

LOS RIESGOS DE LA NANOTECNOLOGÍA

Marta Bermejo

**Jefa de la Unidad de Vigilancia de la Salud y Medicina del Trabajo del
CSIC**

y

Pedro A. Serena

Investigador Científico

Instituto Ciencia de Materiales de Madrid-ICMM





CSIC

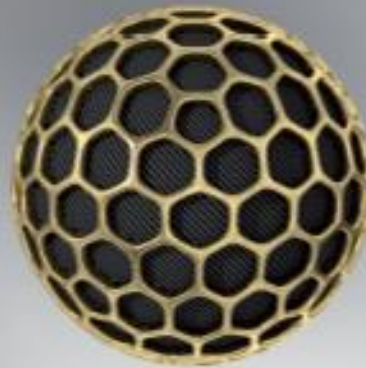
LOS RIESGOS DE LA NANOTECNOLOGÍA

Marta Bermejo Bermejo y Pedro A. Serena Domingo

¿QUÉ SABEMOS DE?

Los riesgos de la nanotecnología

Marta Bermejo Bermejo
y Pedro A. Serena Domingo



CSIC



ÍNDICE

Prólogo

CAPÍTULO 1. Viviendo en la era de la nanotecnología

CAPÍTULO 2. El lado amable de lo pequeño

CAPÍTULO 3. Luces y sombras, fascinación y miedo

CAPÍTULO 4. Los riesgos de los nanomateriales para la salud y el medioambiente

CAPÍTULO 5. ¿Cómo llegan los nanomateriales a nuestro cuerpo?

CAPÍTULO 6. La gestión integral de los riesgos de la nanotecnología

CAPÍTULO 7. Abriendo el camino hacia el futuro

Una conclusión (siempre provisional)

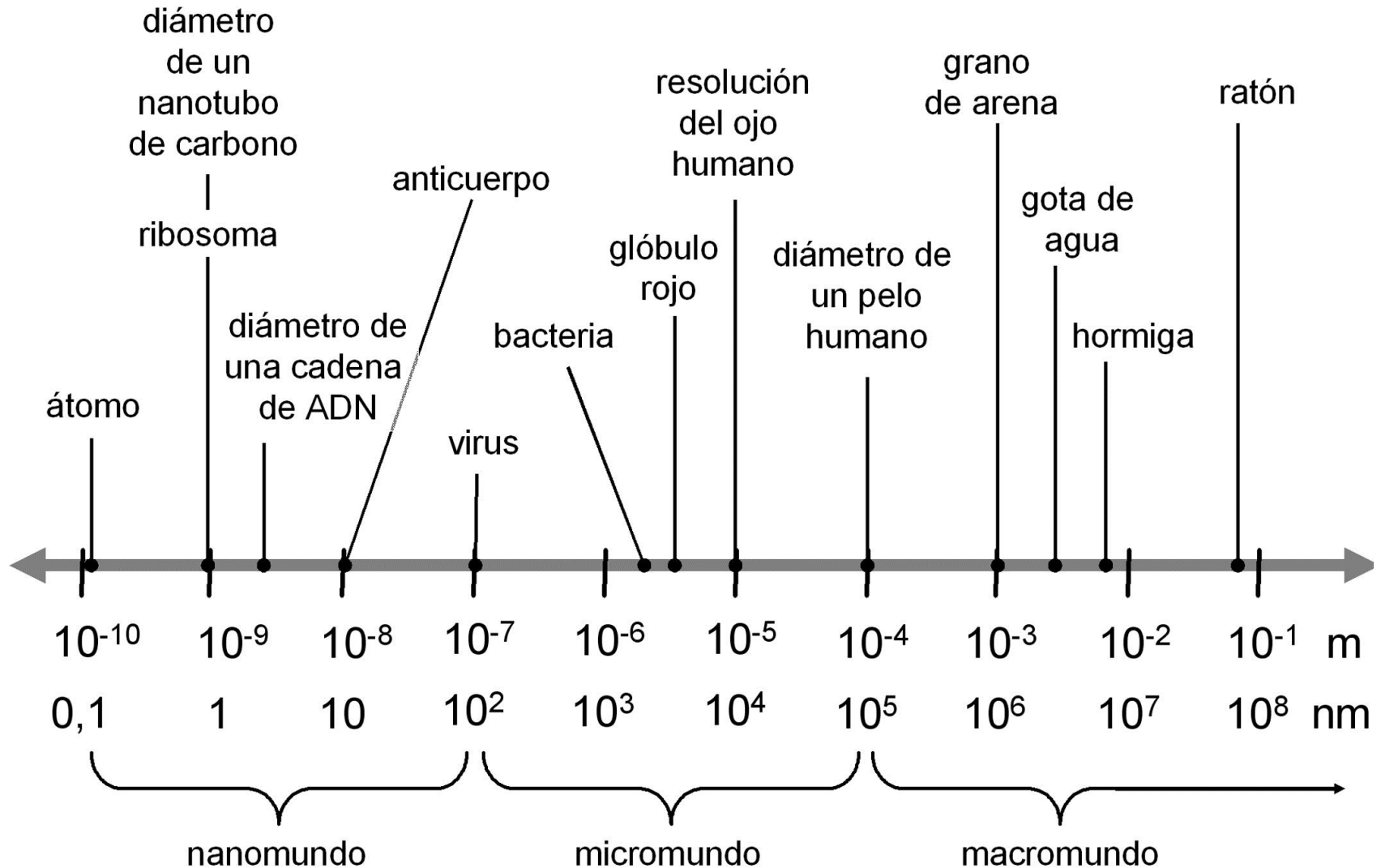
Bibliografía

Prólogo

CAPÍTULO 1.

Viviendo en la era de la nanotecnología

DEL NANOMUNDO AL MACROMUNDO



SIGLO XXI

SIGLO XX

< SIGLO XIX

¿POR QUÉ “NANO”?

+ PEQUEÑO = + SUPERFICIE RELATIVA

+ PEQUEÑO = + REACTIVO

+ PEQUEÑO = + PODER DE PENETRACIÓN

+ PEQUEÑO = + RÁPIDO

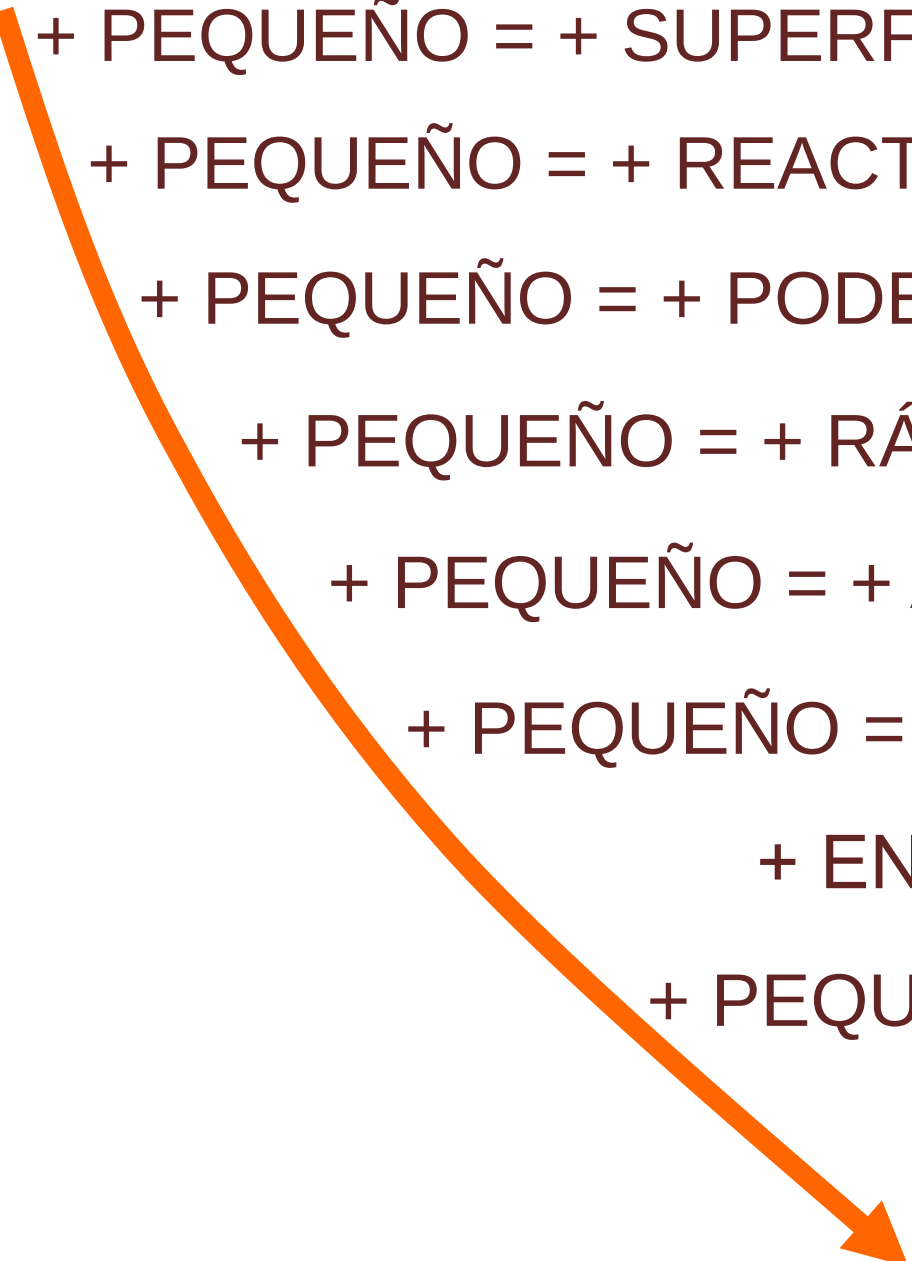
+ PEQUEÑO = + ALMACENAMIENTO

+ PEQUEÑO =

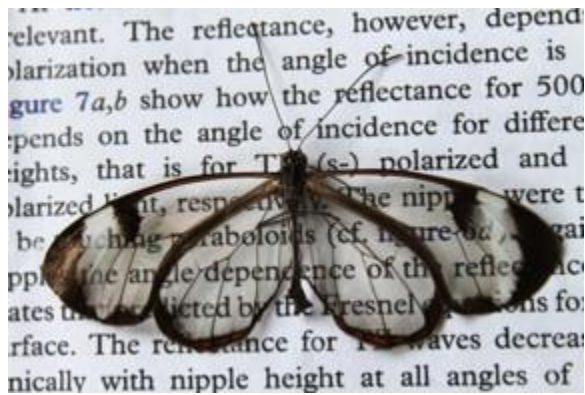
+ ENTENDEMOS LO “BIO”

+ PEQUEÑO =

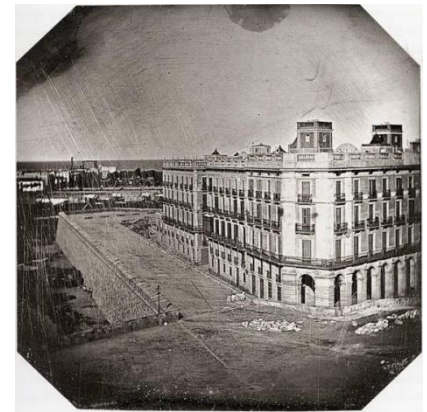
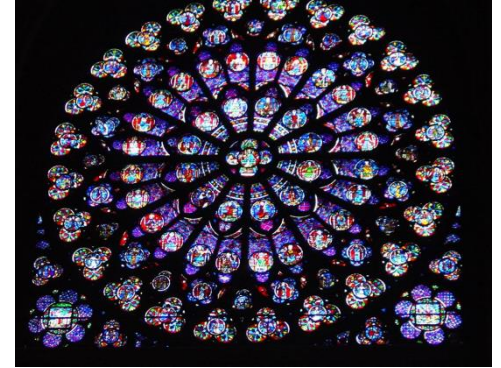
+ EFECTOS CUÁNTICOS



