología podría servir para diseñar materiales nanoestructurados, que ampliarían las variables de control de estos dispositivos. Actualmente se están basando en el uso del carbón.

Aunque no dispongo de los datos económicos, aquí muestro el listado de compañías registradas en el “Catalogue of Nanoscience & Nanotechnology. Companies in Spain v.5.0 2015” de la Fundación Phantoms, que investigan y trabajan directamente en este sector:

Advanced Nanotechnologies S.L.; Nanoquímica S.L.; New Leap Energy; Repsol; Sgenia S.L.

Microscopías de Campo Cercano

En inglés SPM (Scanning Probe Microscopy), es una industria con distintos tipos de microscopios producidos que funcionan con escalas nanométricas. Funcionan por medio de una “sonda” o punta que se aproxima a una superficie a observar, y una vez en el punto óptimo, se mide la interacción entre ambas. Posteriormente se desplaza la punta por encima de la superficie observada para formar el mapa de interacción, que constituye la imagen de lo que se quiere estudiar.

Según la interacción que constituyan, existen diversos tipos de microscopios:

- STM (Scanning Tunnelling Microscope), que miden corrientes eléctricas por medio de la aplicación de diferencias de potencial.
- SNOM (Scanning Near-Field Optical Microscope), también llamado Microscopio Óptico de Campo Cercano, que estudia las propiedades ópticas de la superficie utilizada (ya sea transmisión, difracción, o reflectividad de la luz) a escala nanométrica.
- AFM (Atomic Force Microscope), donde las fuerzas de interacción entre la sonda y la superficie son medidas cuando están cercanas. En este tipo de microscopios existe otro subtipo, el MFM (Microscopio de Fuerzas Magnéticas) que mide la interacción magnética entre la punta y la muestra.

Los resultados de estos experimentos se muestran por medio de artículos en revistas científicas/internet, por lo que se puede realizar una estimación de la posición española en el mundo en este campo. Utilizando los datos de “Nanociencia en España” de la Fundación Phantoms (2008), España ocuparía el puesto 12º a nivel mundial en el lapso 2004-2007, destacando Europa como principal potencia con casi el 50% de los artículos. España en la clasificación europea, se encontraría en el 5º puesto, adelantando a Suiza respecto a la clasificación anterior.

En la siguiente página muestro la gráfica de los países europeos en cuanto a artículos realizados respecto al total mundial, extraída de la publicación “Nanociencia en España” de la Fundación Phantoms (2008):

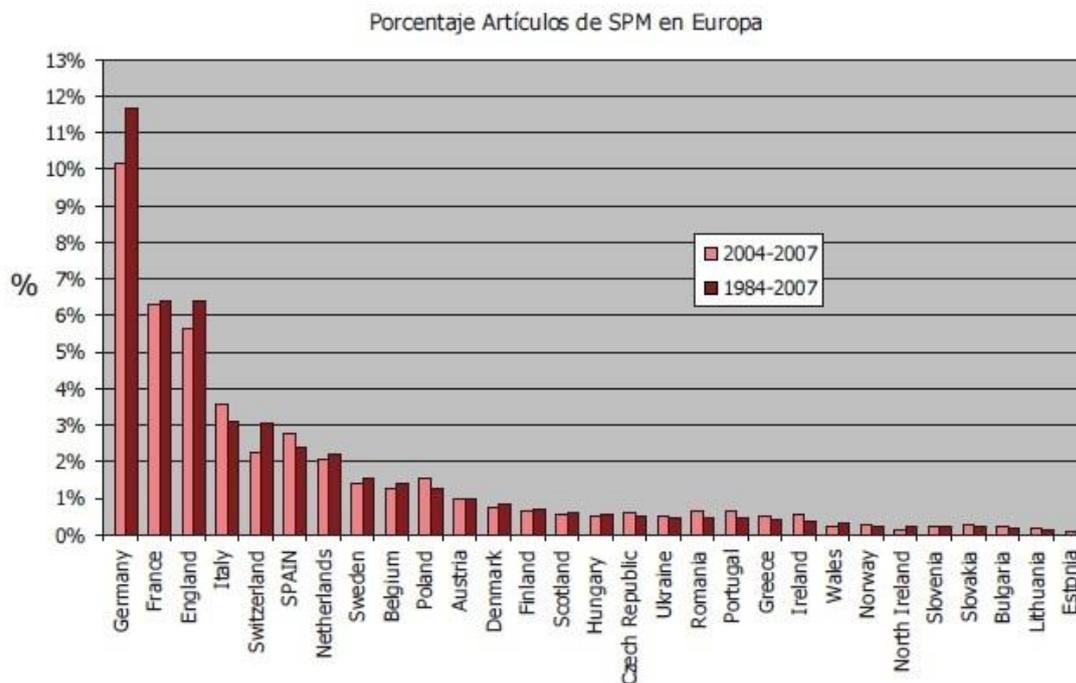


Figura 7: Porcentaje de artículos de SPM en Europa respecto al total Mundial

Y a continuación, el listado de compañías registradas en el “Catalogue of Nanoscience & Nanotechnology. Companies in Spain v.5.0 2015” de la Fundación Phantoms, que investigan y trabajan en este sector:

Next-Tip S.L.; Nurel S.A.; Unimetrik S.A.; WSxM Solutions.

