# La inmersión en el Nanomundo

Dr. Ricardo Díaz Martín

Catedrático de Ingeniería Universidad a Distancia de Madrid - UDIMA



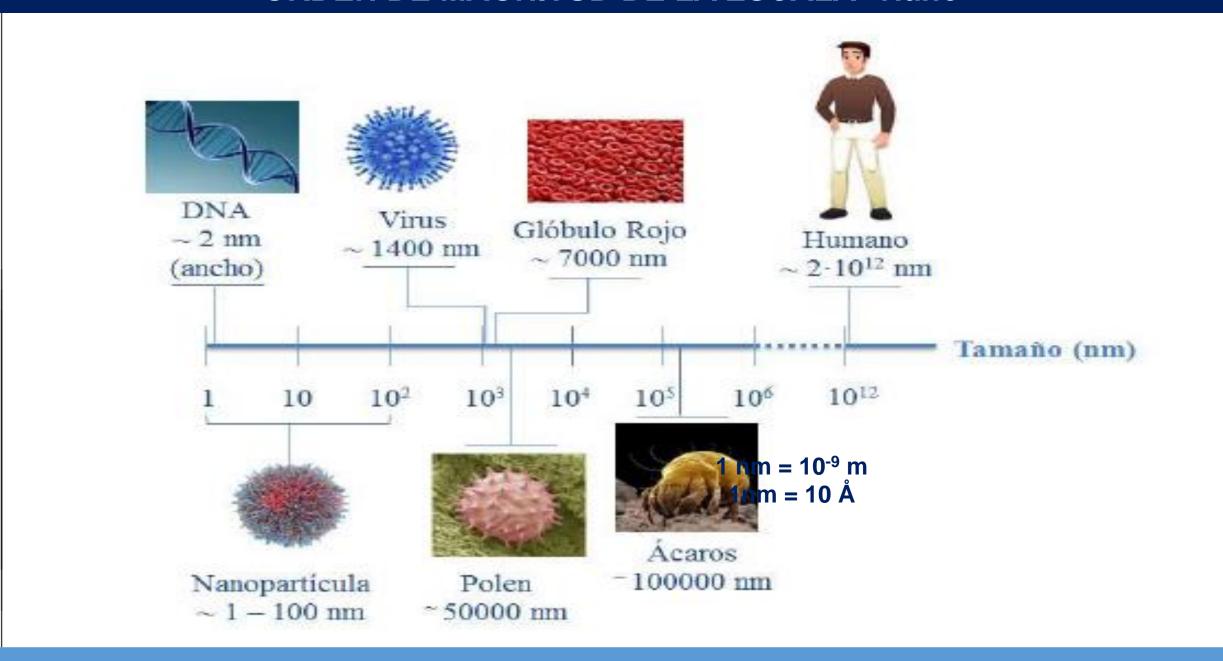
Con la financiación de:







#### ORDEN DE MAGNITUD DE LA ESCALA "Nano"



#### ¿LA ESCALA "Nano" DÓNDE ESTÁ?

#### **NANOMATERIALES NATURALES:**

Cenizas generadas por un volcán.

#### NANOMATERIALES INCIDENTALES O ACCIDENTALES:

Humos de soldadura, productos de combustión.

#### **NANOMATERIALES MANUFACTURADOS**:

Diseñados intencionadamente con unas propiedades específicas (mecánicas, eléctricas, ópticas, catalíticas, etc.)

En muchos casos, las propiedades que presenta el mismo material a escala superior, son muy diferentes a las que presenta a escala nano.