NANOMATERIALES NATURALES



NANOMATERIALES EN LA HISTORIA





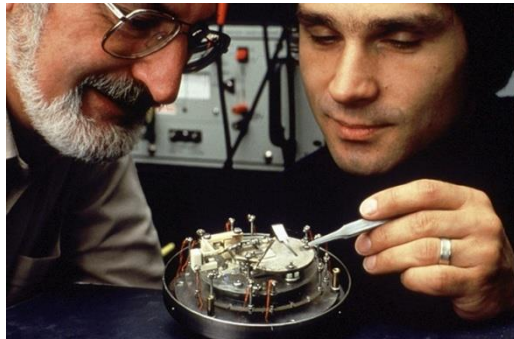
Richard P.
Feynman



Norio
Taniguchi



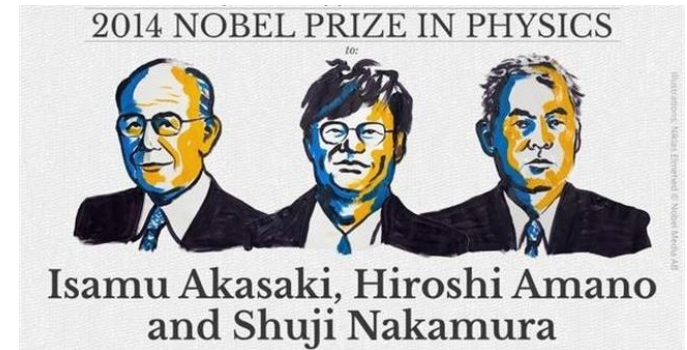
Robert Curl, Harold Kroto and
Richard Smalley



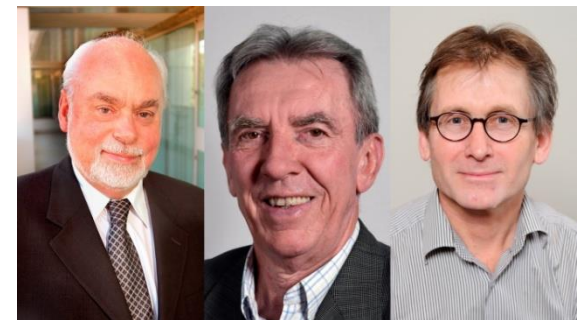
H. Rohrer y G. Binnig



Sumio Iijima



Andre Geim &
Konstantin Novoselov



TAXONOMÍA DE LOS NANOMATERIALES

- Átomos y moléculas sencillas, ADN, ARN, proteínas, fosfolípidos,...
- Membranas, micelas, liposomas, dendritas, cápsidas víricas,...
- C60, fullerenos, fullerenos multicapa,...
- Nanotubos de carbono (SW, MW; ramilletes, conos, bumps,...), NBNT,...
- Grafeno, óxido de grafeno, grafito nanoestructurado,
- Otros materiales bidimensionales (MoS_2 , fosforeno,...).
- Nanoplacas cerámicas
- Nanopartículas (Cu, Ag, Au, Ti, TiO_2 , ZnO, SiO_2 , Fe_2O_3 , CeO_2 , ZrO_2 , Al_2O_3 , FePO_4 , CdSe, TeCd, PbS,...)
- Nanohilos, nanobarras,...
- Nanoestructuras huecas. Nanocajas. Nanomateriales nanoporos (MOF, zeolitas,...).
- Recubrimientos de espesor nanométrico. Sistemas multicapas.
- Materiales nanoestructurados ordenados.
- Nanocomposites y nanohíbridos.

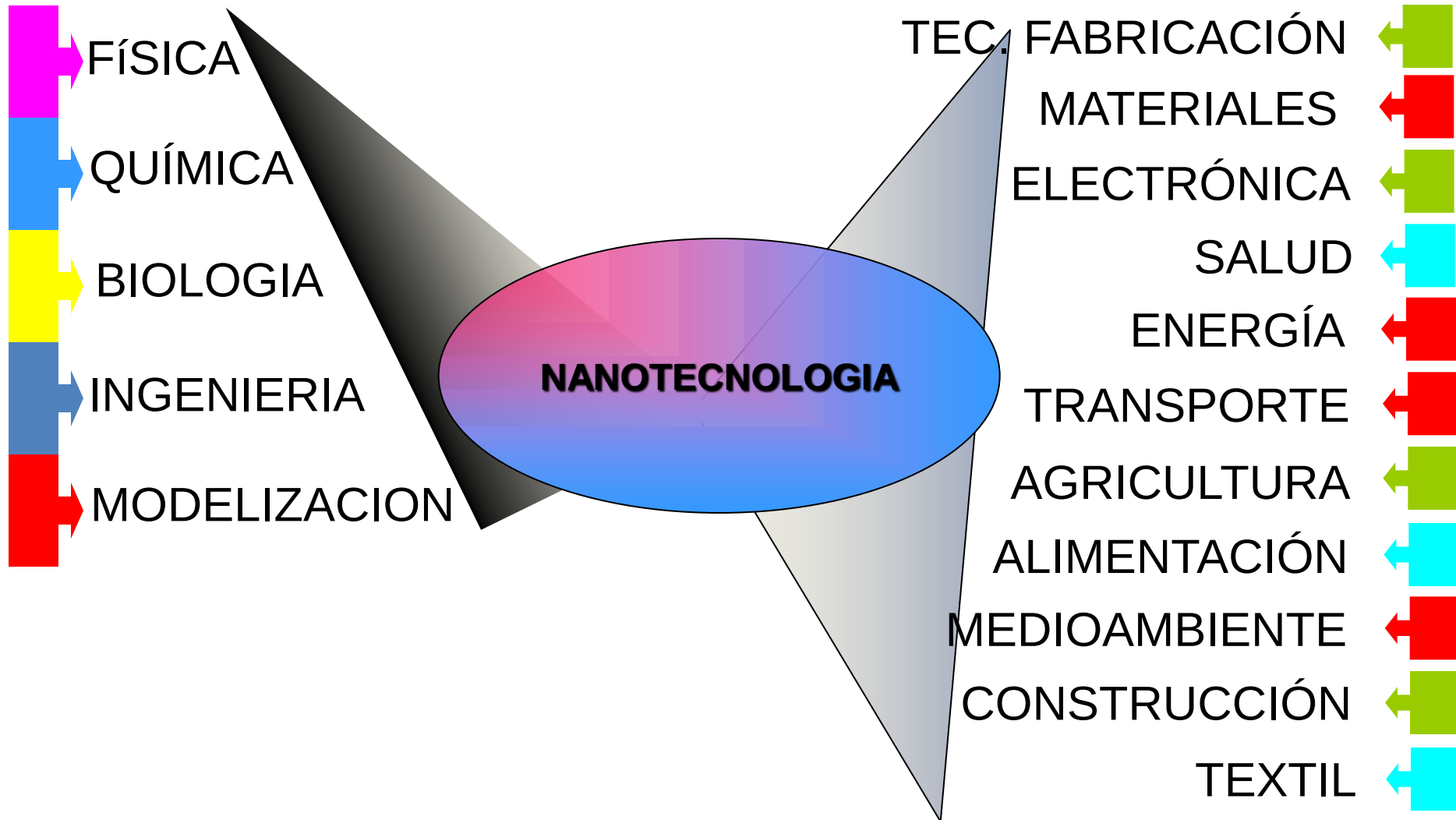
Nota. Los nanoobjetos se pueden recubrir con capas nanométricas de otros materiales, se pueden funcionalizar con muchos grupos funcionales. Los nanomateriales, con las formas adecuadas, se pueden integrar en diferentes nanosistemas: transistores, memorias, LEDs, MEMs, sistemas optoelectrónicos, etc.

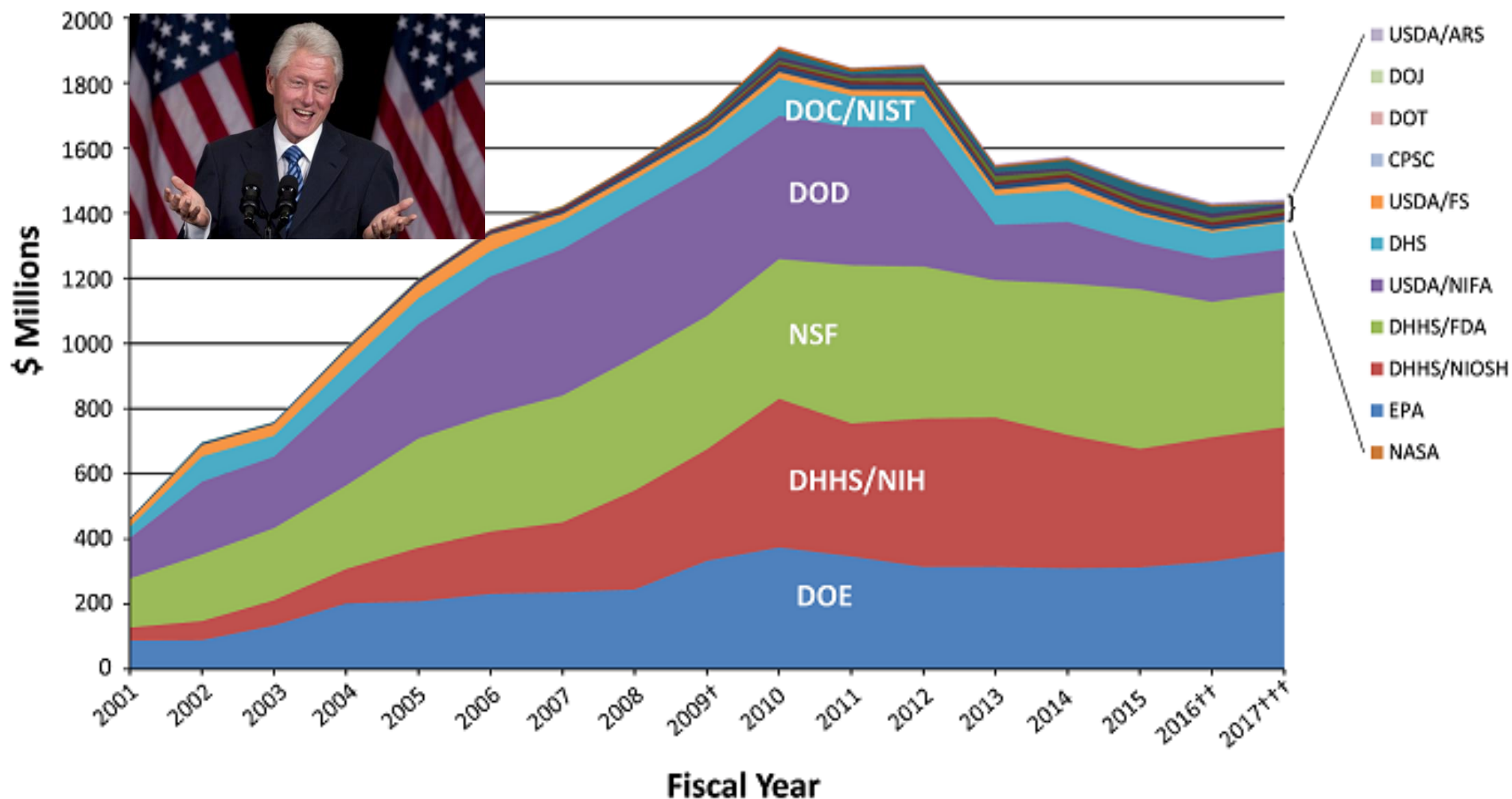
CAPÍTULO 2.

