

NANOTECNOLOGÍA

Megarevolución Industrial del Siglo XXI

- Generalidades: Realidades y Expectativas
- Inversiones: Gubernamentales y Privadas
- Aplicaciones
- Capacidades de I&D en México
- Oportunidades de Empleo
- Implicaciones Ambientales

Feria de Posgrados del CONACyT

Dr. Jesús González Hernández

México, D. F., 12 abril de 2008

HISTORIA, PRESENTE Y FUTURO

- **Edad de Piedra (¿? – 6000 AC)**

Piedra, ► Herramientas diversas de piedra y madera
Pedernal ► **Fuego controlado** ► Alfarería (cerámica)

- **Edad del Bronce (6000 AC – 1500 AC)**

Bronce = Cu + Sn, pero también Au, Ag, Pb ► Civilizaciones Griega y Egipcia, ...

... ¿y el hierro?

Fe muy abundante en la corteza terrestre y de fácil acceso, pero:

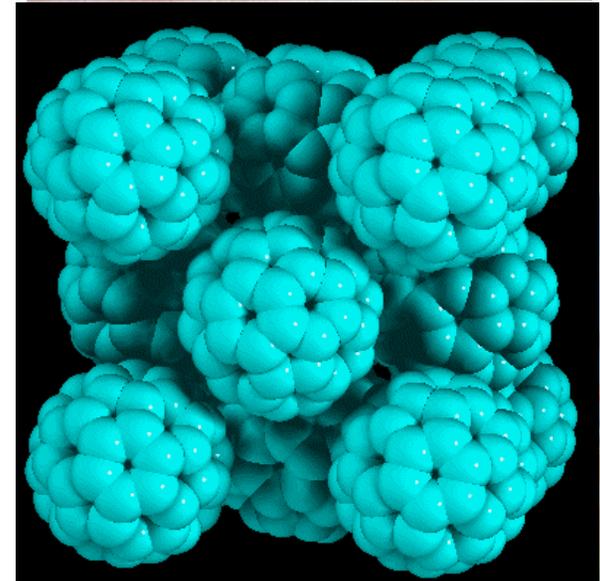
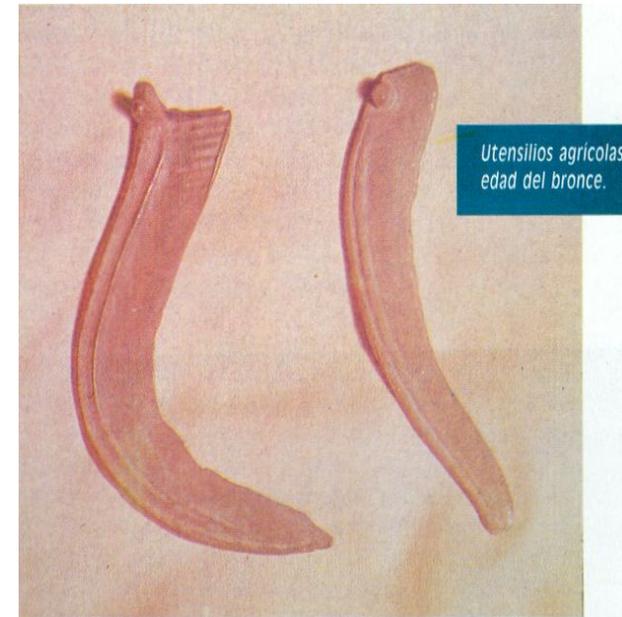
Cobre $T_f = 1083^\circ\text{C}$ y **Fe $T_f = 1537^\circ\text{C}$**

Siglo XVIII

- **Edad del Silicio**

Transistor
siglo XX

- **Edad de los Nanomateriales**
siglo XXI - ?



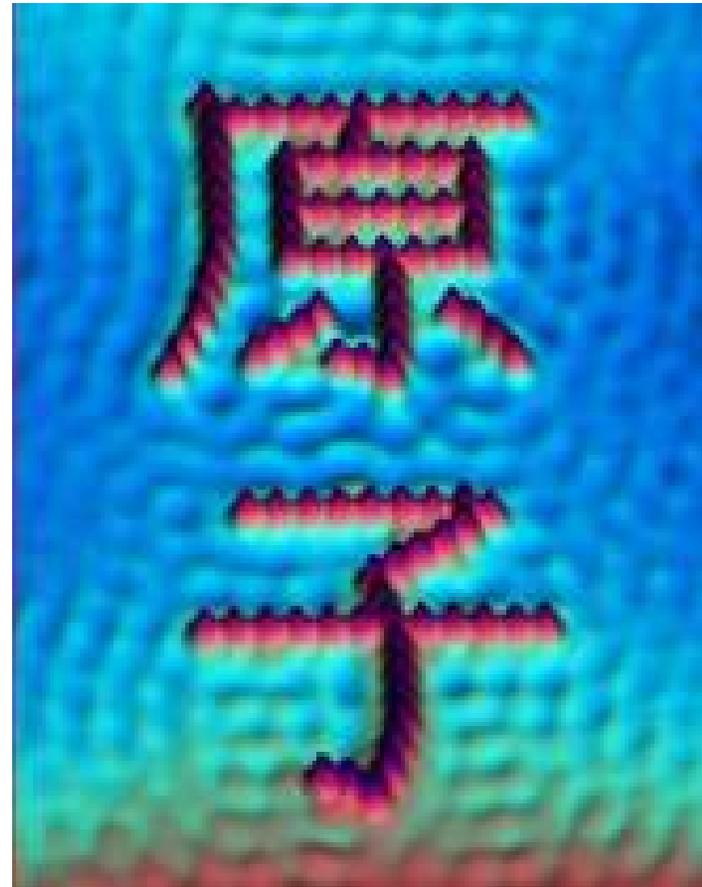
Nanotecnología

(1nm es una millonésima de 1 mm)

Se refiere a la síntesis, estudio y aplicación de objetos de tamaño nanométrico (*TAMAÑO*)