#### ¿DÓNDE PUEDE ESTAR EL POSIBLE RIESGO?

#### Toxicidad intrínseca de las nanopartículas

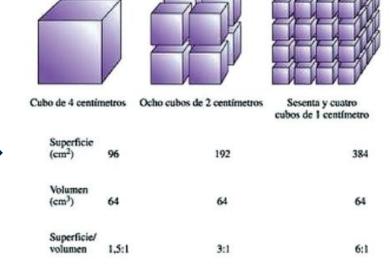
#### A/ Factores físicos

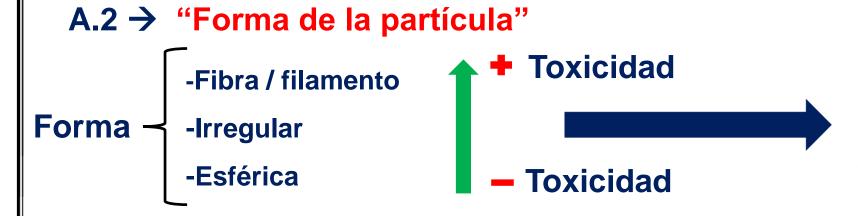
A.1 → "Superficie específica"

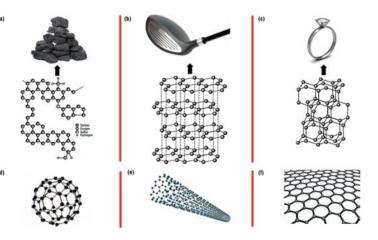
Volumen (-Toxicidad)

Superficie (+Toxicidad)

Relación Volumen vs Superficie







#### ¿DÓNDE PUEDE ESTAR EL POSIBL RIESGO?

#### Toxicidad intrínseca de las nanopartículas

B/ Factores Químicos

Los seres vivos son disolucíones acuosas

Hasta hoy, la toxicidad era función de la "Solubilidad polar o acuosa"

Solubilidad -- Insoluble -- Toxicidad -- Soluble --

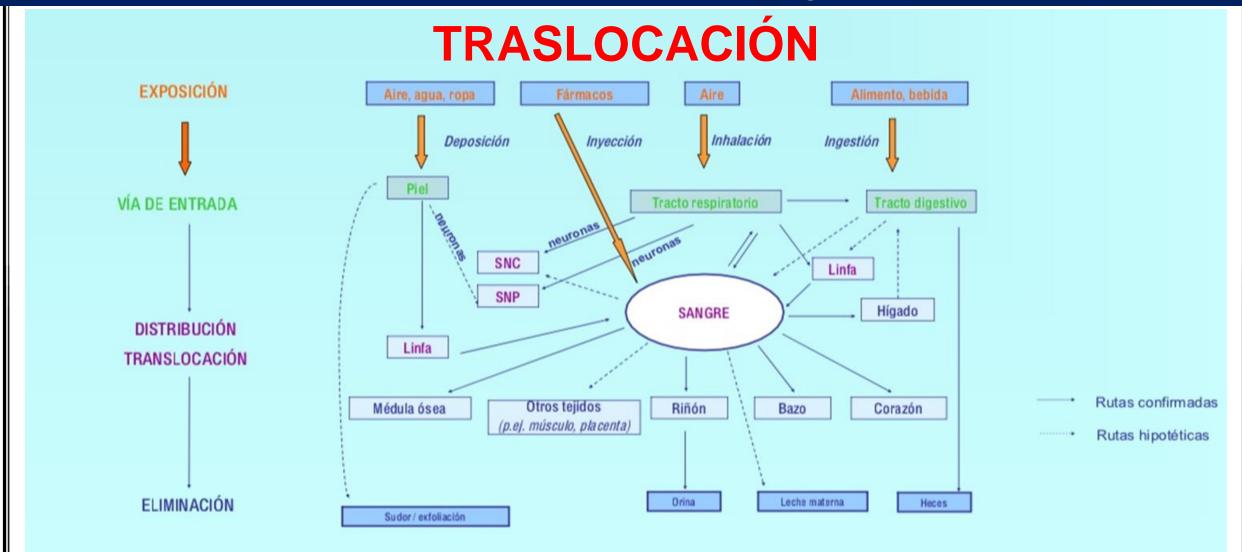
#### DIFERENCIA ENTRE TERMODINÁMICA Y CINÉTICA DEL PROCESO QUÍMICO

Toxicocinética -> Aumenta con la superficie específica de las partículas

#### ¡IMPORTANTE! La Translocación de las nanopartículas

PROPIEDAD ESPECÍFICA DE LAS NANOPARTÍCULAS QUE LAS PERMITE ATRAVESAR BARRERAS BIOLÓGICAS E INVADIR DIFERENTES ÓRGANOS SIN QUE SE ALTERE LA ESTRUCTURA Y LAS PROPIEDADES DE LA NANOPARTÍCULA

#### ¿Dónde puede estar el riesgo?



La translocación es una propiedad específica de las nanopartículas. Este término se refiere a un proceso mediante el cual las nanopartículas atraviesan las barreras biológicas y pueden aparecer en otras partes del organismo distintas de las de entrada, pero manteniendo su integridad como partícula (es decir sin que se produzca disolución). Por ejemplo, llegando al cerebro a través del nervio olfativo.