También estaba Nanotec Electrónica S.L., considerada la empresa nanotecnológica más importante de España, pero cerró. Más comentarios en ANEXOS.

Nanobiología y Nanomedicina

Estos dos apartados, ya explicados anteriormente, tienen su mayor incidencia (a nivel empresarial) en España en las industrias farmacéutica y biotecnológica. Podríamos decir que son de lo más relevante en cuanto a inversión o a aplicaciones en desarrollo de todos los campos que tratamos. Aunque vamos a desglosar las actividades principales sobre las que se trabaja en nuestro país de la siguiente manera:

- **Medicina Regenerativa:** Células troncales, utilización de biomateriales, mejorar la información acerca de las funciones y el desarrollo de las células,...son algunas de las posibilidades que se pueden desarrollar en esta actividad.
- **Nanosistemas Terapéuticos:** Utilizados para ser administrados vía oral, intravenosa y pulmonar, buscan la el desarrollo de vectores efectivos que permitan transportar el fármaco de manera directa, eficaz y selectiva.
En estas actividades destacan los esfuerzos por las empresas farmacéuticas españolas o implantadas en España en investigaciones al respecto, para obtener productos más eficientes que los convencionales; Ferrer, Rovi, Almirall, o las internacionales Pzifer, Pierre Fabre, son algunos ejemplos de ello.
- **Nanoimágenes “in vivo”:** Gracias a las Nanoimágenes “in vivo”, se espera avanzar en diversos aspectos mostrándolos de manera más detallada; detección del inicio de las enfermedades, su desarrollo y como actúa el tratamiento, las imágenes de los procesos celulares para mejorar su estudio, posibles nuevos objetivos biológicos gracias a la vista a tamaño molecular, diseño y desarrollo de materiales nanoestructurados para obtener mejores y más eficientes agentes de contraste,...
- **Diagnóstico “in vitro”:** Potenciando la relación médicos-científicos para obtener realizar listas ordenadas de lo que se tiene que investigar o desarrollar; Microfluídica donde para detectar, preparar y manipular las muestras de forma más eficiente; mejorar las utilidades de los biosensores; desarrollo de biochips,...sobre todo utilidades a escala nanométrica.

Además, muestro la mayoría de compañías registradas en el “Catalogue of Nanoscience & Nanotechnology. Companies in Spain v.5.0 2015” de la Fundación Phantoms; que investigan y trabajan directamente en Nanobiología y/o Nanomedicina:

3P Biopharmaceuticals; Agroindustrial Kimatec; Applied Research Using Omic Sciences S.L.; Bicosome S.L.; Celeromics; DAS Photonics; Diomune S.L.; Interquímica; IUCT S.A.; Laboratorios Alphasip; Nanoimmunotech S.L.; Operon S.A.; Reiner Microtek S.L.; Repsol; Soluciones Nanotecnológicas S.L.; Threelop Nanotechnology; ZF Biolabs...

Nanoelectrónica y Electrónica Molecular

Se podría constatar que la nanoelectrónica, se convertirá en el futuro en la cúspide de la tecnología. Por el momento se busca sustituir componentes convencionales por componentes extraídos de la investigación de este campo, pero en el futuro se formarán estructuras complejas utilizando como base la nanotecnología.

Del mismo modo que la “Microelectrónica” supuso una revolución, la nanotecnología (Nanoelectrónica en este apartado) va por el mismo camino, solo que además engloba a casi todas las ciencias. Los resultados definitivos se verán en unos cuantos años o varias décadas, pero se pueden ir realizando pequeños avances que nos sean útiles.

En el caso español, la microelectrónica no es una industria relevante en nuestro país, pero disponemos de una comunidad científica muy preparada en los campos en los que la nanoelectrónica se puede desarrollar (Nanomagnetismo, Física de los qubits, transporte cuántico, electrónica molecular,...). Debido a esto, únicamente por medio de la financiación a estos científicos se pueden obtener resultados de interés. Hay que incentivar estas prácticas para la obtención de patentes, del mismo modo que hay que unir universidad+industria+administración pública para que seamos realmente competitivos.