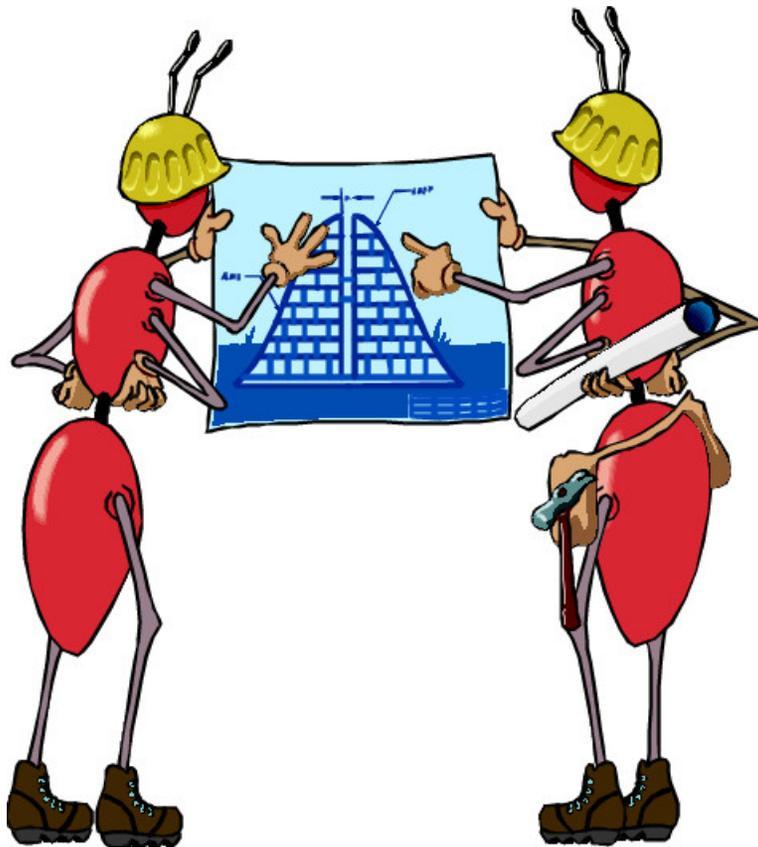
El término cubre objetos con al menos una dimensión manométrica (*FORMA*)

La reducción dimensional debe además proveer propiedades físicas, químicas y/o biológicas no observables a mayores dimensiones (*PROPIEDAD*)