#### ¿CÓMO SE CLASIFICAN LAS NANOPARTÍCULAS ARTIFICIALES?

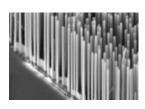
#### Nanomateriales manufacturados

#### Nano-objetos (normativa ISO)

#### Nanoplaca



**Nanohilo** Nanofibra conductora





Nanotubo

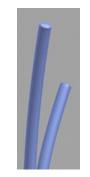
**Nanofibra** 

hueca

Nanofibra Nanopartícula



Nanovarilla **Nanofibra** sólida

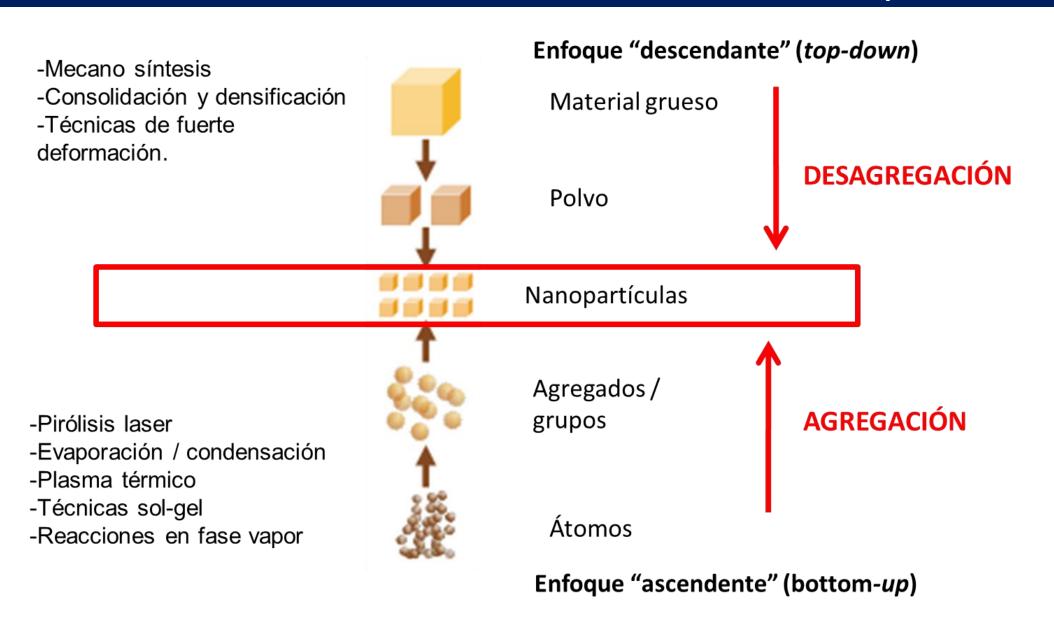


#### **Materiales nanoestructurados**

- \* Polvo nanoestructurado
- \* Nanocompuesto
- \* Nanoespuma sólida
- \* Nanodispersión fluida
- \* Material nanoporoso

Esquema: Clasificación nanomateriales manufacturados.