En cuanto a los apartados sobre los que se trabaja actualmente en Nanoelectrónica en España, destacaría los siguientes:

- Miniaturización en Microelectrónica: No reviste mucho misterio el título, una vez aprovechados los avances de la Microelectrónica, se busca disponer de las mismas prestaciones (o poco a poco mejores) en un tamaño más reducido. Los semiconductores de 14 nanómetros son una realidad, pero año a año se va llegando más lejos.
- Nanoelectrónica basada en el Carbono: El Grafeno como material semiconductor de alto rendimiento o dispositivos nanoelectrónicos hechos con Nanotubos de Carbono, son ya realidades en la industria actual.
- Espintrónica o Magnetolectrónica: Sin entrar a valorar científicamente lo que es un “espín” o su relación con los electrones, esta tecnología emergente funciona por medio de aprovechamiento magnético para realizar dispositivos nanoelectrónicos. Se divide en “Espintrónica Inorgánica” (dispositivos basados en metales o semiconductores) y “Espintrónica Molecular” (como la anterior pero centrada en el apartado molecular). El “Túnel de Espín”, “Transistores de Espín”, “Nanopartículas Magnéticas”,...son algunos de los sub-apartados donde científicos españoles están trabajando e investigando.
- Sistemas Nanoelectromecánicos (NEMS, siglas en inglés): Desarrollo de sensores electromecánicos extremadamente sensibles, integración de estructuras nanomecánicas a gran escala y límites cuánticos de la búsqueda de resonadores

nanomecánicos, son las principales direcciones de trabajo e investigación que se han desarrollado en estos últimos años.

- Electrónica Molecular: Todavía queda mucho por trabajar en este apartado. Entender las propiedades de una sola molécula y desarrollar métodos para hacer contactos entre ellas de forma óptima y confiable, son de los mayores retos actuales en Nanotecnología. Un dispositivo electrónico de una única molécula es conceptualmente simple, pero no se comprende lo suficiente todavía. Este apartado es el más alejado de ser una realidad, aunque se espera obtener muchas aplicaciones en el futuro próximo, por lo que está siendo investigado con detenimiento.

Compañías registradas en el “Catalogue of Nanoscience & Nanotechnology. Companies in Spain v.5.0 2015” de la Fundación Phantoms, que investigan y trabajan en este sector:

Cidete Ingenieros S.L.; Inael Electrical Systems; Inkoa Sistemas; Innovatec Sensorización y Com. S.L.

Nanomateriales

Gracias a la Comisión Europea, se financió el proyecto NanoRoadMap entre 2008 y 2011, iniciando el camino del asentamiento de tres áreas nanotecnológicas concretas en España: Salud, Energía y Materiales. En esta área se promovieron distintos sub-apartados que se financiaron con este proyecto:

- Nanopartículas: Las nanopartículas no son tan pequeñas como los átomos o las moléculas, pero tienen un tamaño inferior a los 100 nm. Nanopartículas metálicas, carbonosas, cerámicas y poliméricas, son sus tipos principales.
- Materiales Nanoporosos: Esponjas con poros nanométricos, se utilizarían para filtros, catalizadores, para almacenar gases o energía,...
- Nanocápsulas: Principalmente para usos farmacéuticos/médicos, con ellas se están desarrollando como transportadores de fármacos de manera más directa al origen de la enfermedad.
- Materiales Nanoestructurados: Presentes en nuestra vida diaria desde hace ya 15-20 años, son materiales reducidos a un tamaño de menos de 100 nm, donde sus propiedades físicas cambian de forma notoria. Las cremas solares con un ejemplo, utilizadas para absorber rayos UV.
- Nanofibras: Según la National Science Foundation las nanofibras no pueden tener un diámetro superior a los 100 nm. Se considera que son estructuras nanométricas en forma de cintas, fibras, cables,...con propiedades físicas diferentes a las mismas pero en tamaño superior.
- Nanotubos de carbono: Se comentarán a fondo en el próximo punto.
- Fullerenos: Un fullereno (o fulereno) es un conjunto de formas alotrópicas de carbono, con una forma diferente a las del grafito o del diamante. Investigados en medicina por sus propiedades biológicas para combatir el SIDA por ejemplo, usados en los polímeros, y con el inconveniente de ser potencialmente tóxicos por su reactividad.
- Nanohilos: Alambres con un diámetro de alrededor de un nanómetro; multitud de tipos de nanohilos, como aisladores, semiconductores o hilos metálicos. Entre sus usos destacan la fabricación de LEDs, detectores, sensores,...
- Electrónica Molecular: Ya comentada en el punto anterior.
- Dendrímeros: Utilizados para campos como la electrónica molecular, para realizar adhesivos, células artificiales o para el transporte de fármacos, son moléculas poliméricas y tridimensionales, con forma ramificada, de un tamaño nanométrico.
- Láminas delgadas: En uso y desarrollo para pantallas planas y pantallas flexibles, láminas sensibles a la luz, o en la reducción de tamaño de células fotovoltaicas; también llamadas "películas delgadas", destacan las del tipo cerámico como recubrimiento protector de sustratos.
- Puntos Cuánticos: Descubiertos en los 80, se podrían definir como estructuras cristalinas a escala nanométrica que transforman la luz a su paso

(www.euroresidentes.com). Usados en transistores nanoelectrónicos, LEDs (QLEDs), pantallas planas, dispositivos de memoria,...