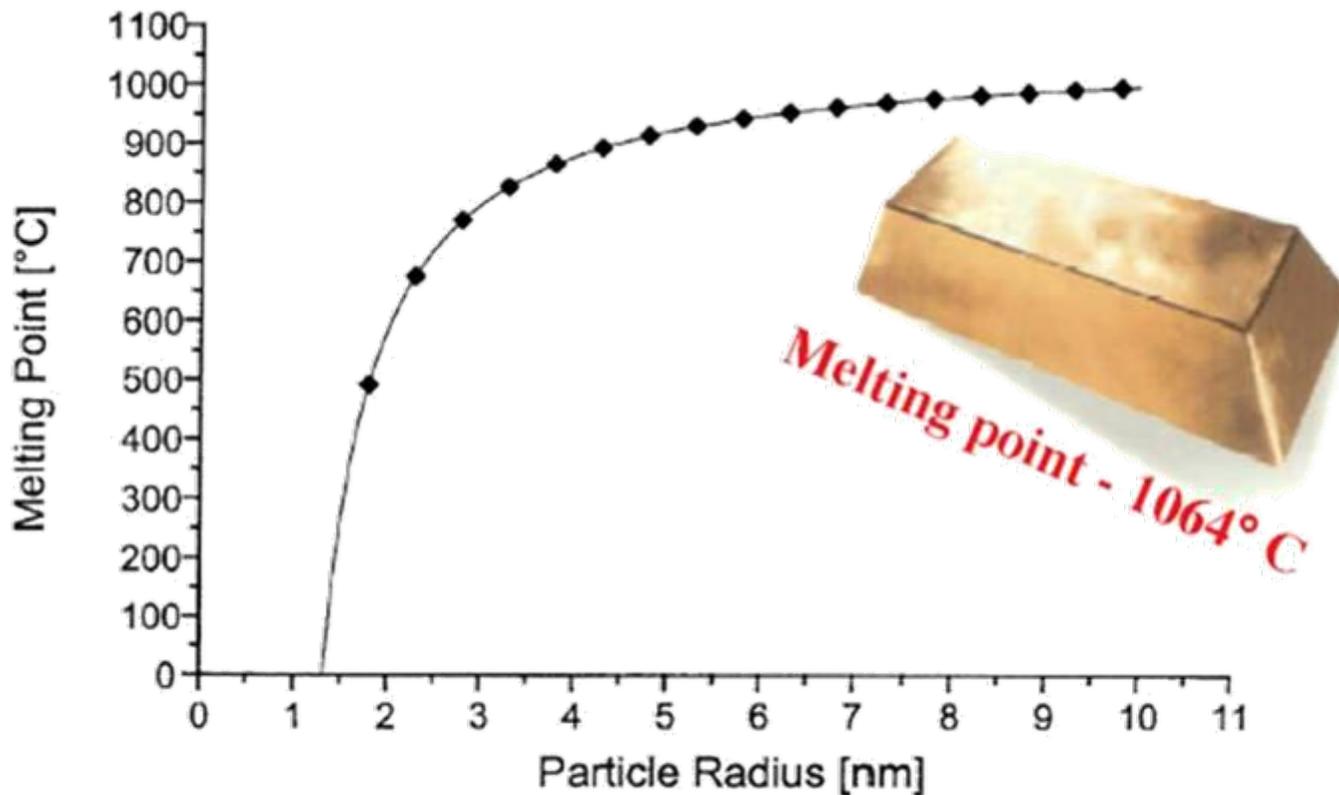
“átomo”, en japonés,
escrito con átomos

ESCALAS: HORMIGAS Y ÁTOMOS



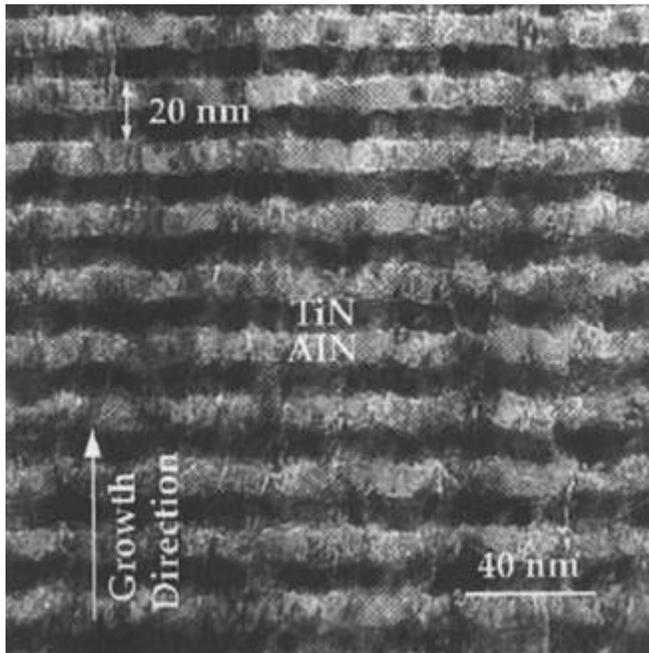
OBJETO	TAMAÑO EN nm
Hormiga	1 millón
Cabello humano (diámetro)	80,000
Bacteria	1,000-10,000
Luz visible (λ)	400-700
Virus HIV	90
Luz extremo UV	40
Membrana celular	10
Diámetro DNA	~ 2.5
10 átomos H	1
Molécula de agua	0.3

EL TAMAÑO SÍ IMPORTA

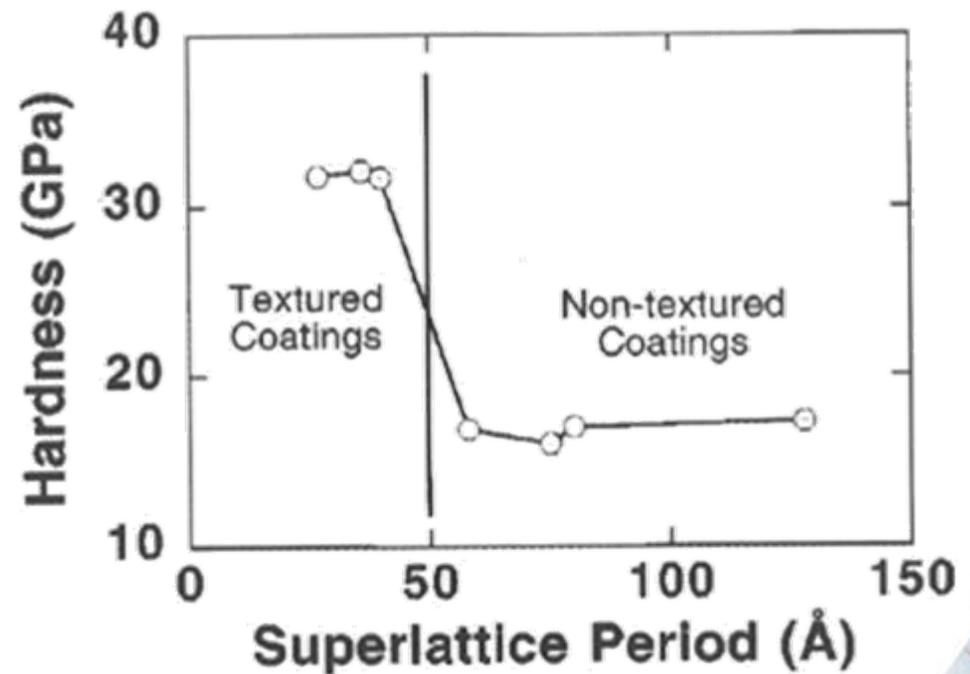


Source: K.J. Klabunde, 2001

Recubrimiento Duro Nanoestructurado

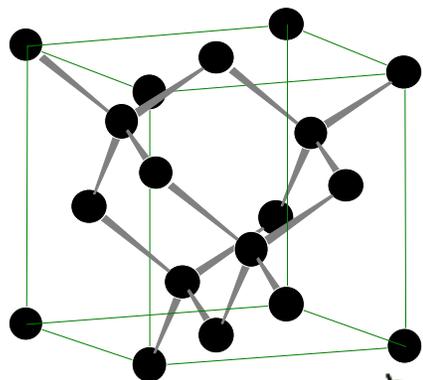


Micrografía TEM: Multicapa AlN/TiN
(período = 20nm)