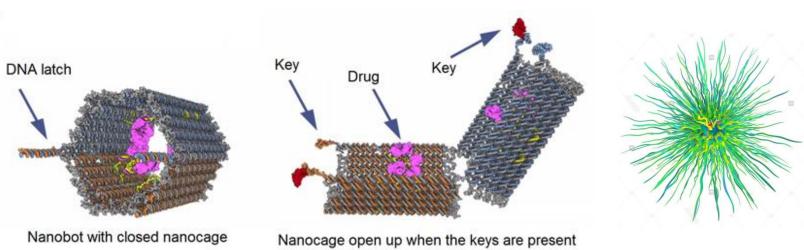
#### FABRICACIÓN DE NANOMATERIALES NANOFACTURADOS (NMM – NMF)

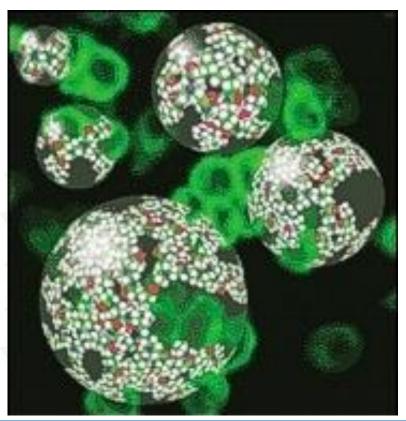


Fuente: Les nanomatériaux. INRS

#### 1.-Técnicas de distribución celular de principios activos de fármacos:

- 1. Diseño de dendrímeros para transporte de diferentes compuestos.
- 2. Reconocimiento de células enfermas como dianas.
- 3. Diagnósticos de estados de enfermedad.
- 4. Informar de los resultados de la terapia.



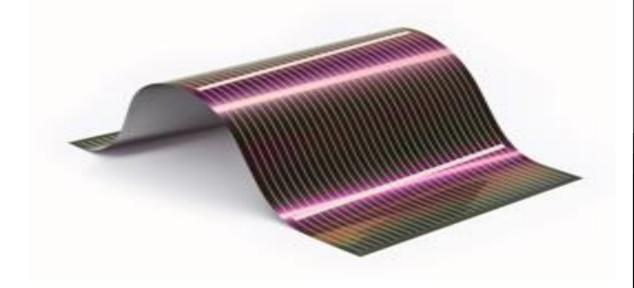


#### 2.- Nanopelículas:

Pueden ser utilizados en películas delgadas dándoles características de:

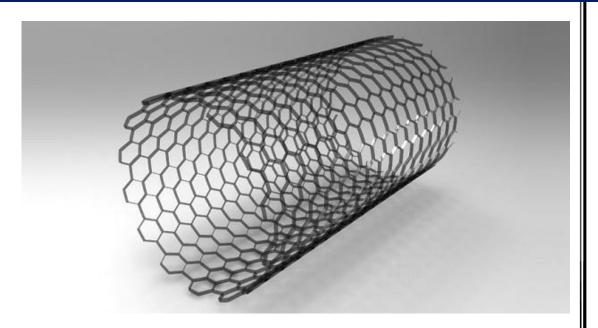
- 1. Repelentes al agua
- 2. Anti-reflejos
- 3. Auto-limpieza
- 4. Antimicrobianos
- 5. Resistencia a radiación UV o IR
- 6. Conductor de la electricidad o acumuladores de carga estática.

Se aplican en gafas, pantallas de ordenador y cámaras, capas superficiales de la carrocería de vehículos, etc.,



#### 3.- Nanotubos:

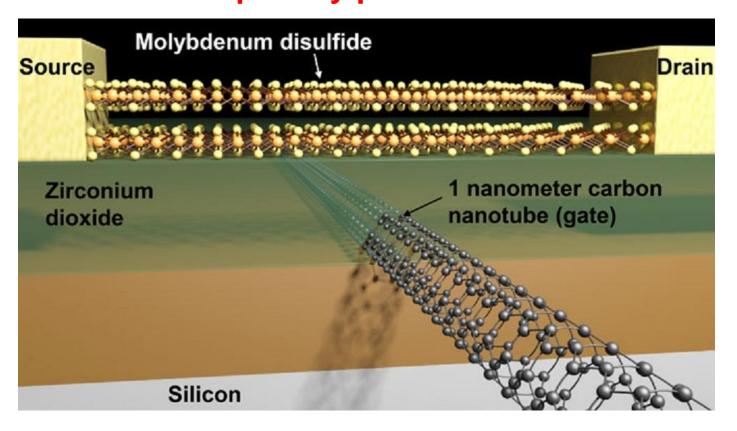
Los nanotubos de carbono (CNT) se utilizan material deportivo ligero y piezas de automóviles debido a su mayor resistencia mecánica y menor peso que los materiales convencionales.