El lado amable de lo pequeño

NANOTECNOLOGÍA:

MULTIAPLICACIÓN / UBICUIDAD / INVISIBILIDAD





NNI Funding by Agency, 2001-2017

† 2009 figures do not include American Recovery and Reinvestment Act funds for DOE (\$293 million), NSF (\$101 million), NIH (\$73 million), and NIST (\$43 million)

†† 2016 estimated funding is based on 2016 enacted levels and may shift as operating plans are finalized.

††† 2017 Budget.

PUBLICACIONES EN NANOTECNOLOGIA

		2000	2003	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	 China	1,935	4,725	10,634	12,651	15,414	17,660	20,227	24,949	28,362	34,584	41,324	47,494	53,081
2	 USA	4,406	7,820	12,494	13,542	14,785	15,587	17,409	18,747	19,841	21,925	22,459	23,509	24,185
3	 India	384	908	1,932	2,479	3,049	3,618	4,355	5,534	6,099	7,952	9,486	10,711	12,549
4	 Germany	1,940	3,191	4,555	4,929	5,305	5,700	6,213	6,834	6,987	7,538	7,863	8,162	9,235
5	 South Korea	513	1,562	2,984	3,368	4,213	4,604	5,337	6,344	6,891	7,581	8,259	8,837	8,989
6	 Iran	8	30	287	480	831	1,411	2,015	3,011	3,681	4,624	5,532	6,729	8,424
7	 Japan	2,286	4,178	5,620	5,758	6,145	6,224	6,302	6,763	6,717	7,197	7,300	7,324	7,459
8	 France	1,215	2,216	3,123	3,245	3,832	4,018	4,236	4,554	4,823	5,232	5,252	5,604	6,159
9	 UK	1,037	1,647	2,283	2,571	2,900	3,091	3,236	3,440	3,628	4,124	4,386	4,814	5,443
10	 Russia	910	1,584	1,917	2,136	2,342	2,521	2,713	2,845	2,894	3,277	3,567	4,382	4,620
11	 Spain	447	862	1,586	1,898	2,137	2,449	2,719	3,055	3,429	3,715	3,915	4,066	4,445
12	 Italy	600	1,257	1,731	2,073	2,232	2,495	2,695	3,004	3,225	3,693	3,768	4,080	4,221
13	 Australia	227	510	938	1,108	1,316	1,545	1,697	2,110	2,277	2,774	3,079	3,539	3,633
14	 Canada	457	810	1,424	1,624	1,799	1,960	2,046	2,386	2,609	2,896	2,940	3,238	3,548
15	 Taiwan	251	684	1,734	1,861	2,253	2,506	2,719	3,165	3,107	3,470	3,422	3,186	3,067
16	 Brazil	220	463	758	857	999	1,063	1,221	1,332	1,552	1,844	2,081	2,212	2,808
17	 Saudi Arabia	11	7	19	31	45	139	293	610	919	1,248	1,785	2,460	2,690
18	 Poland	255	649	970	1,019	1,151	1,153	1,217	1,294	1,486	1,744	1,939	2,271	2,480

PATENTES EN NANOTECNOLOGIA (EPO)

		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1	 USA	76	116	157	174	169	176	208	219	227	266	271	306	350	361	421	577
2	 Germany	39	73	107	99	86	123	119	151	127	162	208	208	243	206	229	289
3	 France	40	46	60	55	52	63	56	70	77	87	120	128	145	140	152	208
4	 Japan	37	41	46	41	46	57	62	57	70	74	97	133	134	141	131	188
5	 South Korea	1	0	1	6	88	14	21	32	40	34	35	49	55	73	52	105
6	 UK	10	19	18	22	19	22	20	20	22	27	30	45	38	45	45	81
7	 Switzerland	5	9	24	16	23	22	32	36	42	29	33	37	47	63	48	75
8	 Netherlands	9	7	13	15	16	18	23	25	27	37	38	37	45	38	43	71
9	 China	1	0	2	1	1	2	2	7	1	9	9	15	16	14	28	59
10	 Italy	5	6	9	20	12	10	14	23	22	31	22	43	37	29	47	49
11	 Sweden	2	6	3	7	4	10	7	9	10	9	11	10	20	22	16	36
12	 Spain	2	0	2	3	2	6	3	7	8	6	6	11	10	15	15	32
13	 Belgium	1	6	5	6	14	8	9	12	11	9	30	23	17	23	33	29
14	 Finland	2	0	1	5	4	4	2	5	4	11	5	7	5	9	12	29
15	 Canada	7	9	4	7	4	15	5	13	10	9	8	17	21	14	14	22
16	 Australia	1	1	2	2	3	6	3	3	2	8	12	5	7	9	14	20
17	 Taiwan	0	0	1	0	1	0	2	3	5	3	12	8	6	8	12	19
18	 Austria	3	5	1	5	6	8	9	3	5	12	7	13	9	14	16	15

NANOTECHNOLOGY PRODUCTS DATABASE (NDP)

<http://product.statnano.com/>

NDP was established in January 2016 in order to become a reliable, credible, and up-to-date



Nanotechnology
Products Database

[LOGIN](#) | [CREATE NEW ACCOUNT](#)

[HOME](#)

[INTRODUCTION](#)

[STATNANO.COM](#)

[Contact us](#)

[Product Submission](#)

INTRODUCTION

Nanotechnology Products Database (NPD) was established in January 2016 in order to become a reliable, credible, and up-to-date source of information for the analysis and characterization of nanotechnology products (i.e., nanoproducts) introduced in global markets. ...

7219 PRODUCTS

1115 COMPANIES

52 COUNTRIES

Search in Products, Companies, Nanomaterials, Countries, Industries, Properties and ...

GO

ADVANCED SEARCH

NANOTECHNOLOGY PRODUCTS DATABASE (NDP)



Products	258
Companies	49
Countries	19



Products	485
Companies	74
Countries	23



Products	684
Companies	157
Countries	28

Cosmetics



Products	659
Companies	98
Countries	21

Electronics



Products	1845
Companies	42
Countries	11

Environment



Products	487
Companies	148
Countries	28

Food



Products	341
Companies	92
Countries	19

Home Appliance



Products	198
Companies	46
Countries	14

Medicine

IN PROGRESS



Products	879
Companies	183
Countries	31

Petroleum



Products	206
Companies	50
Countries	16

Renewable Energies



Products	392
Companies	106
Countries	20

Sports and Fitness



Products	387
Companies	21
Countries	12

Textile



Products	398
Companies	137
Countries	27

ALIBABA: NANOPARTICULAS ¡4833 productos! (2017, Abril 19)



Sourcing Solutions ▾

Services & Membership ▾

Help & Community ▾

One Request, Multiple

Categories ▾

Products ▾

nanoparticles

Search

Sign In | Join Free
My Alibaba

One Request, Multiple

Related Searches: [Selected Products with Trade Data](#) silver nanoparticles tio2 nanoparticles

Related Category

Chemicals

Oxide (1746)
Elementary Substances (354)
Dyestuff Intermediates (1)
Other Chemicals (215)
Stabilizers (1)

Minerals & Metallurgy

Copper Powder (94)
Other Metals & Metal Products (580)
Rare Earth & Products (49)

Product Features

Grade Standard

☐ Electron Grade (485)
☐ Industrial Grade (1581)
☐ Agriculture Grade (484)
☐ Food Grade (452)

+ See more

Products

Suppliers

Supplier Location: All Countries & Regions ▾

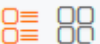
Supplier Types: ☐ Trade Assurance ☐ Gold Supplier ☐ Assessed Supplier

View 4,833 Product(s) below

Min Order: Less Than

☐ Online

Sort By: Best Match ▾



Factory supply nanoparticles Cerium Oxide

US \$65-100 / Kilogram

1 Kilogram (Min. Order)

Product Type: Rare Earth...

Place of Origin: Shando...

Grade: Cerium Oxide

Application: Ceramic, Gla...

Brand Name: WEIJIE

Composition: Cerium

☐ Add to Compare

< Sponsored Listing

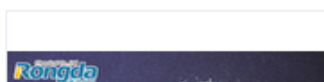
3yr Qingdao Xiguanya International Trade ...
China (Mainland)

Response Rate

81.8%

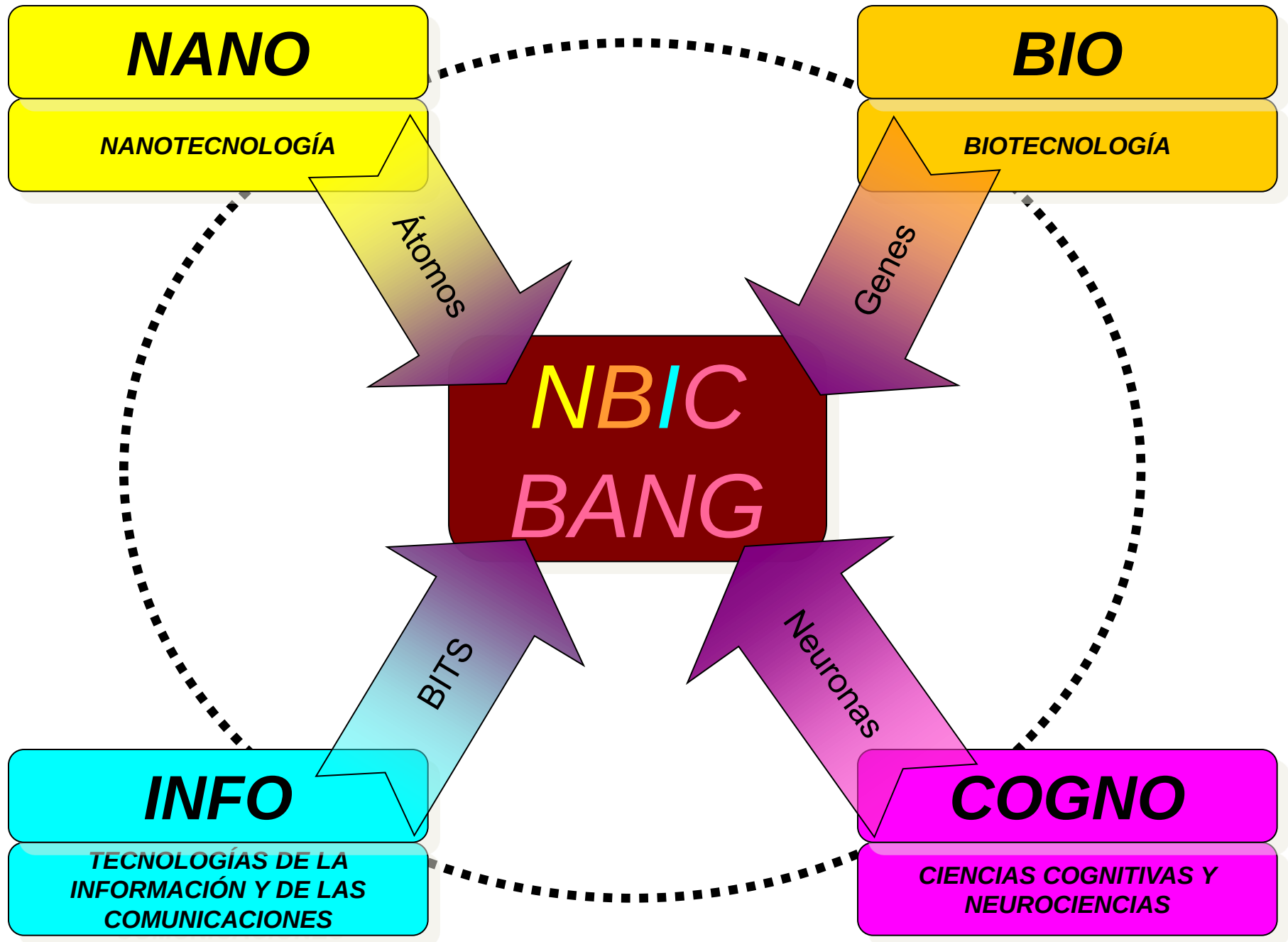
Contact Supplier

Chat Now!



nanometer activated zinc oxide nanoparticle in oxide

4yr Zhuzhou Rongda Chemical Co., Ltd.
China (Mainland)



NANOTECNOLOGÍA Y POBREZA

El Instituto Meridian de EE.UU., vinculado al proyecto Milenio de la Organización de las Naciones Unidas, propone unas áreas concretas en las que la nanotecnología jugará un papel decisivo para propiciar el desarrollo de los países más pobres.