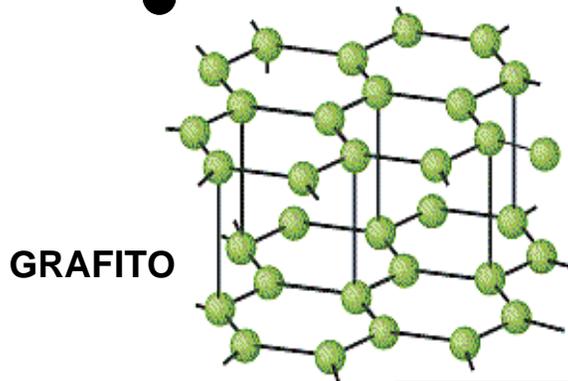


Dureza vs período

NANOTUBOS DE CARBONO

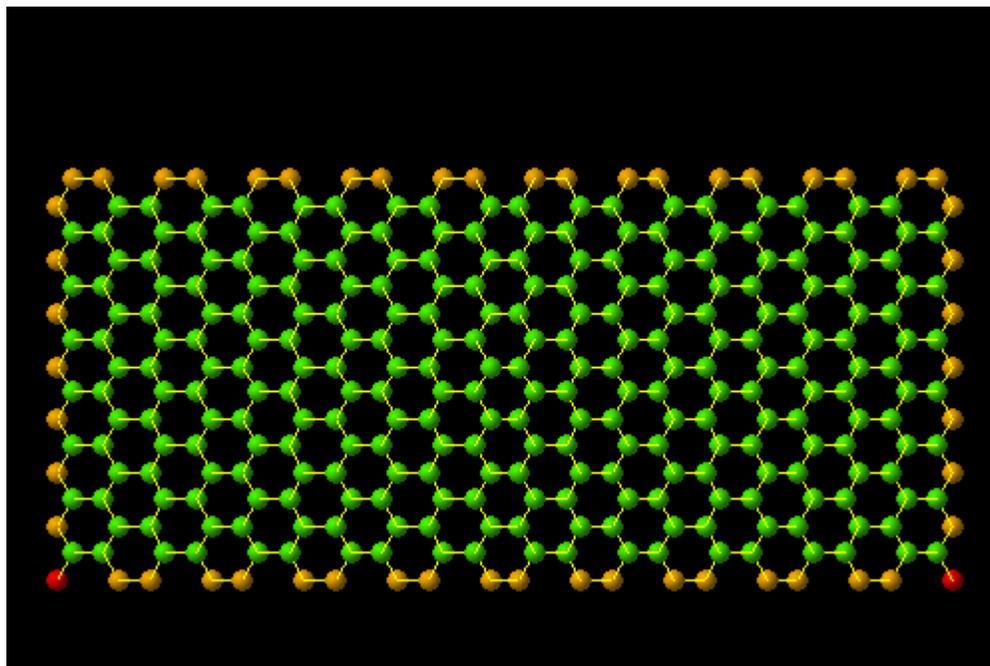
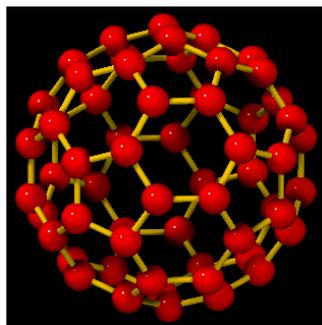