#### 4.- Transistores a nanoescala

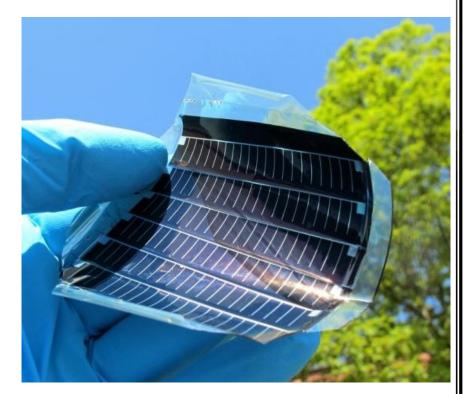
Tienen enormes aplicaciones en el campo de la electrónica y la informática, dando lugar a ordenadores más rápidos y potentes.



#### 5.- Plásticos solares,

Contienen diferentes materiales a nanoescala

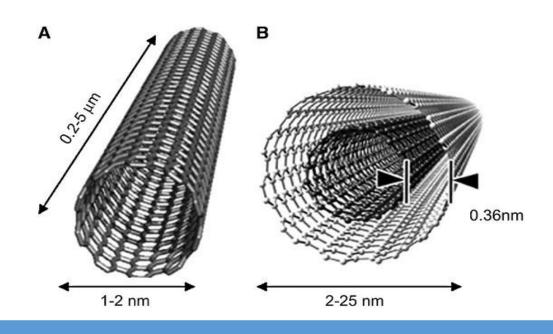
- Llamados a reemplazar a las tecnologías tradicionales de la energía solar, ya que absorben la luz solar e, incluso, la luz interior, convirtiéndola en energía eléctrica.
- También tiene aplicaciones en baterías recargables, etc.



#### 6.- Nuevas nano-tecnologías de filtración de agua:

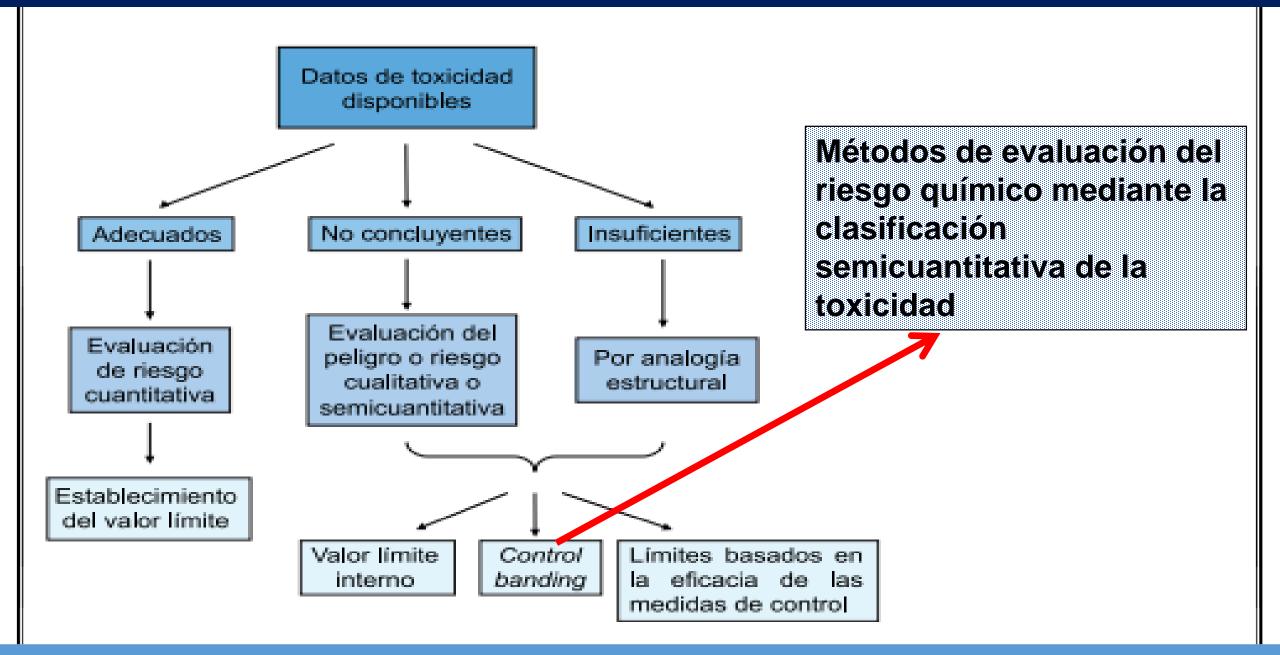
- 1. Membranas basadas en nanotubos de carbono para desalinizar el agua.
- 2. Sensores a nanoescala para identificar contaminantes en sistemas de agua.