Estas áreas son:

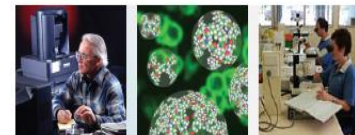
- (i) materiales y dispositivos para el almacenamiento, producción y conversión de energía;
- (ii) sistemas para la reducción o eliminación de gases nocivos;
- (iii) tratamiento y descontaminación del agua;
- (iv) nuevos sistemas de diagnóstico temprano de enfermedades y productos farmacológicos baratos;
- (v) Mejora en la producción, procesado y distribución de alimentos; y
- (vi) materiales para la construcción de viviendas y vehículos energéticamente eficientes.

Policy Forum

Nanotechnology and the Developing World

Fabio Salamanca-Buentello, Deepa L. Persad, Erin B. Court, Douglas K. Martin, Abdallah S. Daar, Peter A. Singer*

NANOTECHNOLOGY and the POOR:



OPPORTUNITIES and RISKS

CAPÍTULO 3.

Luces y sombras, fascinación y miedo

NANOTECNOLOGÍA: ¿QUÉ LLEGA LA PLAGA!

BILL JOY MAGAZINE 04.01.00 12:00 PM

WHY THE FUTURE DOESN'T NEED US

Why the future doesn't need us.

Our most powerful 21st-century technologies – robotics, genetic engineering, and nanotech – are threatening to make humans an endangered species.



LISTAS Otros

*** EL FIN DEL MUNDO * (10 posibles causas de la extinción)**

¡Nanotecnología sin plaga!

El barullo en torno la plaga gris/verde puede convertirse en la segunda metida de pata de la industria

≡ EL PAÍS

idea s

FUTURO

Los cinco jinetes del apocalipsis

El investigador Anders Sandberg analiza los mayores riesgos para el ser humano



ANDERS SANDBERG

NANOTECNOLOGÍA: UN TEMA POLÉMICO. EL ANTECEDENTE DE LOS OMG.

<http://nanoalimentos.blogspot.com/2010/01/los-transgenicos-son-ya-prehistoria.html>

SÁBADO 2 DE ENERO DE 2010

Los Transgénicos son ya prehistoria , algo mas peligroso nos estan dando ya de comer



NANOTECNOLOGÍA: UN TEMA POLÉMICO. EL AUMENTO DE LA BRECHA TECNOLÓGICA.

Debates

Nanotec, megaganancia y gigariesgo en el tardocapitalismo

Manuel Garí

“La tercera revolución industrial puede conducir a la abundancia o a la destrucción de las libertades, de la civilización y de la humanidad” /1

Ernest Mandel (1962), economista marxista.

“El impacto sobre la humanidad y la biosfera podría ser enorme, mayor que el de la revolución industrial, las armas nucleares o la contaminación del medio ambiente” /2

J. Doyne Farmer y Belin d’A. Aletta (1992), científicos.

NANOTECNOLOGÍA: VOCES DE ALARMA



Apocalypse Nano

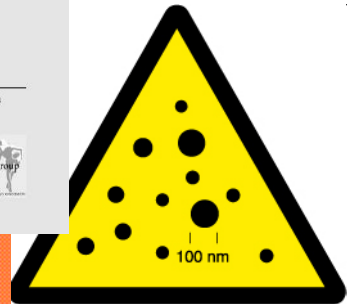
By [Howard](#), Section [Commentary](#)
Posted on Mon Nov 3rd, 2003 at 05:42
From the anti-Jewish blood libels to Halloween candy in the New, public forces are conspiring to poison us



LA INVASION INVISIBLE DEL CAMPO

El impacto de las tecnologías nanoscópicas en la alimentación y la agricultura

noviembre de 2004



NANO HAZARD

¡El tamaño sí importa!

Nueva información provee mayor evidencia para implementar moratoria sobre las nano partículas sintéticas: Grupo ETC

nano|ethics

tech meets public policy

NANOTECHNOLOGY,
RISK AND
COMMUNICATION

Alison G. Anderson
Alan Petersen
Clare Wilkinson
Stuart Allan



Friends of
the Earth

nanofood?



[Center for Responsible Nanotechnology](#)

nanocare



CRN

NANOTECHNOLOGÍA: VOCES DE ALARMA

Le Monde
Samedi 3 juin 2006

ENVIRONNEMENT & SCIENCES

L'ouverture du pôle Minatec cristallise la critique des nanotechnologies



¿UNA MORATORIA?



[Acerca del Grupo ETC](#) [Temas](#) [Recursos](#) [Foros relacionados](#) [Colaboraciones](#) [Noticias y blogs](#)

[Inicio](#) >

Retirada de producto nanotecnológico del mercado enfatiza la necesidad de una moratoria

¿Desapreció la magia?

Submitted on 10 Abril 2006

Se fortalece el llamado del Grupo ETC a una moratoria global sobre investigación de nanotecnología en laboratorios y para retirar del mercado productos que contengan nanopartículas diseñadas, especialmente aquellos que se ingieren, se aplican en el cuerpo o se liberan al ambiente. Es más urgente ahora actuar en ese sentido, después de que las autoridades alemanas retiraron del mercado el limpiador de baños "Magic Nano" -un producto supuestamente nanotecnológico. A fines de marzo al menos 77 personas reportaron problemas respiratorios a después de utilizar el producto. Seis de ellas fueron hospitalizadas y luego dadas de alta tan pronto mejoraron su condición respiratoria. La compañía que vende "Magic Nano" es Kleinmann GmbH, una subsidiaria alemana de Illinois Tool Works (una corporación en el rango de las

<http://www.etcgroup.org/es/content/retirada-de-producto-nanotecnol%C3%B3gico-del-mercado-enfatiza-la-necesidad-de-una-moratoria>

NANOTECNOLOGÍA: VOCES DE ALARMA

Nanotecnología: bombas y cortinas de humo

SILVIA RIBEIRO*

México: Radicales “tecnofóbicos” son los responsables del atentado en el Tecnológico de Monterrey.

El lunes por la mañana una **bomba casera** que estalló en las instalaciones del Tec de Monterrey, Campus Lago de Guadalupe, dejó como resultado a dos profesores heridos. El **grupo anti-industrial** responsable de este atentado se hace llamar “Individualidades Tendiendo a lo Salvaje” (ITS) y está **en contra de desarrollo de la nanotecnología** ya que, según ellos, es un medio para la dominación de todo lo potencialmente libre.

El artefacto tenía como objetivo al coordinador del CEDETEC, el Dr. Armando Herrera Corral, pero en el incidente también resultó herido el Director del Doctorado en Ciencias de la Ingeniería y especialista en construcción de robots, Alejandro Aceves López.

REPERCUSIONES...



Not so safe?

* **Micronised**
(Not Nano)

Sunscreen is the most important beauty product you can buy.

And INVISIBLE ZINC® is unlike most other sunscreens. Addressing the risks of deeper penetrating UVA without using chemical absorbers.

INVISIBLE ZINC Face & Body sunscreen forms an invisible film on the skin that acts as a barrier between you and the environment, reflecting UV light away and helping to neutralise environmental aggressors such as pollution, chemicals and smoke. High-end UV protection that feels like a hydrating moisturiser. Clearly some of the smartest natural protection under the sun.

INVISIBLE ZINC®'s 100% mineral reflectors create a physical, reflective veil on the surface of the skin and differs to the chemical UV filters found in many conventional sunscreens. Zinc Oxide is a natural, mineral reflector of both UVB and harmful deeper penetrating UVA, delivering very high broad spectrum SPF 30+ protection. Wear INVISIBLE ZINC® physical surface layer protection every day, not just at the beach.

NANOTECNOLOGÍA: BENEFICIOS Y RIESGOS VISTOS DESDE LA PERSPECTIVA DEL IMPACTO ECONÓMICO

Small sizes that matter:

Opportunities and risks of Nanotechnologies

Report in co-operation with the OECD International Futures Programme



CAPÍTULO 4.

Los riesgos de los nanomateriales para la salud y el medioambiente

iiii LA TOXICIDAD DE LOS NANOMATERIALES NO SIGUE LOS PLANTEAMIENTOS GENERALES DE LA TOXICOLOGÍA “CLÁSICA” DE TOXICOS DE MAYOR TAMAÑO ...!!!

LA NANOTOXICOLOGÍA DEPENDE DE:

- Concentración, Composición química, Tipo de material
- Forma; en la mayoría de los estudios se asume que la nano-eco-toxicidad es probablemente mayor para los nanomateriales de forma tubular o alargada, seguida de los de forma irregular, y siendo menor para los de forma esférica (INSHT, 2015a).

Ej: nanofibra de TiO_2 es más tóxica que la nanoesfera de TiO_2

- Carga superficial
- Tamaño y distribución granulométrica
- Área superficial
- Reactividad / potencial zeta (“a mayor área superficial, mayor nivel de reactividad, mayor toxicidad”)

iii LA TOXICIDAD DE LOS NANOMATERIALES NO SIGUE LOS PLANTEAMIENTOS GENERALES DE LA TOXICOLOGÍA “CLASICA” DE TOXICOS DE MAYOR TAMAÑO... !!!!

.....LA NANOTOXICOLOGÍA también DEPENDE DE:

- Número de capas, Recubrimiento
 - citotoxicidad nanotubos de carbono de pared sencilla es superior a la de los de pared múltiple,
- Estructura
- Introducción de grupos funcionales (químicos, físicos, biológicos o combinaciones de estos)
- Presencia de metales/ potencial redox
- Potencial para generar radicales libres...

..... Y TAMBIÉN INFLUYEN:

- Deposición pulmonar
- Hidrofobicidad, Hidrofilicidad, Biopersistencia
- Solubilidad, Porosidad
- Productor, fuente de material y tipo de proceso

EFFECTOS SOBRE LA SALUD

NANOPARTICULAS INSOLUBLES: ¿PREOCUPANTES?

pueden inhalarse, pasar a circulación sanguínea, distribuirse por el organismo, algunos pueden atravesar los nervios olfatorios y llegar al cerebro.....), pero....

- **NO hay estudios de inhalación crónica de NPs diseñadas.**
- **Los estudios a corto plazo de la inhalación de óxidos de carbono- nanotubos y metales en nanoescala- no es adecuada para identificar y evaluar efectos crónicos**

[Nasterlack et al. 2007; Oberdörster et al., 2002.; Nanotechnology: An Information Exchange with NIOSH 2006; INSHT 2015].