Y a continuación, una lista de la mayoría de compañías registradas en el “Catalogue of Nanoscience & Nanotechnology. Companies in Spain v.5.0 2015” de la Fundación Phantoms; que investigan y trabajan en este sector:

42 Tek; Acciona Infraestructura; Aragonesa de Componentes Pasivos; Biobide S.L.; Celeromics; Cementos Portland Valderrivas Group; Color Esmalt S.L.; Deopsens S.L.; Fotoglass; Graphenea S.A.; Inkoa Sistemas; Interquímica; Nanomyp; Nanoquímica S.L.; Nanorioja S.L.; Polifluor; Repsol; Sinatec S.L.; Tolsa S.A.

Nanometrología

Es la ciencia que utiliza el nanómetro como medida primordial (hasta 100 nm), es la clave para la fabricación de nanomateriales y de dispositivos nanométricos.

Existen múltiples y variados instrumentos y técnicas hoy en día: láseres iónicos, láseres electrónicos, Rayos-X, técnicas mecánicas,...etc. Se descubren nuevos instrumentos cada día, pero se han de calibrar correctamente para mantener sus capacidades metrológicas (trazabilidad, precisión) para garantizar la credibilidad de los resultados, algo crucial en I+D+i y en la producción industrial.

En España, existe el CEM (Centro Español de Metrología) en Madrid, y es el encargado de certificar lo comentado anteriormente. No obstante, España está muy por debajo a las potencias mundiales en este apartado. Estados Unidos, Reino Unido o Alemania tienen unos centros y laboratorios dedicados a metrología mucho más avanzados que los nuestros, por lo que, si estábamos en inferioridad en cuanto a tecnología ya madura, mayor se hace la diferencia si de ésta sale una ramificación que acaba de empezar a despegar (la nanometrología).

Existen departamentos adjuntos a otros campos y proyectos sobre posibles centros nanometrológicos, pero todavía no se está desarrollando un plan para un centro de nanometrología, nos sería muy útil para dar el empujón que falta a este apartado en nuestro país.

Compañías registradas en el "Catalogue of Nanoscience & Nanotechnology. Companies in Spain v.5.0 2015" de la Fundación Phantoms, que investigan y trabajan en este sector:

Datapixel S.L.; Fagor Automotion Koop E.; Ramem S.A.; Trimek S.A.; Unimetrik S.A.

Nanoóptica y Nanofotónica

Gracias a la versatilidad de la Nanofotónica, está presente en casi todos los centros nanotecnológicos en España, aunque sea de manera indirecta. Su relación directa con otros campos hace que siempre haya grupos dedicados a la Nanofotónica en las investigaciones que realizan.

En nuestra Comunidad, justamente en nuestra Universidad, se encuentra el Centro de Tecnología Nanofotónica de Valencia (NTC <http://www.ntc.upv.es/>), creado en 2003, como ejemplo de la buena marcha de este apartado en nuestro país.

Como sub-apartados destacables: Nanoláseres Plasmónicos, donde se exploran las interacciones extremas entre luz y materia; y los Metamateriales, que como ejemplo del fruto de las investigaciones del NTC de la Politécnica de Valencia, hace 2 años desarrollaron junto a científicos de un instituto suizo metamateriales fotónicos, que consiguen mejorar la eficiencia de las placas solares (<http://www.20minutos.es/noticia/1876606/0/materiales-fotonicos/mas-eficientes/placas-solares/>).

Compañías registradas en el “Catalogue of Nanoscience & Nanotechnology. Companies in Spain v.5.0 2015” de la Fundación Phantoms, que investigan y trabajan en este sector:

Datapixel S.L.; Fagor Automotion Koop. E; Soluciones Nanotecnologicas S.L.; VLC Phonics S.L.

Nanotubos de carbono

Los Nanotubos de Carbono son el apartado más conocido dentro de la Nanotecnología, los Nanotubos son estructuras tubulares cuyo diámetro es de nanoescala (nm), y los de Carbono son una forma alotrópica, del mismo modo que lo son el grafito o los diamantes. Piezas para automóviles, artículos para hacer deporte, filtros de agua o baterías recargables, son algunas de las aplicaciones actuales de los nanotubos de carbono, que ya se fabrican de manera industrial.

Existen un buen número de grupos de investigación de nanotubos de carbono en España, con un reconocimiento significativo. La “Web of Science” demuestra que el nivel de publicaciones a nivel mundial apenas se había duplicado en los últimos 4 años, mientras que en España se había triplicado en el mismo período de tiempo.

No obstante, hay diversos inconvenientes en España para el desarrollo de este campo. En éste último, no existe suficiente masa crítica para desarrollar proyectos; deficiencia (como en todos los campos) de financiación para proyectos de investigación, especialmente a la hora de contratar personal cualificado; falta de iniciativas internacionales y que sean visibles; insuficiente apoyo del sector privado a I+D+i; y falta de instrumentos eficientes que sustenten el desarrollo de nuevas investigaciones.

Revertiendo estas deficiencias (que tienen que ver sobre todo con la financiación), podremos ser realmente competitivos a nivel internacional.

Compañías registradas en el “Catalogue of Nanoscience & Nanotechnology. Companies in Spain v.5.0 2015” de la Fundación Phantoms, que investigan y trabajan en este sector:

42Tek; Advanced Nanotechnologies S.L.; Airbus Operations S.L.; Laboratorios Alphasip; Nanoinnova Technologies S.L.; Nanomyp; Nanozar S.L.; Sinatec S.L.; Tecnopackaging S.L.