El dióxido de titanio a nanoescala para filtrar y purificar agua Se puede emplear en ultrafiltración sanitaria y diálisis





#### **EVALUACIÓN DE RIESGOS LABORALES CON NANOMATERIALES**



#### VALORES LÍMITE DE EXPOSICIÓN DE NANOMATERIALES

Se han establecido valores límite, pero NINGUNO DE CARACTER OBLIGATORIO

#### PAISES CON RECOMENDACIÓN DE VALORES LÍMITE:

- 1. Reino Unido. (BSI). (BEL) "Benchmark Exposure Levels".
- 2. Alemania. (IFA). (RBL) "Recommended Benchmark Levels".
- **3. Paises Bajos**. (SER) "Social and Economic Council of the Netherlands". (**NRVs**) "Nano Reference Values".
- **4. Estados Unidos**. NIOSH "National Institute for Occupational Safety and Health". (**REL**) "Recommended Exposure Limit".

#### DOCUMENTOS INTERNACIONALES CON VALORES LÍMITE RECOMENDADOS:

- 1. Documento de la OMS DE 2018
- 2. Documento internos en empresas tecnológicas europeas y estadounidenses.

#### EVALUACIÓN DE RIESGOS. CUALITATIVA

Peligro Exposición	A	В	С	D	E
1	3	3	3	2	1
2	3	3	2	2	1
3	3	2	2	1	1
4	2	1	1	1	1

## EJEMPLOS DE CONTROL BANDING

Stoffenmanager nano. PAISES BAJOS

Tabla: Bandas de riesgo Stoffenmanager nano.
PAISES BAJOS

CB NANOTOOL 2.0
REINO UNIDO

- Nivel de Riesgo 1: Ventilación general
- Nivel de Riesgo 2: Extracción localizada
- Nivel de Riesgo 3: Confinamiento
- Nivel de Riesgo 4: Solicitar asesoramiento externo

		PROBABILIDAD				
		EXTREMADAMENTE IMPROBABLE (0-25)	POCO PROBABLE (26-50)	PROBABLE (51-75)	MUY PROBABLE (76-100)	
SEVERIDAD	MUY ALTA (76-100)	RL3	RL3	RL4	RL4	
	ALTA (51-75)	RL2	RL2	RL3	RL4	
	MEDIA (26-50)	RL1	RL1	RL2	RL3	
	BAJA (0-25)	RL1	RL1	RL1	RL2	

#### QUÉ SE HACE ACTUALMENTE EN ESPAÑA

#### La Herramienta estratégica es el Plan de Acción 2015-2020



#### ESTRATEGIA ESPAÑOLA DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO 2015-2020

MARCO DE REFERENCIA DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO HASTA 2020

"La investigación sigue siendo una de las grandes debilidades del sistema preventivo mientras no se cuente con instituciones especializadas en este fin y no se disponga de una partida específica en los Planes Nacionales de I+D+i."