NANOTOXICIDAD

GRAN DESCONOCIMIENTO ACTUAL de:

- VALORES LIMITE BIOLOGICO (VLB):

YA SE ESTÁN INICIANDO ESTUDIOS DE INVESTIGACIÓN DE POSIBLES MARCADORES BIOLOGICOS PARA TRABAJADORES CON POTENCIALES RIESGOS A DETERMINADOS NANOMATERIALES:.....

- Hui-Yi Liao, Yu-Teh Chung, Ghing-Huang Lay et. Al. Six –month follow-up study of health markers of nanomaterials among workers handling engineered nanomaterials.

Nanotoxicology, **August 2014**, Vol. 8, No.S1:pages 100-110.

— <http://icon.rice.edu/details.cfm?RID=52080>

....Proponen como posibles Biomarcadores de VS para trabajadores con nanomateriales: SUPEROXIDO DISMUTASA,

- GLUTATION PEROXIDASA
PARAOXONASA

EFECTOS SOBRE LA SALUD

- **PARTICULAS ULTRAFINAS** (NANOProductos secundarios, procedentes de la contaminación atmosférica, combustión, humos soldadura, diesel....):
- **ALTAMENTE REACTIVAS**
 - **LOS NANOMATERIALES DE DISEÑO PODRIAN TENER EFECTO SIMILAR – EN PARTE – A LAS P.U.**
 - **PERO LAS P.U. ,AL SER PRODUCTOS SECUNDARIOS, SON TAMBIÉN HETEROGÉNEAS Y FORMAN > AGLOMERADOS**

Efectos AGUDOS	Efectos CRÓNICOS
Síntomas AP. Respiratorio	Síntomas AP. Respiratorio
	Cancer pulmón (<i>Steenland et al. 1998; Garshick et al., 2004; Antonini 2003</i>)
Inflamación Pulmonar	Disminución Función Pulmonar
Síntomas AP. Cardiovascular	EPOC (<i>Enf. Pulmonar Obstructiva Crónica</i>)
Incremento: Ingresos Hospitalarios Tº farmacológico, Mortalidad...	Disminución esperanza de vida, aumento morbilidad y mortalidad

Dockery et al. 1993; Ibald-Mulli et al., 2002; Papa et al. 2004.

EFFECTOS SOBRE LA SALUD

¹ Lam et al. 2004; Shvedova et al., 2005; Shvedova et al. 2008; Takagi et al., 2008; Polonia et al. 2008²
Radomski et al. 2005; Donaldson et al., 2006; Li et al. 2007; IINSHT 2015 ...

Nanotubos de Carbono	Fibrosis pulmonar ¹ , ¿cáncer pulmón? Granulomas y estrés oxidativo de pulmón
Metales	Daños e inflamación del pulmón
Óxidos metálicos	Inflamación pulmonar Daño de los tejidos Cáncer de pulmón
Emisiones diésel	Irritación (ojo / Pulmón) Cáncer de pulmón Inflamación sistémica
Humos de soldadura	Fiebre del metal Enfermedad pulmonar obstructiva Cambios neurológicos
Nanopartículas de carbón	Efectos cardiovasculares. Activación de plaquetas en la sangre, Formación de placa y trombosis ²
Polución ambiental de materias particuladas	Aumento de la mortalidad y morbilidad Efectos cardiovasculares Efectos respiratorios

EFECTOS SOBRE LA SALUD

- LOS NANOMATERIALES SINTETIZADOS EN LOS LABORATORIOS SE DISEÑAN PARA QUE POSEAN UNAS PROPIEDADES ESPECIFICASque



- **PUEDEN CONLLEVAR EFECTOS TÓXICOS TAMBIEN ESPECÍFICOS...**

y/o ¿POTENCIACIÓN TÓXICA?

(¿O AL CONTRARIO?)

(dependiendo de tamaño, carga, solubilidad, forma, composición, estructura, área superficial, capacidad de formar agregados y conglomerados etc.)

EFFECTOS SOBRE LA SALUD

- LOS NANOMATERIALES MÁS ESTUDIADOS SON LOS NANOTUBOS DE CARBONO (tanto los sencillos como los multicapa):
 - Algunos: SIMILITUDES CON EL AMIANTO (carcinógeno C1 de RD 665/97) Y OTRAS FIBRAS CARCINÓGENAS
 - ALGUNAS VARIEDADES DE NANOTUBOS SE ACUMULAN EN LOS PULMONES DE MANERA SIMILAR A LAS FIBRAS DE AMIANTO (*estudios en experimentación animal*)
 - TOXICIDAD PULMONAR, POTENCIALES CARCINÓGENOS PULMÓN Y PLEURA

EFFECTOS SOBRE LA SALUD

SE ESTIMA QUE SE HAN SINTETIZADO

MUCHOS MÁS DE ¡50.000 TIPOS de
NANOTUBOS de CARBONO!

- NO SE DISPONE DE CONOCIMIENTOS SOBRE LAS POSIBLES DIFERENCIAS ENTRE ELLOS EN CUANTO A EFECTOS SOBRE LA SALUD

APARATO RESPIRATORIO

- El incremento de la producción de nanomateriales en estos últimos años ya ha originado **patologías en la población trabajadora**: (*Veiga-Álvarez et al., 2015*) revisión desarrollada por el Instituto de Salud Carlos III, la Escuela Nacional de Medicina del Trabajo, la Universidad Complutense de Madrid y el Centro de Investigación Cooperativa nanoGUNE de San Sebastián:
 - Recoge **datos del periodo 2011 a 2015**: aparición de patologías, frecuentemente pulmonares, que se asocian a la exposición laboral de algunas nanopartículas (NPs):
 - “*El principal mecanismo involucrado: **producción de radicales libres e interferencia de las NPs con el metabolismo celular***”.

ACCIDENTES, EXPOSICIONES AGUDAS/ SUBAGUDAS

(Phillips *et al.* , 2010): revisión de un caso ocurrido en 1994:

- Trabajador que utilizó, de manera intensiva, durante dos semanas esprays de arco metálico de níquel sin medidas de seguridad. Posteriormente enfermó de gravedad (por patología severa respiratoria y renal) y falleció.

- Autopsia: en sus pulmones se encontraron **grandes cantidades de nanopartículas de níquel de tamaño inferior a 25 nm**, considerándose esta acumulación la causa principal de la enfermedad y el fallecimiento.

ACCIDENTES TRABAJO,

EXPOSICIONES AGUDAS/ SUBAGUDAS

(Song, 2009): colectivo laboral fábrica pinturas, China: de un total de $n=8$ trabajadores ($n=7$ mujeres, $n=1$ varón): **todas las trabajadoras sufrieron una intoxicación por inhalación de nanopartículas de sílice y nanosilicatos.**

Su trabajo: preparación mediante calentamiento, una mezcla de pasta de polvo de marfil blanco y éster poliacrílico, en un lugar sin ventilación de unos 70 m², sin protección colectiva ni EPIs.

- Las 7 trabajadoras: al cabo de unos meses: patología pulmonar severa(...) y también daños en sist hematológico, cardíaco, hepático y renal
- n=2 trabajadoras fallecieron a los 18 meses
- La observación posterior de los tejidos pulmonares (exudados pleurales, líquido del derrame pleural, determinadas células pulmonares...) mediante microscopía TEM demostró la existencia en los mismos de nanopartículas de sílice y/o nanosilicatos de unos 30 nm de diámetro.

Estudios recientes realizados en macrófagos comparando nanotubos de carbono de pared sencilla con los de multicapa y con los fullerenos, que tienen forma esférica:

ESCALA DE NANOTOXICIDAD:

“Nanotubos de pared sencilla son más tóxicos que los de pared múltiple y estos, a su vez, son más tóxicos que los fullerenos”

(INSHT, 2015).)

(Wu *et al.* , 2010): muchas de las personas que participaron en los **rescates del 11 de septiembre de 2001-atentados en las Torres Gemelas de Nueva York y supervivientes-** se expusieron de forma masiva a la inhalación de los humos y gases de nubes contaminantes:

- síntomas respiratorios (tos, asma, laringitis, sinusitis
- patologías pulmonares –algunas muy **severas-** (enfermedad pulmonar intersticial, neumonía eosinofílica aguda, neumonitis granulomatosa, bronquiolitis obliterante, sarcoidosis, etc.).

(Wu *et al.* , 2010)... estudios en supervivientes a los atentados y rescatadores – Atentados 11 M-NY)...)

Biopsias pulmonares en siete de estos enfermos con insuficiencia respiratoria grave:

- se objetivó en cuatro de ellos presencia de nanotubos de carbono:
- idénticos a los encontrados en las muestras de polvo del lugar del derrumbamiento.

EFECTOS potenciales para salud

¿EFECTOS CUTÁNEOS, SENSIBILIZANTES / INMUNOALÉRGICOS?

(Toyama, 2008):

Describe un caso de **dermatitis de contacto** alérgica en un trabajador de un laboratorio de investigación científica expuesto a **nanomateriales de tipo dendrímeros** (del griego *dendron* “árbol”), cuyos síntomas reaparecían con la reincorporación al puesto y a la exposición a los mismos en el laboratorio.

EFECTOS potenciales para salud

HEPÁTICOS

Algunos estudios de experimentación animal: ciertos nanomateriales pueden inducir alteraciones hepáticas

- *“los macrófagos (células Kupffer) saben eliminar aquellos nanotubos de carbono de pequeño tamaño, pero no parecen saber qué hacer cuando se enfrentan a la tarea de eliminar nanotubos de gran longitud”.*
- No se sabe si algunos nanomateriales podrían acumularse en el hígado por esta vía.
- Se desconoce casi todo sobre los efectos de los nanomateriales de diseño sobre la función hepática, sobre todo a largo plazo.

¿Los nanomateriales provocan alteraciones en GESTACIÓN?

(Celà, 2014): describen efectos de toxicidad embrionaria, teratógenos, en modelos animales expuestos a determinadas **nanopartículas**; (pero las cantidades empleadas en los ensayos pueden exceder con mucho las que podrían darse en la realidad en humanos.)

Posibilidad de que **Nanopartículas de sílice (SiO_2) de diámetro inferior a los 70 nm o nanopartículas de TiO_2 menores o iguales a 35 nm** puedan **atravesar la barrera placentaria** en mujeres gestantes llegando a causar daños en la placenta y el feto o embrión.

¿Los nanomateriales provocan alteraciones en LACTANCIA?

- Dependiendo de las características físico-químicas de los nanomateriales (liposolubilidad, traslocación etc.) estos podrían pasar a la leche materna...
- Se desconocen los efectos que, en su caso, podrían producir en el lactante.

¿¿ Interactuarán los NMs/ NPs con otros compuestos tóxicos acumulados en el ser humano: COPs –POPs, metales pesados ??

- ¿Qué efectos aparecerán si esta interacción tiene lugar dentro de nuestro organismo o en el de otros seres vivos?
- ¿Se potenciarán los efectos tóxicos de cada uno de ellos o quizás ocurra todo lo contrario?

...Preguntas que pueden orientar estudios médicos de epidemiología humana para avanzar en el conocimiento de la nano-eco-toxicología y, también en el de la toxicología clásica...

¿ Podrían actuar los NMs/ NPs com DISRUPTORES ENDOCRINOS?

¿¿Podrían interactuar con otros disruptores endocrinos de la escala no nano y/o con otros compuestos tóxicos acumulados en el ser humano: COPs –POPs, metales pesados??