Nanoquímica

La Nanoquímica es el término general utilizado para referirse a todas las actividades de Nanociencia y Nanotecnología, que utilicen conceptos tradicionales, objetivos y herramientas de la química tradicional. La Nanoquímica trabaja en el diseño, estudio, producción, y transformación de materiales básicos en otros productos más complejos y materiales que demuestren propiedades excepcionalmente útiles gracias a sus dimensiones nanoscópicas.

Al igual que la Nanofotónica, la Nanoquímica tiene un carácter transversal, por lo que se espera que los avances en este campo, contribuyan para solucionar múltiples problemas sociales y tendrán un enorme impacto en muchos aspectos de nuestra vida cotidiana; en especial los relacionados con los siguientes apartados: Energía, Tecnologías de la Información y la Comunicación, Calidad de Vida, Salud, Transporte,...

Aunque sus aplicaciones actuales se podría decir que son de todas las clases; cosmética, automoción, construcción, farmacéuticas, industria aeroespacial, sensores y biosensores, electrónica molecular, aditivos poliméricos,....

De la misma manera que sucede con el resto de apartados, España necesita mayor financiación para desarrollar este sector. No obstante, al ser una ramificación nueva de un sector maduro ya asentado (Química convencional), no exige una financiación extraordinaria como puedan necesitar otras para crear infraestructuras casi desde cero; pero sí que se necesitan planes financiados para promover proyectos sobre aplicaciones y apartados mencionados anteriormente.

Compañías registradas en el "Catalogue of Nanoscience & Nanotechnology. Companies in Spain v.5.0 2015" de la Fundación Phantoms, que investigan y trabajan en este sector:

Agroindustrial Kimatec; Bicosome S.L.; Dropsens S.L.; Graphenea S.A.; Ingeniatrix Tecnologías S.L.; Nanoimmunotech S.L.; Nanoinorganic and Magnetic Particles S.L. – Nanoinmag; Nanoquimia S.L.; Soluciones Nanotecnológicas S.L.

Teoría, Modelado y Simulación de Nanociencia

Para el aprovechamiento óptimo del potencial de la Nanotecnología, y para averiguar posibles aplicaciones de la misma, antes hay que pasar por la teoría, el modelado y la simulación. A partir de este apartado nacieron los demás, y se descubren las nuevas aplicaciones que pueden realizar.

España ha realizado grandes avances en este apartado durante los últimos 10 años. Pensando mal, ante la falta de financiación de todas las áreas sobre las que se puede trabajar en la nanotecnología, la comunidad científica española se ha centrado en experimentar de la manera más barata, y éste es el campo más accesible para ello.

Tenemos una gran red universitaria, potenciada por la forma de pensar española que imperaba hasta hace bien poco, donde había que estudiar una carrera por encima de cualquier cosa; así que también disponemos de una gran cantidad de ingenieros dispuestos a investigar aunque sea de manera teórica y simulada. Con pequeñas muestras de lo que se quiere investigar más unos pocos ordenadores, se pueden realizar estudios y pruebas de mil formas; de ahí los resultados.

No obstante, la tendencia está cambiando; la financiación se está volviendo más importante en este sector también, ya que para realizar nuevos diseños y simulaciones, se necesitan equipos y dispositivos nuevos más potentes y específicos para nanotecnología. Lo mismo ocurre con las herramientas de software, que se quedan obsoletas y las nuevas tienen un coste muy alto. Se necesita mayor financiación para poder actualizar los equipos que se utilizan en este apartado, y así continuar siendo una de las puntas de lanza de este sector en Europa.

Compañías registradas en el “Catalogue of Nanoscience & Nanotechnology. Companies in Spain v.5.0 2015” de la Fundación Phantoms, que investigan y trabajan en este sector:

Atos Origin; Biomol Informatics; Datapixel S.L.; Sgenia S.L.; Simune Atomistics S.L.; Thrello Nanotechnology; WSxM Solutions.

6. CONCLUSIONES

La Nanociencia y la Nanotecnología han pasado, en apenas 20 años, de ser un reducto muy pequeño con apenas científicos realizando estudios en esta materia, a constituirse como uno de los pilares fundamentales del futuro de los avances científicos en las próximas décadas.

La habilidad para manipular cualquier cosa a escala atómica abre posibilidades para diseñar y fabricar nuevos materiales y dispositivos de tamaños nanométricos. Estas posibilidades pueden alterar los métodos de producción en fábricas, permitiendo optimizar al máximo los procesos y automatismos, y contribuyendo al desarrollo global en general.

Por otro lado, la revolución nanotecnológica, que potencia la expansión imparable de las tecnologías de información, causando la globalización de la economía, la diseminación de las ideas, el acceso a diferentes herramientas de conocimiento, la mejora de los sistemas de educación,...etc., que a su vez van a crecer de forma vertiginosa.