DIAMANTE



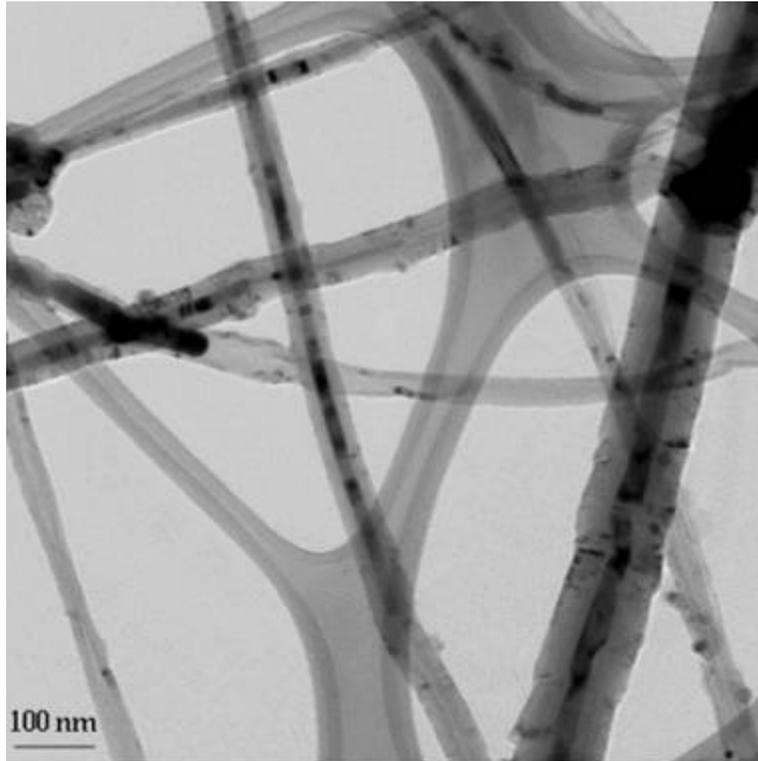
GRAFITO

FULLERENO

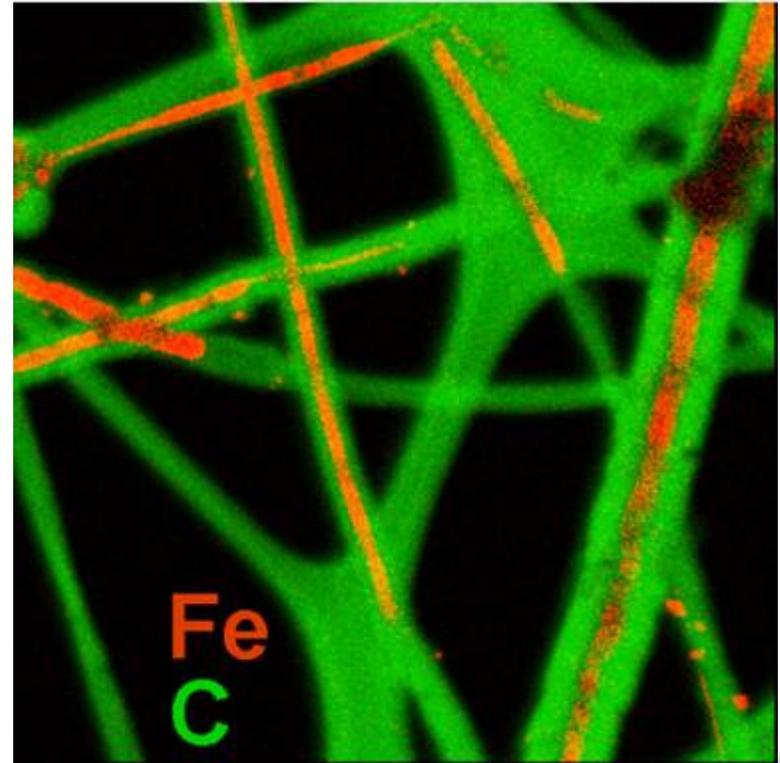


NANOTUBO DE CARBONO

Nanotubos llenos de Hierro (magnéticos) obtenidos por la pirólisis de ferroceno



Micrografía TEM



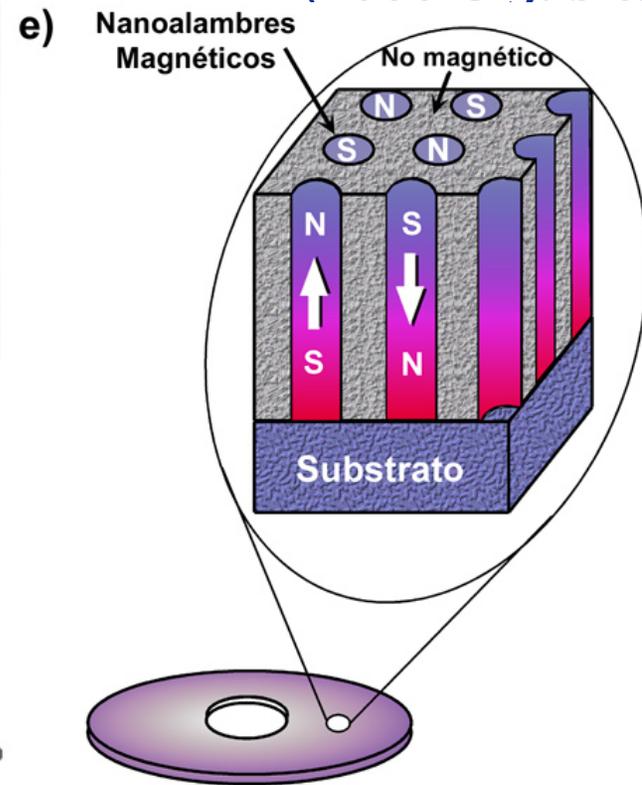
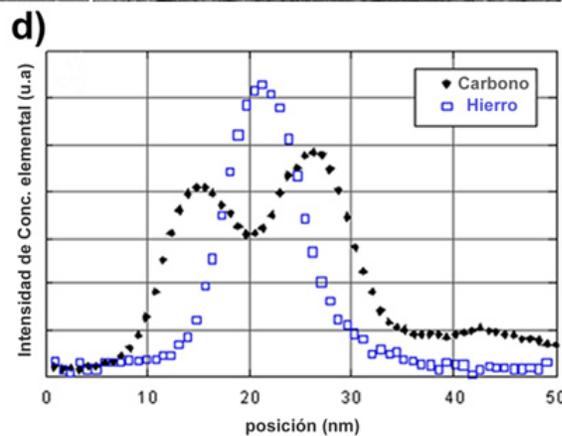
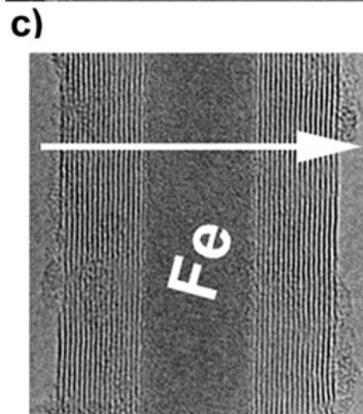
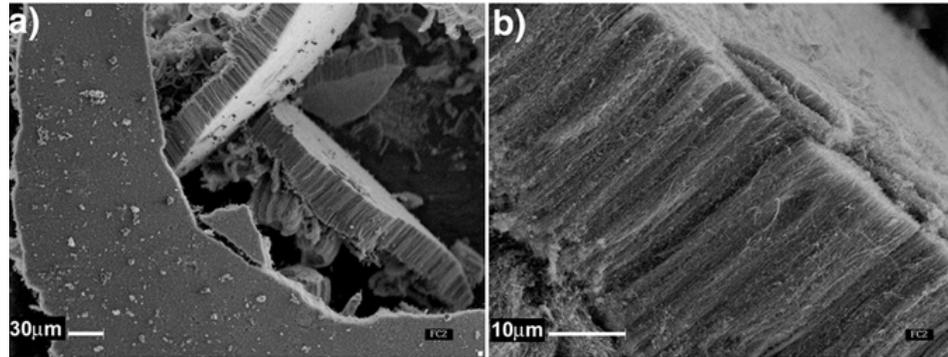
Mapeo elemental, mostrando la presencia de Fe y C

Potencial Aplicación en Grabado Magnético de Alta Densidad

Nanotubos llenos de Hierro

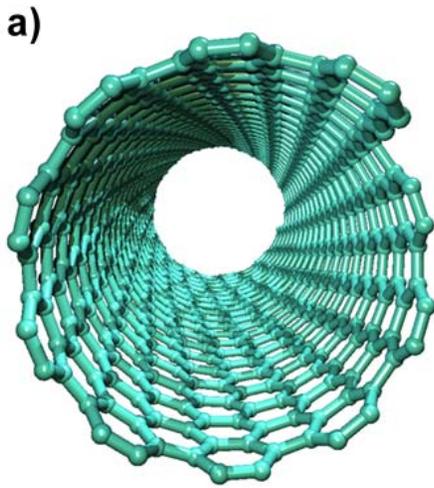
*Nanotubos llenos de Hierro
producidos por métodos pirolíticos*