- ¿Qué efectos aparecerán si esta interacción tiene lugar dentro de nuestro organismo o en el de otros seres vivos?
- ¿Se potenciarán los efectos tóxicos de cada uno de ellos o quizás ocurra todo lo contrario?

...Preguntas que pueden orientar estudios médicos de epidemiología humana para avanzar en el conocimiento de la nano-eco-toxicología y, también en el de la toxicología clásica...

CAPÍTULO 5.

¿Cómo llegan los nanomateriales a nuestro cuerpo?

- **CONOCEMOS LAS VÍAS DE ENTRADA al organismo humano**
- **GRAN DESCONOCIMIENTO ACTUAL:**
 - Absorción ?
 - Distribución ?
 - Metabolización?
 - “Traslocación” ? *
 - Interacción en el organismo a nivel celular, molecular,...?
 - Eliminación ?
- *TRASLOCACIÓN: proceso mediante el que los Nanomateriales, por su pequeñísimo tamaño, pueden llegar a cualquier punto del organismo desde el punto de entrada (atravesan barreras biológicas...) **manteniendo su integridad, sin disolverse ni metabolizarse.**

VIAS DE ENTRADA AL ORGANISMO

• RESPIRATORIA / INHALATORIA

La más importante

• vía RESPIRATORIA / INHALATORIA

- Adulto sano: frecuencia normal de 8 -16 respiraciones/min
- En un día, respiramos casi 25.000 veces...
- Unos 300-600 millones de alveolos son responsables del intercambio de O_2 y CO_2 entre el aire inspirado y la sangre.
- Al final de la espiración, el diámetro medio de un alveolo es de unas 100 micras, con una superficie o área total para el intercambio gaseoso de unos 100 m^2

- **FACTORES INDIVIDUALES/ INTRÍNSECOS**

- FRECUENCIA RESPIRATORIA (EDAD, PATOLOGÍAS, ESTADO EMOCIONAL...)
- PATOLOGÍAS EXISTENTES DE APARATO RESPIRATORIO

- **FACTORES EXTERNOS**

- CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DEL NANOMATERIAL
 - FRECUENCIA DE EXPOSICIÓN
 - TIPO DE EXPOSICIÓN
 - USO O NO DE MEDIDAS DE PROTECCIÓN APROPIADAS
-
- Los procesos, que originan partículas de tamaño nanométrico suspendidas en el aire, partículas respirables de materiales nanoestructurados y gotitas respirables de suspensiones de nanomateriales, son de especial interés para estudiar los potenciales efectos en las exposiciones laborales por inhalación. (NIOSH, 2012).

- Muchos de los NMs/NPs inhalados pueden depositarse a lo largo del tracto respiratorio.
- **Las partículas de tamaño nanométrico (<100 nm) se depositan mediante difusión y el lugar de depósito depende del tamaño de la nanopartícula.**
- **Las nanopartículas de diámetro entre los 10-20 nm se depositan mayoritariamente en los alveolos pulmonares, son las más preocupantes por sus potenciales efectos para la salud de los trabajadores expuestos (INSHT, 2015).**
- No existen estudios de inhalación crónica de las Nps diseñadas.
- Los estudios a corto plazo de la inhalación de Nps de óxidos metálicos y de nanotubos de carbono no son adecuados para identificar y evaluar efectos crónicos

VÍA DE ENTRADA DERMICA. Factores

- zona corporal afectada
- condiciones de la piel expuesta
- características físico-químicas de los nanomateriales

- Algunos estudios: las **nanopartículas menores o iguales a 40 nm pueden atravesar el estrato córneo en una piel íntegra.**
- Las **nanopartículas esféricas tienen mayor capacidad de penetración** que las de formas alargadas

(Gautam 2011, INSHT 2015)

Existen muy pocos estudios en humanos y en piel porcina o cultivo celular humano

• Ap. Digestivo:

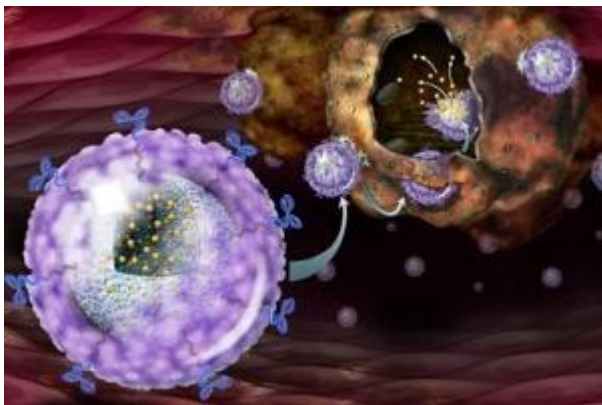
• Boca, esófago, estómago, páncreas, hígado, bazo, intestino delgado e intestino grueso: todos estos órganos son los encargados de transformar los alimentos, en el proceso que conocemos como digestión, para que puedan ser absorbidos y utilizados por las células.

- **Malas prácticas higiénicas durante el manejo de nanomateriales.**
- **A través de la deglución de las retenidas en las vías altas de sistema respiratorio**
- **Posible ingesta de nanopartículas liberadas desde envases alimentarios, cosméticos, etc.**

• **Sistémica:** pueden penetrar por punción/ inoculación accidental...

“TRASLOCACIÓN” DE NANOMATERIALES: ¿Qué es?

Fenómeno por el que, dado su pequeñísimo tamaño, pueden atravesar barreras biológicas (BHE, placentaria..) y pueden aparecer en otras partes del organismo diferente a las de entrada pero manteniendo su integridad como nanopartícula / nanofibra, es decir sin que se produzca disolución ni otros procesos metabólicos.



CAPÍTULO 6.

La gestión integral de los riesgos de la nanotecnología

NANOTOXICIDAD

GRAN DESCONOCIMIENTO ACTUAL de:

- DATOS TOXICOLÓGICOS
- ESTUDIOS EPIDEMIOLÓGICOS
- VALORES DE CONCENTRACION AMBIENTAL (VLA)
- VALORES LIMITE BIOLOGICO (VLB)
- INEXISTENCIA DE NORMATIVA ESPECÍFICA

...Momento actual: **GRAN
INCERTIDUMBRE...** ¡en el que
hay que tomar decisiones!

(“NANOÉTICA”)

NANOTOXICIDAD

GRAN DESCONOCIMIENTO ACTUAL de:

- VALORES LIMITE BIOLOGICO (VLB):

YA SE ESTÁN INICIANDO ESTUDIOS DE INVESTIGACIÓN DE POSIBLES MARCADORES BIOLOGICOS PARA TRABAJADORES CON POTENCIALES RIESGOS A DETERMINADOS NANOMATERIALES:.....

- Hui-Yi Liao, Yu-Teh Chung, Ghing-Huang Lay et. Al. Six –month follow-up study of health markers of nanomaterials among workers handling engineered nanomaterials.

Nanotoxicology, **August 2014**, Vol. 8, No.S1:pages 100-110.

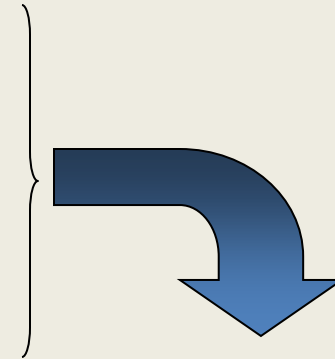
— <http://icon.rice.edu/details.cfm?RID=52080>

....Proponen como posibles Biomarcadores de VS para trabajadores con nanomateriales: SUPEROXIDO DISMUTASA,

- GLUTATION PEROXIDASA
PARAOXONASA

GRAN DESCONOCIMIENTO ACTUAL de:

- DATOS TOXICOLÓGICOS
- ESTUDIOS EPIDEMIOLÓGICOS
- VALORES DE CONCENTRACION AMBIENTAL (VLA)
- VALORES LIMITE BIOLOGICO (VLB)
- NO existe actualmente normativa específica



¡PRINCIPIO CAUTELA/ PRECAUCIÓN!

(COMISIÓN EUROPEA 2008:

- “Código de conducta para una Investigación responsable -por parte de los investigadores y centros de investigación- en los campos de nanociencias y nanotecnologías...
- ...en aquellas actividades que pueden tener repercusiones: sociales, medioambientales y para la salud humana”

MEDIDAS PREVENTIVAS

PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN / (personas y medio amb)

Procedimientos de trabajo seguros, minimizar exposición de los NMs en los que existan evidencias de potencial riesgo para la salud, Identificación de personas especialmente sensibles, Formación e Información...

MEDIDAS PROTECCION INDIVIDUAL
(mascaras autofiltrantes FFP3, a veces trajes, respirador P+, guantes de nitrilo 2 pares, ropa de trabajo de Tyvek no de tejido de algodón)

MEDIDAS PROTECCION COLECTIVAS
(Ventilación por extracción localizada, Filtros HEPA)

AISLAMIENTO / CONFINAMIENTO (Cabinas de guantes)

SUSTITUCION (...o intentar ligar nanomateriales a soporte sólido o líquido..)

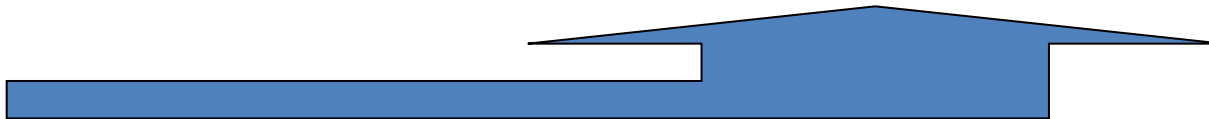
ELIMINACION

¿NANOTOXICIDAD?

VIGILANCIA SALUD (VS) colectiva e individual

- IDENTIFICACION Y REGISTRO DE TRABAJADORES EXPUESTOS
- EVALUACIÓN RIESGOS PUESTOS
- VS ESPECÍFICA:
- INVESTIGACIÓN CLÍNICO-EPIDEMIOLÓGICA LABORAL

(RD 843 de 2011... el Médico Especialista debe dedicar al menos 1/ 3 del tiempo a la VS colectiva)



¡LA TOXICOLOGÍA A NIVEL “NANO” NO SIGUE LOS PLANTEAMIENTOS GENERALES DE LOS TÓXICOS DE MAYOR TAMAÑO!

NANOMATERIALES

Protocolo médico de VS Especifica

Valladolid,
15, 16 y 17
de junio
de 2011

Salón de actos de
Caja España
Pza. Fuente Dorada, 6-7




**VI Simposium Nacional
de Seguridad y Salud
en el Trabajo**



SOLICITADA LA ACREDITACIÓN POR LA COMISIÓN
DE FORMACIÓN CONTINUADA DE LAS PROFESIONES SANITARIAS
DE CASTILLA Y LEÓN

**viernes
17 junio
2011** Salón de actos
de Caja España
Plaza Fuente Dorada, 6-7

09:00 Comunicaciones libres: Dra. D^a. Paloma Burgos Díez. Servicio de Prevención del Hospital Río Hortega de Valladolid. Vocal de la Sociedad Castellana y Leonesa de Medicina del Trabajo.

10:00 5ª mesa: "GESTIÓN DE LA CALIDAD EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES". Dr. D. Alberto Castellanos Asenjo. Director Médico del Complejo Asistencial de Palencia.

- "Modelos de Calidad de los Servicios de Prevención".** Sr. D. Francisco Javier Suso Alea. Director de QualityCo.
- "Integración de la prevención en el Sistema de Gestión de la empresa".** Sr. D. José Luis Castellá López. Director del Departamento de Normas y Asistencia Técnica del INSI IT.
- "Indicadores de Gestión de la Calidad".** Sr. D. Agustín Sánchez-Toledo Ledesma. Gerente de Seguridad y Salud en el Trabajo. AENOR Madrid.