Finalmente, la irrupción de las Nanotecnologías afectará directamente a los seres humanos mejorando el diagnóstico y el tratamiento de enfermedades, también mejorando nuestra capacidad para interactuar con nuestro alrededor. Ahora mismo estamos enfrentándonos a un poderoso reto donde Energía, Ingeniería, Biología, Química, Medicina, Física, Ciencias Materiales y la Computación y Modelado, convergen a un mismo punto. Y del que se pueden multiplicar las posibilidades.

Centrándonos en el apartado del mercado español, a pesar de lo mostrado en el último capítulo del trabajo (Nanotecnología en España), en los últimos años parece que la situación está cambiando. La Nanotecnología se ha convertido en un punto importante y cada vez más visible dentro de las ciencias e inversiones en España.

Un buen ejemplo es el INL (Iberian Nanotechnology Laboratory), situado en Braga (Portugal). Un centro de investigación internacional, formado por la unión de recursos de Portugal y España, aunque abierto a inversiones de otros países; dedicado única y exclusivamente a la Nanociencia y a la Nanotecnología. Este centro empezó a tomar forma real en una reunión en noviembre de 2005 entre Portugal y España, y actualmente ya está funcionando con más de 200 científicos investigando.

El IMDEA de Nanociencia en Madrid, el CIN2 en Cataluña, el BIONAND en Andalucía, el CINN de Asturias, el CNT en la Universidad Politécnica de Valencia... etc., son otros ejemplos de centros y complejos que se han ido creando en España en los últimos años, y todos centrados en Nanotecnología o en alguno de sus apartados.

Respecto al listado de compañías que he incluido en los apartados anteriores (Energía, Química, Medicina,...), algunas de ellas se repiten y trabajan en diversos campos de la nanotecnología. Esto se debe a algunos factores, entre los que destacaría dos en concreto:

1. Es la ciencia de lo “minúsculo”, de la escala más pequeña sobre la que se puede trabajar, por lo que todos sus campos convergen en este objetivo. Eso implica que los descubrimientos de uno de sus apartados, se puedan aplicar a los demás.

2. La nanotecnología es una ciencia que apenas ha empezado como industria, por lo que, aunque tenga múltiples aplicaciones sobre las que se puede trabajar, no ha madurado apenas, así que las empresas no han tenido tiempo/necesidad de especializarse. La mayoría se centran en investigar de manera amplia y sin cerrarse puertas, para obtener patentes y darles uso para su actividad principal o venderlas en caso de estar alejadas de sus objetivos.

Finalizando, podemos afirmar que se han estado tomando decisiones positivas para el desarrollo de esta industria en los últimos años; según lo que se realice en los siguientes, llegaríamos (o no, si el ritmo de inversión vuelve a decaer) a convertirnos en un país puntero que sea capaz de explotar sus infinitas posibilidades. La predisposición de la comunidad científica es buena, y tenemos una red universitaria que prepara a ingenieros plenamente cualificados y en cantidad más que suficiente.

Esperemos que las inversiones crezcan (tanto públicas como privadas) para alcanzar mejores objetivos; a mí personalmente me parece un campo con un futuro prometedor y algo por lo que apostar tras una época de crisis tan dura y complicada.

Bibliografía

Libros y Publicaciones:

ENRIQUE DE MIGUEL FERNÁNDEZ (2005). “Introducción a la Gestión (Management)”. Valencia: Editorial UPV. ISBN 84-9705-750-3

KEVAN SCHOLES, GERRY JOHNSON Y RICHARD WHITTINGTON (2010). “Fundamentos de Estrategia”. Madrid. Editorial Pearson. ISBN 978-84-8322-645-2

“Nanociencia y Nanotecnología en España - Un análisis de la situación presente y de las perspectivas de futuro” Fundación Phantoms. 2008 (Publicación en <http://www.nanospain.org/>)

“Nanoscience and Nanotechnology in SPAIN” Fundación Phantoms. 2011 (Publicación en <http://www.nanospain.org/>)

MICHAEL E. PORTER “Ventaja Competitiva”. Editorial Continental. 1988. México. ISBN 968-26-0778-7

MICHAEL J. SPENDOLINI. “Benchmarking” Bogotá. Grupo Editorial Norma. 2005 ISBN 958-04-8564-X

Aplicaciones Industriales de las Nanotecnologías en España en el Horizonte 2020. Fundación OPTI y Fundación INASMET-TECNALIA. Marzo 2008. Depósito Legal: M-12.917-2008

Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011, aprobado por el Consejo de Ministros en su reunión del 14 de septiembre de 2007. Edita: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT). I.S.B.N. 978-84-612-0403-8

Estadísticas empresas nanotecnología en anexos: “Catalogue of Nanoscience & Nanotechnology. Companies in Spain versión 5.0 2015” de la Fundación Phantoms. (Publicación en <http://www.nanospain.org/>)

En línea:

Aplicaciones de la nanotecnología en electrónica y en medicina:

<http://www.understandingnano.com/> (17 de abril de 2015)