#### **RIESGOS EMERGENTES.**

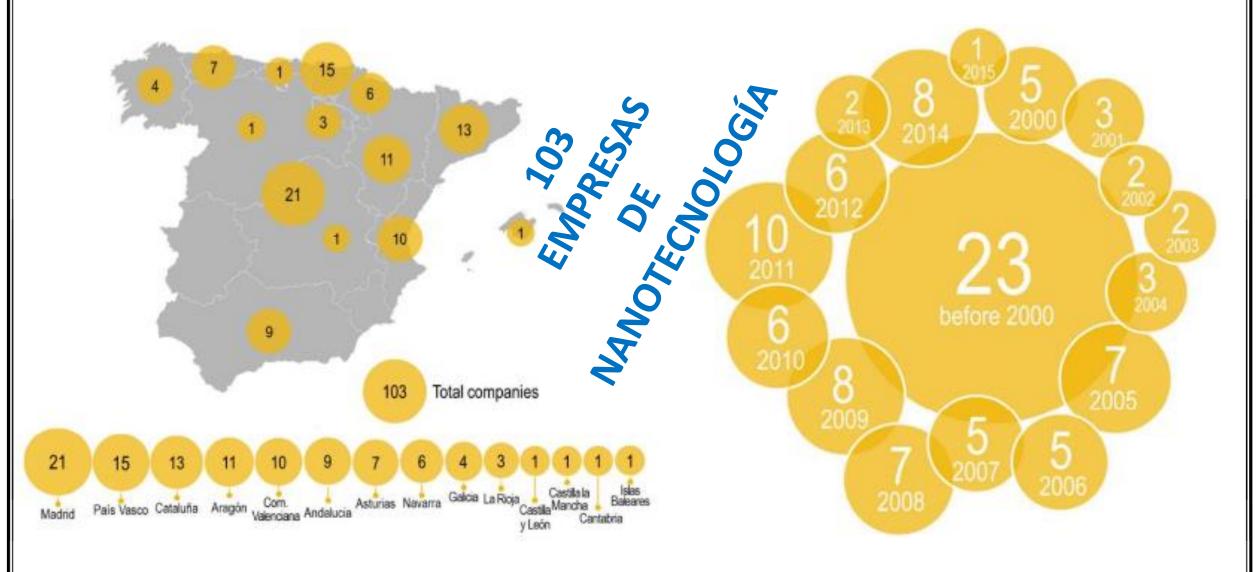
Los expertos prevén la aparición de efectos derivados de las nuevas tecnologías en los campos de (...) nanotecnologías (...)

### En relación con las nanotecnologías, es necesario:

- Promover la investigación y grupos competitivos
- Detectar actividades expuestas a estos riesgos
- Establecer programas reglados de vigilancia de los trabajadores expuestos