*Discos duros
magnéticos de alta
capacidad
(1000 Gigaabits/cm²)*

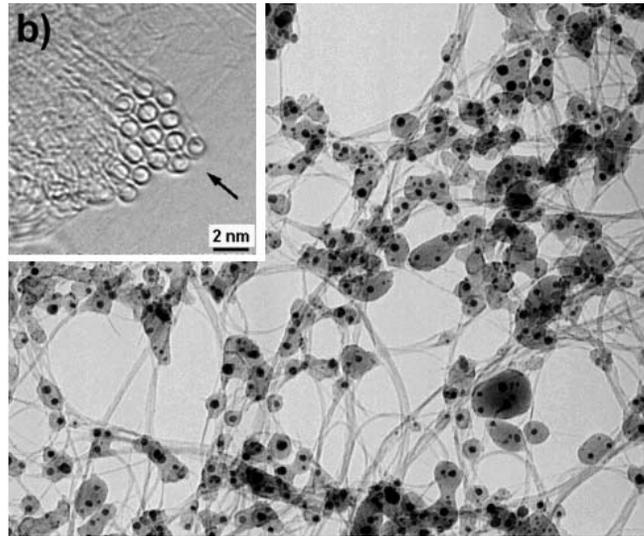


Cortecia: H. Terrones

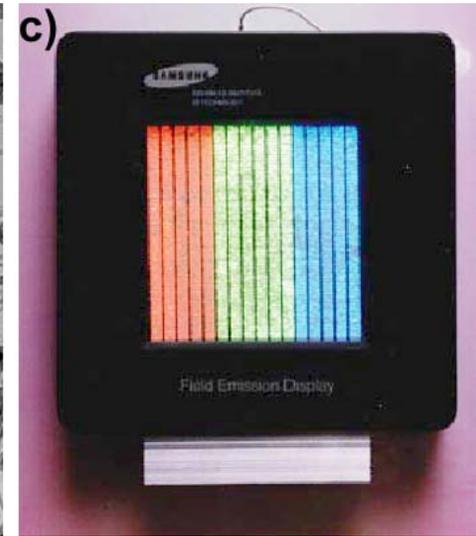
Nanotubos de una capa y Aplicaciones



Vista transversal de un nanotubo de una capa

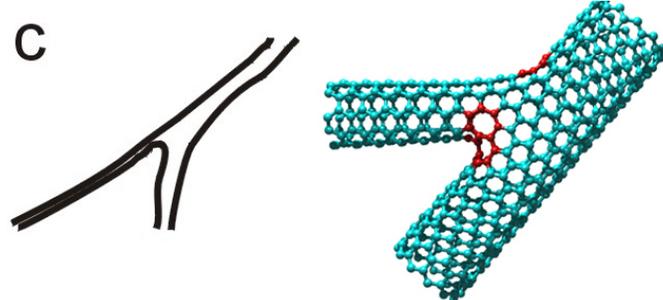
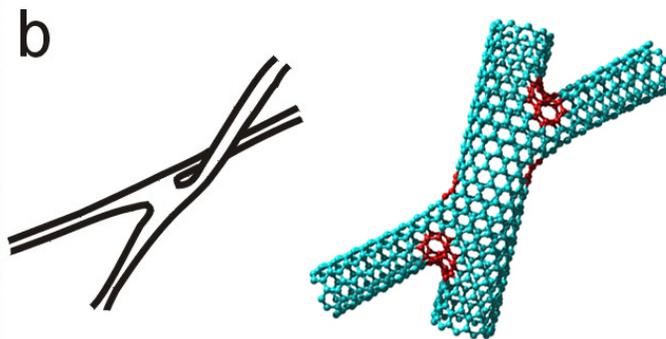
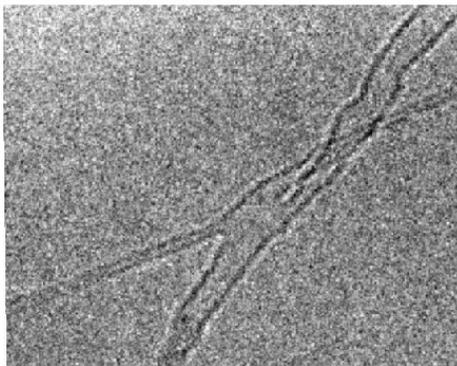
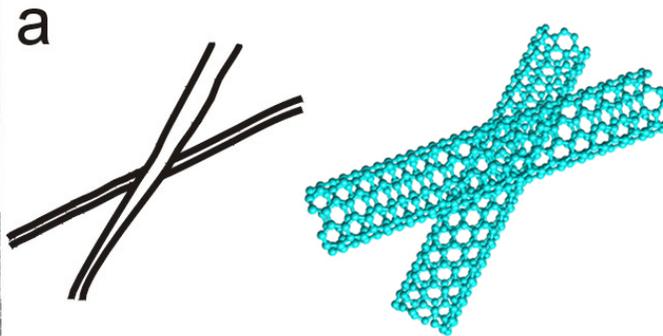
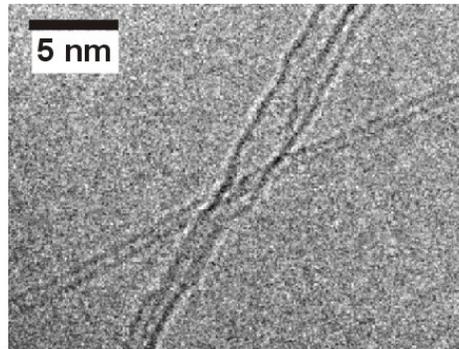


Nanotubos de una capa producidos por el arco eléctrico



Pantalla de TV utilizando Nanotubos (50,000 Mp)