Bioquímica: <http://www.ciencias.uma.es/> (18 de abril de 2015)

Biología Molecular: <http://www.nanotecnologia.cl/> (20 de abril de 2015)

DAFO: <http://www.elblogsalmon.com/> (17 de octubre de 2014)

HISTORIA DE LA NANOTECNOLOGÍA: <http://www.euroresidentes.com/> (2 al 8 de octubre de 2014)

INL (Iberian Nanotechnology Laboratory): <http://www.inl.int/> (29 de junio de 2015)

MODELO DE LAS CINCO FUERZAS DE PORTER: <http://www.crecenegocios.com/> (12 de octubre de 2014)

NTC (Centro de Tecnología Nanofotónica de Valencia): <http://www.ntc.upv.es/> (25 de junio de 2015)

Red Española de Nanotecnología <http://www.nanospain.org> (1 octubre 2014 al 15 de julio de 2015)

Química (Molecular y Computacional): <https://nanoquimica68.wordpress.com> (21 de abril de 2015)

Noticias en Línea:

“España logra 553 millones para proyectos de I+D el primer año de Horizon 2020”

http://www.elconfidencial.com/tecnologia/2015-06-12/investigacion-ciencia-inversion-horizonte2020_880212/ (01 de julio de 2015)

“Desarrollan unos metamateriales fotónicos que mejoran la eficiencia de las placas solares”

<http://www.20minutos.es/noticia/1876606/0/materiales-fotonicos/mas-eficientes/placas-solares/> (25 de junio de 2015)

Anexos

Estadísticas del “Catalogue of Nanoscience & Nanotechnology. Companies in Spain v.5.0 2015” de la Fundación Phantoms

Número de compañías nanotecnológicas creadas por año (hasta marzo de 2015):

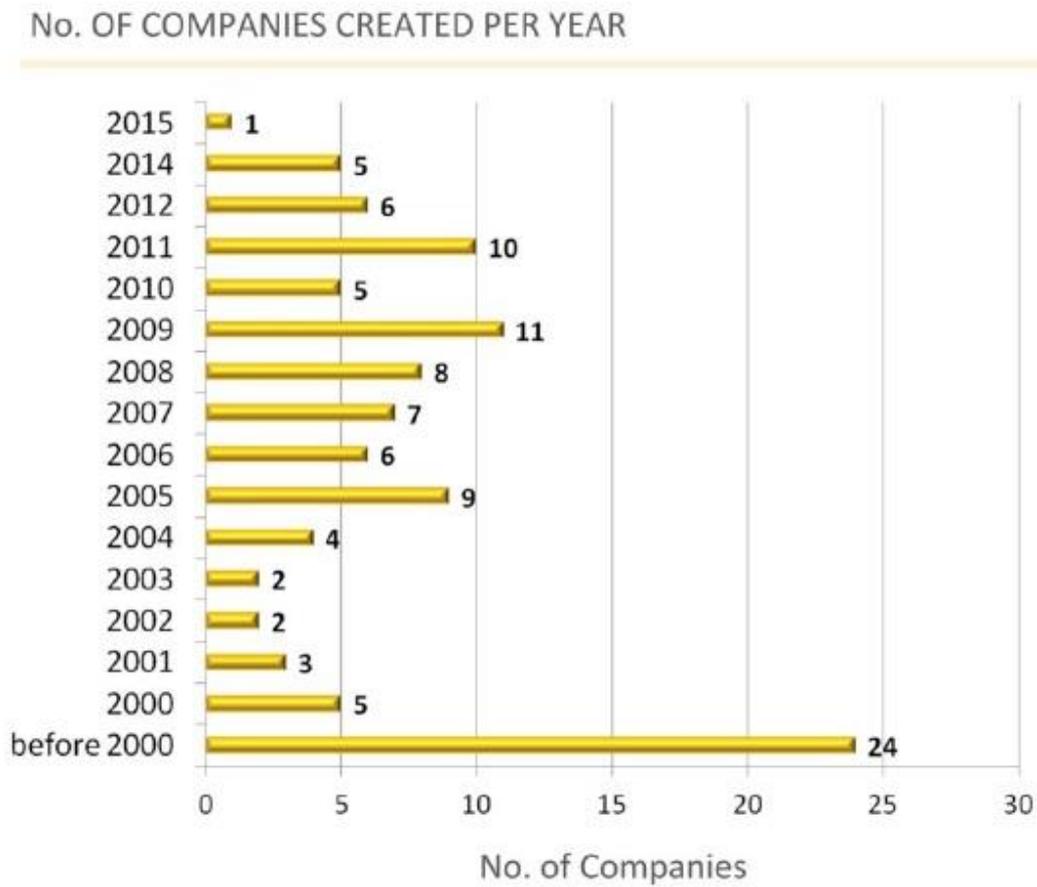


Figura 8: Número de compañías nanotecnológicas creadas por año (Marzo 2015)

Número de compañías creadas por Comunidad Autónoma a Marzo de 2015:

No. OF COMPANIES CREATED PER AUTONOMOUS COMMUNITY



Figura 9: Número de Compañías creadas por Comunidad Autónoma (Marzo 2015)