11:30 Descanso

12:00 6ª MESA: "NANOPARTÍCULAS Y PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES". Sr. D. José Miguel Martínez Palacios. Técnico Asesor de la Dirección General de Trabajo y Prevención de Riesgos Laborales de la Junta de Castilla y León.

- "Estudios de toxicidad in vitro para la evaluación de la seguridad de nano-compuestos bajo Normativa Reach".** Dra. D^a. Blanca Suárez. Responsable Proyectos Estratégicos Área Biomedicina GAIKER IK4.
- "Evaluación de Riesgos".** Sra. D^a. Pilar Aragón Carlon. Técnico de la Unidad de Seguridad y Salud Laboral de Valladolid.
- "Protocolo de Vigilancia de la Salud".** Dra. D^a. Marta Bermejo Bermejo. Médico del Trabajo del CSIC. Madrid.

14:00 Clausura del simposium

**miércoles
15 junio
2011** Aula de Grados
de la Facultad de Medicina
Avda. Ramón y Cajal s/n

FORO DE DEBATE:
"FORMACIÓN DE POSTGRADO EN SALUD LABORAL: UNIDAD DOCENTE MULTIPROFESIONAL DE SALUD LABORAL DE CASTILLA Y LEÓN"

17:00 Bienvenida: Prof. Dr. D. Daniel Queipo Burón. Director del Área de Medicina Legal y Forense de la Facultad de Medicina. Universidad de Valladolid.

Inauguración y presentación: Sra. D^a. María Jesús Pérez Curiel. Jefa de Servicio de Formación. Dirección General de Recursos Humanos. Gerencia Regional de Salud.

17:15 Enfermería del Trabajo: Sr. D. Julio de Benito Gutiérrez. Tutor Coordinador de Enfermería de la Unidad Docente Multiprofesional de Salud Laboral de Castilla y León.

17:45 Experiencia Discente: Dr. D. Javier Aceves Rodríguez Médico. Interno Residente (R3) de Medicina del Trabajo. Hospital Clínico Universitario de Valladolid.

18:00 Calidad Docente: Dr. D. José Lorenzo Bravo Grande. Responsable de Calidad de la Unidad Docente Multiprofesional de Salud Laboral de Castilla y León.

18:30 Acreditación Docente: Dr. D. Miguel González Hierro. Médico Inspector de la Gerencia de Salud del Área de Salamanca.

19:00 Coloquio

PROGRAMA CIENTÍFICO-TÉCNICO

NANOMATERIALES

Protocolo médico de VS Especifica

Ref. *GUIDANCE FOR MEDICAL SCREENING AND HAZARD SURVEILLANCE FOR WORKERS POTENTIALLY EXPOSED TO ENGINEERED NANOPARTICLES. NIOSH 2009*

ORIENTADO A ESTUDIO DE ÓRGANOS DIANA que se conozca o sospeche pueden verse afectados por los NMs / NPs

- Sistema respiratorio
- Piel
- Hígado
- Riñón
- Sistema circulatorio/ hematológico

MINISTERIO DE CIENCIA E INNOVACIÓN

Unidad Vigilancia de la Salud y Salud Laboral del CSIC

HISTORIA CLINICO LABORAL

RECONOCIMIENTO MEDICO ESPECIFICO ☐ INICIAL ☐ PERIODICO

CENTRO / INSTITUTO _____

FECHA: _____ N°: _____

DATOS DE FILIACIÓN

Apellidos, nombre: _____ DNI: _____

Fecha nacimiento: _____ Edad: _____ Estado civil: _____ Hijos: _____

Domicilio: _____

Teléfono: Móvil: _____ Trabajo: _____

Tipo de relación con el Consejo Superior de Investigaciones Científicas

☐ Funcionario/Seguridad Social ☐ Funcionario interino/Seguridad Social ☐ Funcionario / Mísnice

☐ Laboral/Seguridad Social ☐ Laboral (INEM-CSIC)/Seguridad Social

☐ Personal Investigador en Formación / Seguridad Social

☐ Personal Investigador en Formación / No de Seguridad Social

NOTA INFORMATIVA SOBRE LA CONFIDENCIALIDAD DE DATOS DE CLINICOS

Se le informa que sus datos de carácter personal quedan almacenados en un fichero automatizado del servicio médico de la Unidad de Vigilancia de la Salud y Salud Laboral del CSIC, de modo absolutamente confidencial y cumpliendo lo dispuesto en la normativa vigente.

1

NANOMATERIALES

Protocolo médico de VS Especifica

Ref. *GUIDANCE FOR MEDICAL SCREENING AND HAZARD SURVEILLANCE FOR WORKERS POTENTIALLY EXPOSED TO ENGINEERED NANOPARTICLES. NIOSH 2009*

“Cuando existan protocolos de las mismas sustancias de la escala no nano se tendrán en cuenta (....)”

PERO

¡NO SE PUEDEN APLICAR VLB DE LA ESCA NO NANO!
NO SE PUEDEN APLICAR VLA DE LA ESCA NO NANO




Unidad Vigilancia de la Salud y Salud Laboral del CSIC

HISTORIA CLINICO LABORAL

RECONOCIMIENTO MEDICO ESPECIFICO ☐ INICIAL ☐ PERIODICO

CENTRO /INSTITUTO _____

FECHA: _____ N°: _____

DATOS DE FILIACIÓN

Apellidos, nombre: _____ DNI: _____

Fecha nacimiento: _____ Edad: _____ Estado civil: _____ Hijos: _____

Domicilio: _____ Provincia: _____

Teléfono: móvil _____ Trabajo: _____

Tipo de relación con el Consejo Superior de Investigaciones Científicas

☐ Funcionario/Seguridad Social ☐ Funcionario interino/Seguridad Social ☐ Funcionario / Míñface
☐ Laboral/Seguridad Social ☐ Laboral (INEM-CSIC)/Seguridad Social
☐ Personal Investigador en Formación / Seguridad Social
☐ Personal Investigador en Formación / No de Seguridad Social

NOTA INFORMATIVA SOBRE LA CONFIDENCIALIDAD DE DATOS DE CLINICOS

Se le informa que sus datos de carácter personal quedan almacenados en un fichero automatizado del servicio médico de la Unidad de Vigilancia de la Salud y Salud Laboral del CSIC, de modo absolutamente confidencial y cumpliendo lo dispuesto en la normativa vigente.

Factores a considerar del nanomaterial

Esta información debe ser cumplimentada para cada una de las tareas que realiza (**DATOS DE LA EVALUACION DE RIESGOS**) (Metodología simplificada Control Banding Nanotool, metodo de evaluacion cualitativa para evaluar situaciones de producción a pequeña escala; basada en probabilidad (riesgo potencial de expos) y severidad (informacion toxicológica) **A ESTUDIAR COORDINADAMENTE POR UNIDAD MEDICA VS**

Breve descripción de la tarea (especificar si el trabajo se realiza en vitrina con/sin extracción conectada, utilización de EPIs, etc.)				
Nombre del nanomaterial				
	Bajo	Medio	Desconocido	Alto
Cantidad estimada del material durante la tarea	<10 mg	de 100 mg		>100 mg
Pulverulencia/capacidad de formar nieblas				
Frecuencia de las operaciones	mensual	semanal		Diario
Duración de la operación	30-60 min	1-4 horas		> 4 horas

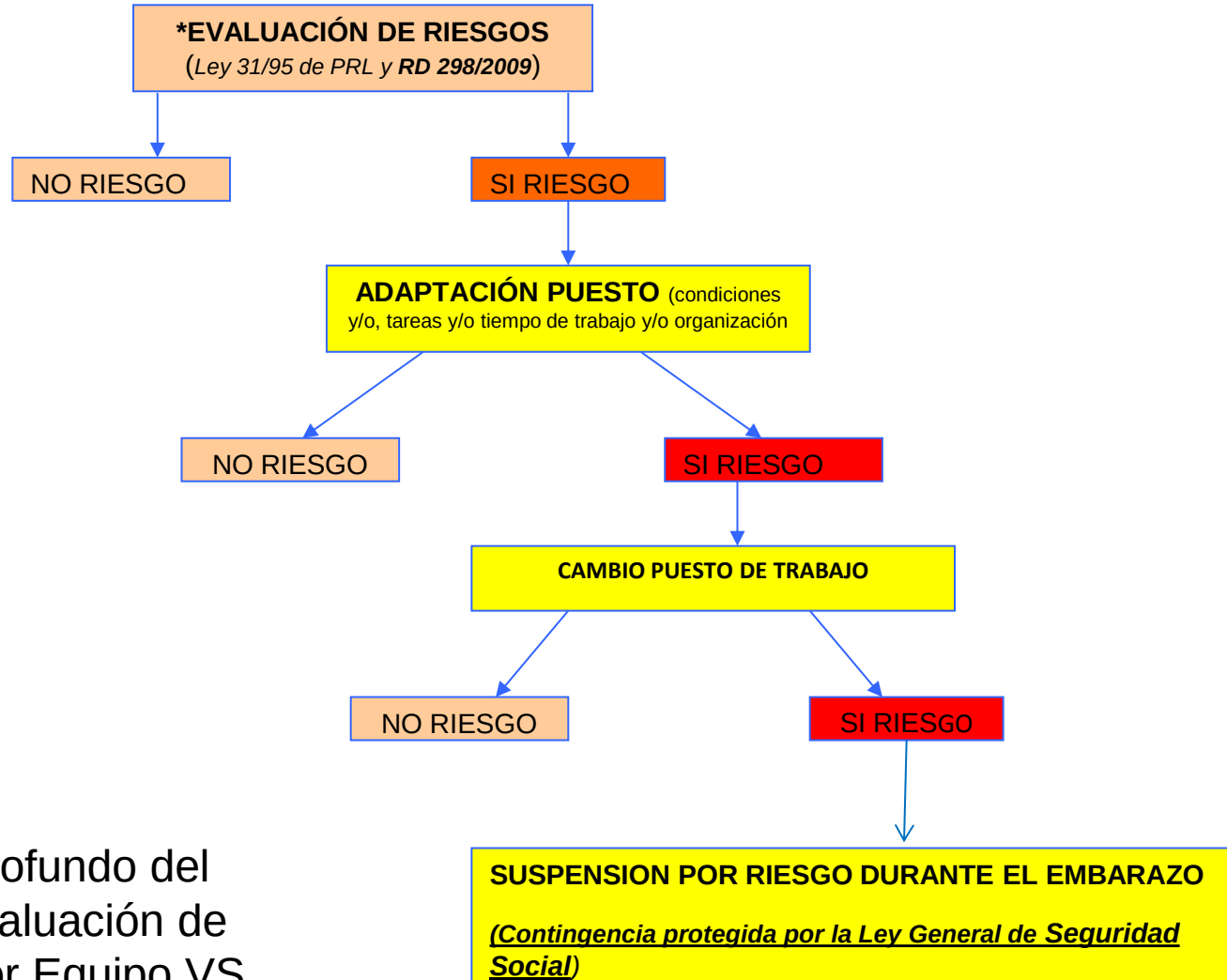
Factores a considerar del nanomaterial

	<i>Bajo</i>	<i>Medio</i>	<i>Desconocido</i>	<i>Alto</i>
Química superficial; reactividad y capacidad de inducir radicales libres				
Morfología	Esférica o compacta	Laminar/ diferentes formas	Elipsoidal	Fibrosa o tubular
Diámetro	De 40 a100 nm	De 40 nm		De 10 nm
Solubilidad		soluble		Insoluble
Carcinogeneicidad	No			Si
Toxicidad para la reproducción	No			Si
Mutagenicidad	No			Si
Toxicidad dérmica	No			Si

NANOMATERIALES

Protocolo médico de VS Especifica

MEDIDAS QUE DEBEN ADOPTARSE EN CASO DE RIESGO POR GESTACIÓN / LACTANCIA



*Estudio profundo del Informe Evaluación de Riesgos por Equipo VS

Protocolo médico de VS Específica

**ACTUALMENTE, EN CASO DE SOSPECHA
ENFERMEDAD PROFESIONAL (EP)...**

...Dificultad para declarar como EP pues la normativa actual (RD EP 1299/ 2006) de Enfermedades Profesionales ni siquiera contempla la existencia de nanomateriales.