#### PRESENCIA DE LA NANOTECNOLOGÍA EN ESPAÑA

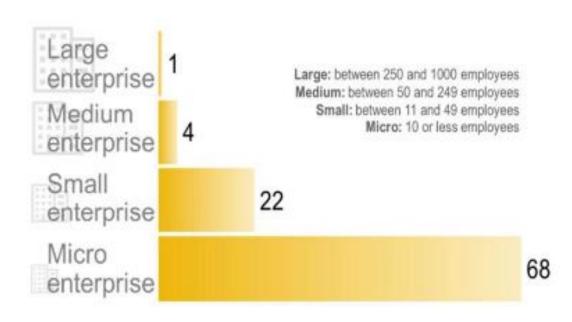


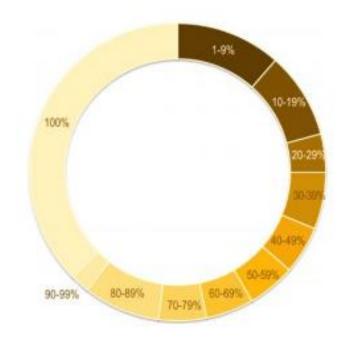


#### DEDICACIÓN A NANOCIENCIA Y NANOTECNOLOGÍA. ESPAÑA

#### Nº DE EMPRESAS POR TAMAÑO

### % ACTIVIDAD NANOTECNOLÓGICA

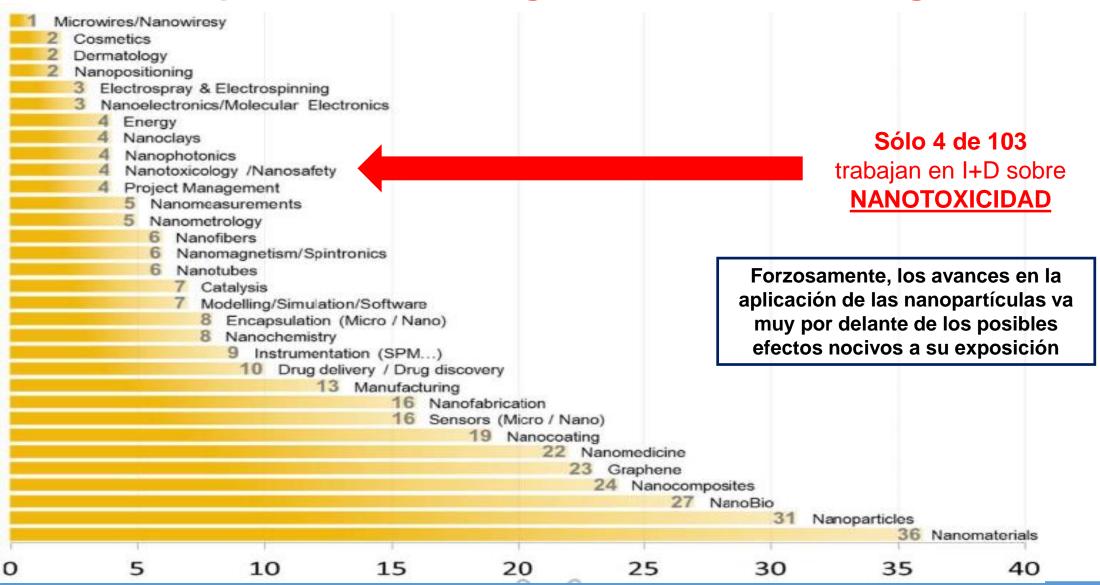




companies	
11	
9	
4	
6	
5	
5	
5	
5	
8	
2	
36	

#### DEDICACIÓN A NANOCIENCIA Y NANOTECNOLOGÍA. ESPAÑA





#### 1<sup>a</sup> Sentencia UE – España en referencia a exposición a nanomateriales

Una juez de Pamplona dicta auto y sentencia en el que corrobora que trabajador trasplantado de riñón es especialmente sensible a las nanopartículas.

El trabajador es un investigador científico, altamente cualificado con grado de doctor.

La empresa es un centro de investigación.



JUZGADO DE LO SOCIAL Nº 4 c/ San Roque, 4 - 1ª Planta

NIG: Materia: Resolución: Sentencia 000347/2017

Procedimiento: PROCEDIMIENTO

ORDINARIO

Nº Procedimiento:

Sección: A

0000658/2016

En la ciudad de Pamplona/Iruña, a 27 de octubre de 2017. El/La Ilmo./Ilma. Sr./Sra. D./Da. MAITE ALEJANDRO ARANZAMENDI, Magistrado-Juez del Juzgado de lo Social Nº 4 de los de Navarra

> EN NOMBRE DEL REY Ha dictado la siguiente

> > SENTENCIA

#### **RECOMENDACIONES FINALES. OMS (2018)**

#### Según la OMS, en su documento publicado en 2018

#### Practicas óptimas

Agrupación de nanomateriales en 3 grupos de riesgo:

- -Toxicidad especifica.
- -Fibras.
- -Partículas granulares biopersistentes.

Formación y capacitación específica.

Implicación directiva en evaluación y control Evaluación de peligros de NMF para la salud

Asignación clase de peligrosidad a los NMF.

Para fibras respirables y partículas granulares biopersistentes, propuesta de uso de clasificación existente de NMF para clasificar provisionalmente a los del mismo grupo.

Evaluación de exposición a NMF

- -Evaluación bajo normativa específica.
- -En ausencia de normativa, propone recomendaciones OCDE.
- -Evaluación escalonada.

Implicación directiva en evaluación y control

#### Control exposición a NMF

Control de la exposición por inhalación con el fin de reducirla lo máximo posible.

Reducción exposición en especial:

- -limpieza y mantenimiento,
- -recogida de materiales de reactores
- -alimentación de líneas de producción.
- -En ausencia de información toxicológica, puesta en práctica de los controles más rigurosos en evitación de exposición.
- -Si hay información, enfoque más especifico.