Número de Compañías por tipo de Investigaciones Nanotecnológicas a fecha de marzo de 2015:

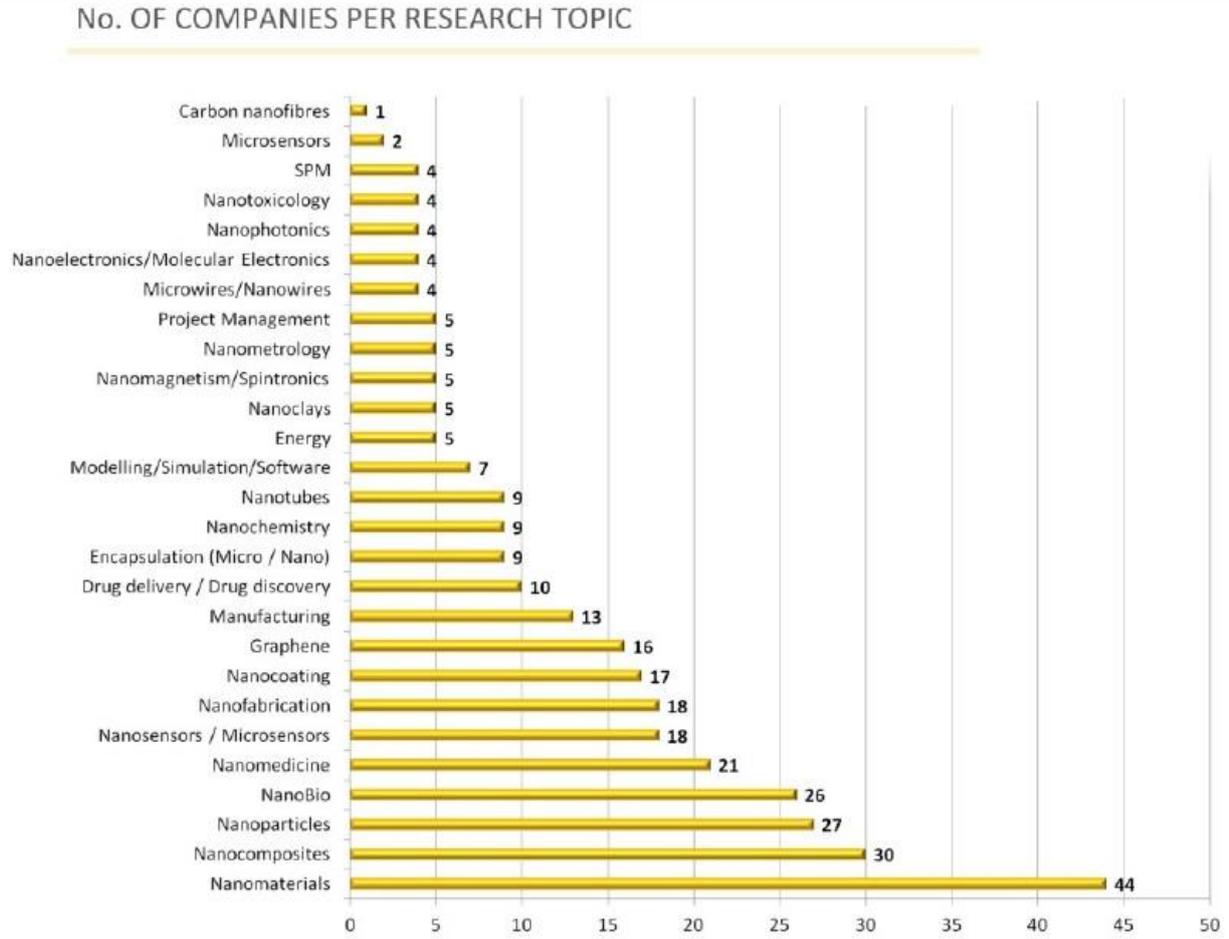


Figura 10: Número de Compañías por tipo de Investigaciones Nanotecnológicas (Marzo 2015)

Cierre de Nanotec

Según la página Euroresidentes.com en España no hay empresas importantes en el campo de la nanotecnología (ya sea productos o industrias nanotecnológicas), solo existe (o existía) una de naturaleza relevante: Nanotec Electrónica S. L. dedicada a la distribución y venta de (SPM) Microscopios de Proximidad/de Campo Cercano.

Pues esta información (que tendrá como un año), ya está obsoleta. Nanotec cerró definitivamente a finales de 2014, una verdadera pena, pero la crisis ha provocado una falta de financiación al I+D+i español y ha terminado repercutiendo en esta empresa convirtiéndola en un cierre más.

La información ha sido extraída de estas páginas web:

http://www.euroresidentes.com/futuro/nanotecnologia/paises/nanotecnologia_espana.htm

<http://www.elmundo.es/ciencia/2014/10/06/542e9f9ee2704eb5518b4586.html>

<http://gefes-rsef.org/2015/01/26/cierre-de-nanotec-electronica/>