¿¿Podría existir posibilidad de declarar sospecha EP vía ANEXO 2⁽¹⁾ – Grupo 4 - Agente 03 - Código C403 – (“Afecciones broncopulmonares debidas a fibras sintéticas”)??

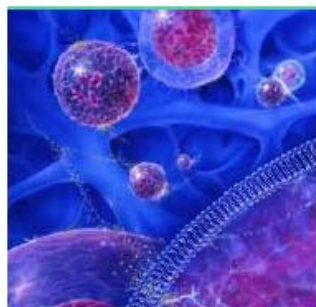
(1) ANEXO 2 (RD 1299/2006): “LISTA COMPLEMENTARIA DE ENFERMEDADES CUYO ORIGEN PROFESIONAL SE SOSPECHA Y CUYA INCLUSION EN EL CUADRO DE EP PODRIA CONTEMPLARSE EN EL FUTURO (CODIFICACION)”

NANOPARTICULAS

• Información y formación a los trabajadores



Exposición Laboral a Nanopartículas



Servicio de Prevención y
Salud Laboral de Madrid

DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN	RIESGO DE INCENDIO Y EXPLOSIÓN	RIESGO DE TOXICIDAD
Se trata de partículas muy pequeñas, de menos de 100 nanómetros (el equivalente a una milésima parte de un milímetro), mucho más pequeñas que un virus. Pueden ser de diferentes tamaños y formas (nanotubo, nanofibra, nanoplate, etc.).   Existe una amplia variedad de aplicaciones de carácter científico en los campos de la biomedicina, óptica y electrónica, entre otros. Las nanopartículas pueden clasificarse según la forma de generación: ✓ Producidas de forma no deliberada denominados polvos ultrafinos en ciertos procesos industriales, tales como la pirólisis o la llama del negro de carbono, producción de materiales a gran escala por procedimientos a altas temperaturas, procesos de combustión, obtención de pigmentos, o en procesos domésticos. ✓ Generados deliberadamente mediante las llamadas nanotecnologías.   No deliberada Deliberada	El número de átomos superficiales en los nanomateriales, mucho mayor que en materiales convencionales, incrementa el riesgo de incendio y/o explosión durante la utilización de los nanopartículas. Entre las medidas de prevención frente al riesgo de incendio y explosión, se recomienda: ✓ Disponer de instalaciones eléctricas antiesplavivas y equipos eléctricos protegidos frente al polvo e incluso, en ciertos casos, que sean estancos para vapores (marcado Ex) ✓ Seleccionar cuidadosamente los equipos contraincendios ✓ Si es posible, obtener, manipular y almacenar los nanomateriales en un medio líquido ✓ Manipular y almacenar los nanomateriales en atmósferas controladas ✓ Envolver los nanomateriales en una capa protectora constituida por sales o diferentes polímeros que puedan eliminarse rápidamente antes de la utilización del producto.  Señal Ex  Compana	Los nanomateriales pueden ser igual o más perjudiciales que los polvos o fibras de casaca no nanométrica del mismo material. Las propiedades de los nanomateriales, tales como área de la superficie, composición química, tamaño, forma o carga, tienen una influencia importante en sus propiedades toxicológicas. Vías de entrada en el organismo: ✓ Vía inhalatoria: dependiendo de su tamaño, forma y composición química, son capaces de penetrar y depositarse en los diferentes compartimentos del aparato respiratorio, en la región extra-torácica incluyendo tráquea-bronquial, de la tráquea a los bronquios; y la región alveolar que comprende los bronquiolos y los alvéolos. ✓ Vía dérmica: no se han descrito efectos específicos para la salud relacionados con la exposición dérmica a partículas ultrafinas, aunque hay estudios que sugieren que este tipo de partículas pueden penetrar a través de los folículos pilosos, donde los constituyentes de las partículas pueden disolverse en condiciones acuosas y penetrar a través de la piel. ✓ Vía digestiva: tampoco se han descrito efectos específicos para la salud relacionados con la ingestión de nanopartículas que puede tener lugar debido a malas prácticas higiénicas durante el manejo de nanomateriales o también a través de la deglución de los retenidos en las vías altas de sistema respiratorio.

MEDIDAS PREVENTIVAS

- ✓ **Sustitución:** no será factible en la mayoría de los casos, pero sí puede considerarse reducir la posibilidad de exposición, por ejemplo ligando los nanomateriales a un soporte sólido o líquido.
- ✓ **Aislamiento/confinamiento:** todas las operaciones deberían realizarse en instalaciones confinadas o en las que los trabajadores estén aislados del material. Ejemplo: mediante el uso de cabinas
- ✓ **Ventilación por extracción localizada:** dados las características de las nanopartículas, los sistemas existentes de captación de partículas deberán ser capaces de captarlas con más facilidad que partículas de mayor tamaño ya que al disminuir la inercia es más fácil que sean captados por la corriente de aire de la extracción.
- ✓ **Equipos de protección:** una máscara autofiltrante FFP3, garantizando el ajuste de la máscara. Uso de guantes de nitrilo, preferiblemente dos pares. Se recomienda que la ropa de trabajo no sea de algodón, lo más adecuado sería ropa de trabajo que incluyera capucha, batas de laboratorio, menos cubrezapatos, etc. de Tyvek®



VIGILANCIA DE LA SALUD

Las nanopartículas tienen propiedades y efectos muy diferentes a los de los mismos materiales en tamaños convencionales, lo que puede plantear riesgos desconocidos para la salud del hombre y otras especies. De hecho, es posible que los mecanismos de defensa del hombre no consigan reaccionar adecuadamente ante la presencia de dichas partículas.



Actualmente, no se dispone de datos toxicológicos suficientes sobre los efectos producidos en trabajadores expuestos.

La Unidad de Vigilancia de la Salud del CSIC está elaborando un protocolo médico de Vigilancia de la Salud específica para trabajadores potencialmente expuestos a nanopartículas.

Unidad de Vigilancia de la Salud:
915681931/32/33 y salud@orgc.csic.es

PARA MÁS INFORMACIÓN...

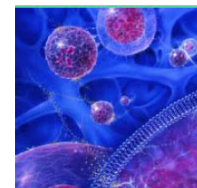
- ✓ www.nanosafe.es
- ✓ www.nanospain.org
- ✓ NTP 797

Elaborado por:

Servicio de Prevención y Salud Laboral de Madrid
Consejo Superior de Investigaciones Científicas
C/ Serrano 113 posterior, 28006 Madrid
Teléfonos: 915 680 004 / 005
apsl.madrid@csic.es



Exposición Laboral a Nanopartículas



Servicio de Prevención y
Salud Laboral de Madrid

CAPÍTULO 7. Abriendo el camino hacia el futuro

Una conclusión (siempre provisional)

¿POR QUÉ ES NECESARIO QUE LA SOCIEDAD SEPA DE NANOTECNOLOGÍA?

- Porque los ciudadanos son **contribuyentes** y sostienen con sus impuestos la actividad de universidades y centros de I+D+I.
- Porque los ciudadanos van a ser **consumidores y usuarios** de nanoproductos y deben saber que beneficios y riesgos tienen los mismos.
- Porque otros ciudadanos serán **operarios y trabajadores** en fábricas que utilizan nuevas nanotecnologías (y deberán conocer los riesgos inherentes a su uso).
- Porque habrá una revolución en la producción que va a requerir una **reformulación de puestos de trabajo**.
- Porque algunos ciudadanos (los más emprendedores) pueden vislumbrar **nuevos negocios**.
- Porque algunos ciudadanos se encaminarán hacia la ciencia, y la nanotecnología permite **estimular las vocaciones** de los jóvenes hacia las carreras científicas.

¿CÓMO SEGUIMOS?

- (1) PRECAUCIÓN
- (2) ESTUDIOS SOBRE NANOECOTOXICOLOGÍA
- (3) NORMATIVA, REGULACIÓN
- (4) PROPICIANDO QUE LOS DIFERENTES COLECTIVOS SE INVOLUCREN (INFORMACIÓN / ENCUESTAS)
- (5) EDUCACIÓN Y DIVULGACIÓN
- (6) GOBERNANZA DE LA NANOTECNOLOGÍA

INGREDIENTES PARA LA GOBERNANZA DE LA NANOTECNOLOGÍA (1)

- Crear entidades que realicen el seguimiento del desarrollo de la nanotecnología, estableciendo una nomenclatura internacionalmente aceptada para los nanomateriales.
- Impulsar más programas de investigación para aumentar nuestros conocimientos sobre los efectos de los nanomateriales en los seres vivos en general y los humanos en particular, así como las vías de penetración y de exposición, la persistencia de los nanomateriales en el medioambiente, etc.
- Permitir el acceso libre y gratuito a los bancos de datos con la información estructurada, publicada en artículos o informes científicos, sobre nanomateriales, siguiendo las políticas de transparencia que la sociedad reclama.
- Establecer regulación y normativa que proporcionen seguridad a los ciudadanos (en sus facetas de consumidores y trabajadores) abordando temas como el etiquetado, el reciclado, la responsabilidad en caso de daños, etc., en un contexto internacional.

INGREDIENTES PARA LA GOBERNANZA DE LA NANOTECNOLOGÍA (2)

- Evitar, en la medida de lo posible, la exposición de consumidores y trabajadores a los nanomateriales sobre los que exista sospecha de riesgo potencial —aunque no esté aún confirmada—, por lo que se debe minimizar la movilidad de estos en los productos.
- Desarrollar e implantar procedimientos de prevención y evaluación de riesgos que minimicen los potenciales riesgos para usuarios, consumidores y trabajadores.
- Preparar guías de trabajo y normas de estandarización, de carácter internacional, para la fabricación, manipulación, transporte y comercialización de productos con nanomateriales.
- Desarrollar instrumentación para la cuantificación de nanomateriales en tejidos, medioambiente, etc.
- Tener en cuenta otros aspectos de tipo ético-social como la división social y la desigualdad.
- Mejorar la formación y la divulgación sobre la nanotecnología y establecer un diálogo con el público y la industria para asegurarse de una toma de decisiones equilibrada.



CSIC

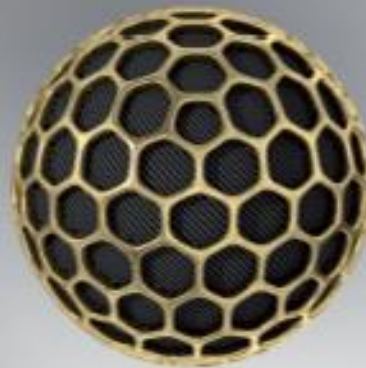
LOS RIESGOS DE LA NANOTECNOLOGÍA

Marta Bermejo Bermejo y Pedro A. Serena Domingo

¿QUÉ SABEMOS DE?

Los riesgos de la nanotecnología

Marta Bermejo Bermejo
y Pedro A. Serena Domingo



CSIC