Unión de Nanotubos: X y Y



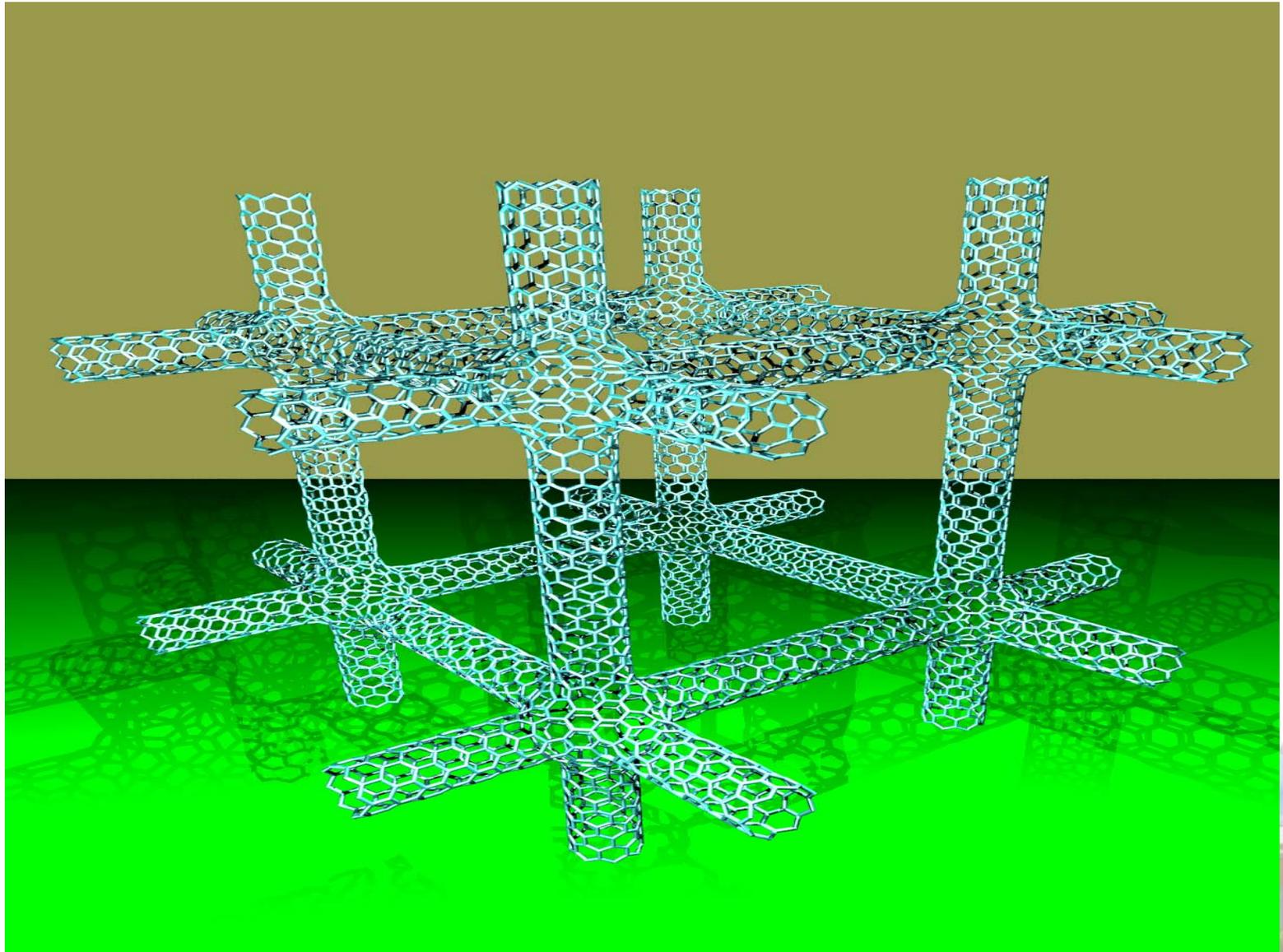
**Unión mediante
un haz de
electrones**

M. Terrones, F. Banhart, N. Grobert, J. C. Charlier, H. Terrones, P.M. Ajayan.

*Physical Review Letters 89,
07505 (2002)*

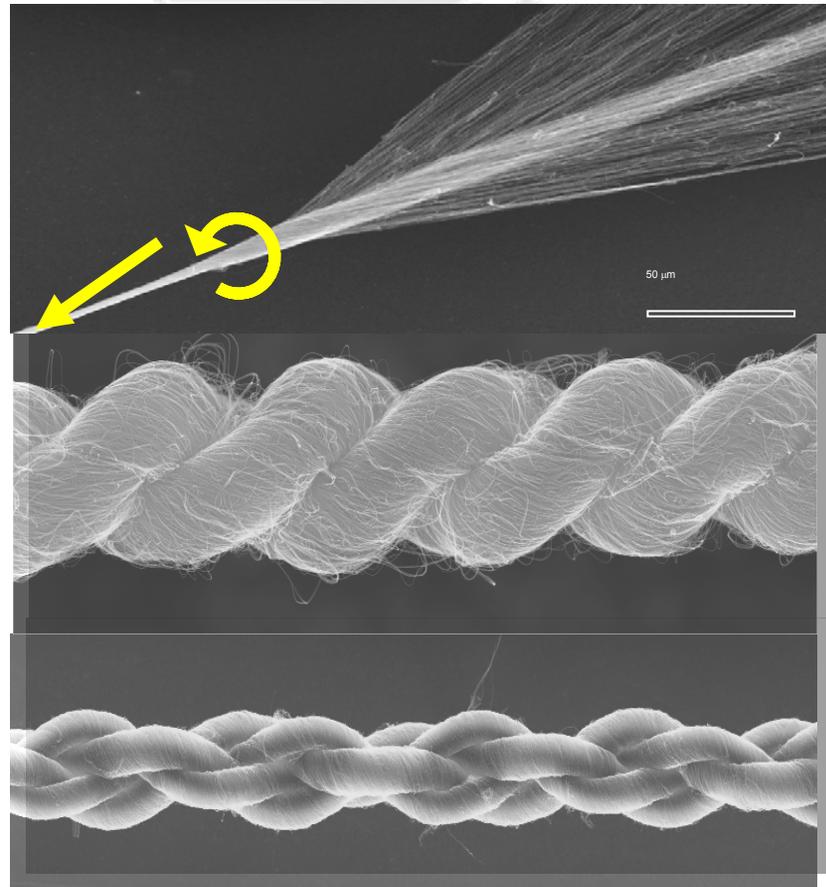
NANOARQUITECTURA

Nanoestructuras en 3D



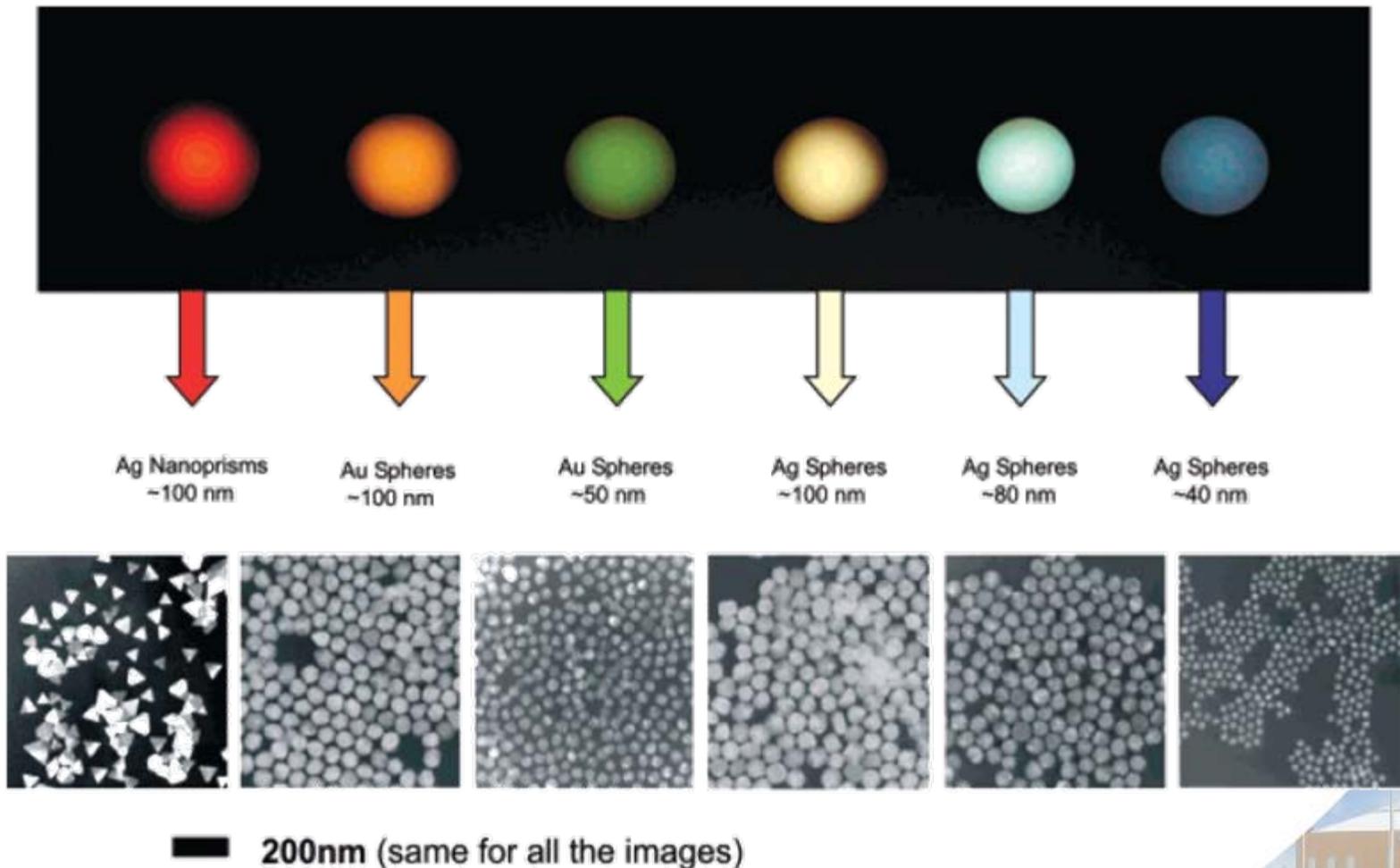
Costos Comparativos de Productos Nanofabricados vs Convencionales

Fibras Textiles Super Resistentes de Nanotubos de Carbón y su utilización en protección antibalística

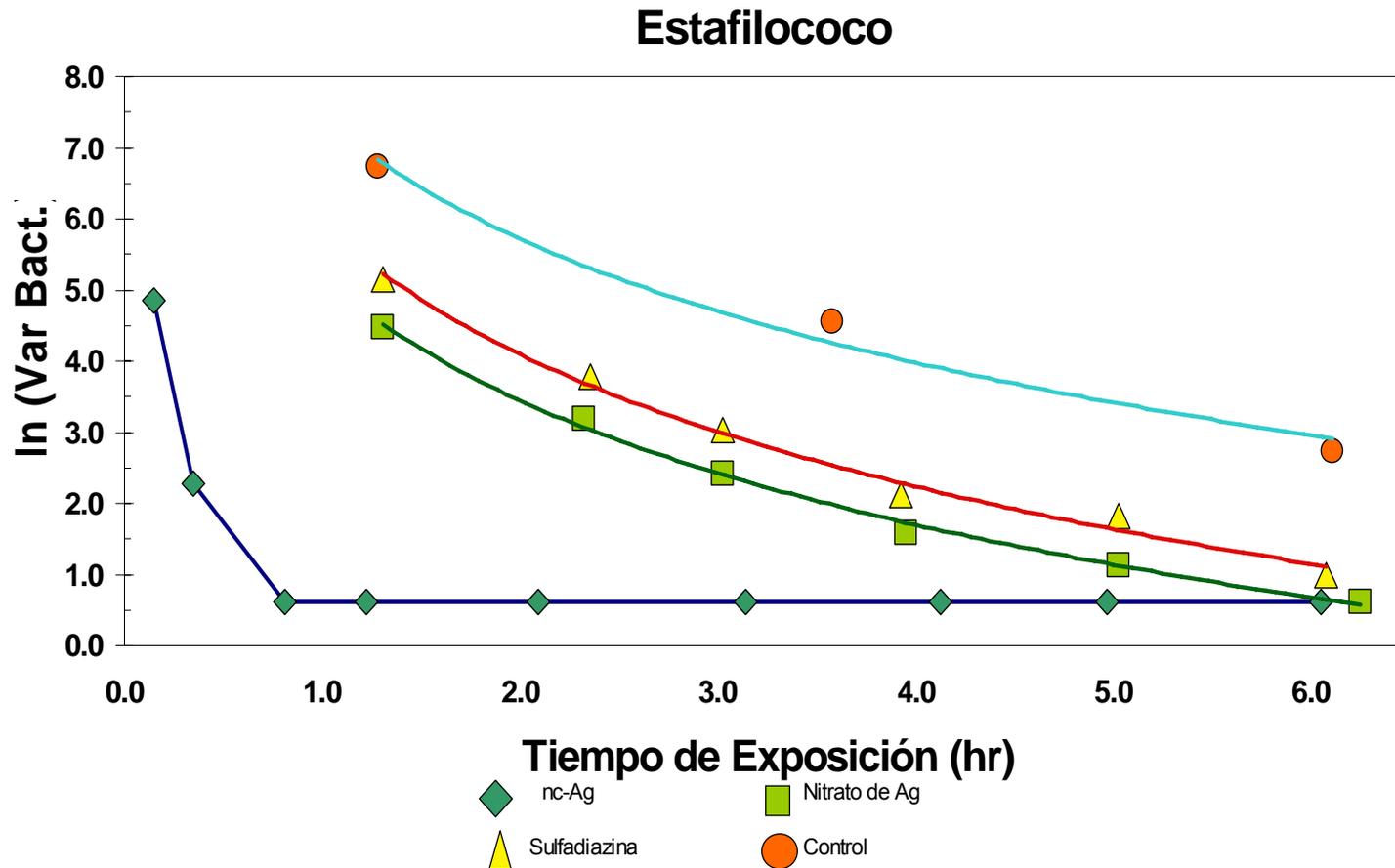


	Kevlar	Dyneema Spectra Zylon	Fibras de CNT
Número de capas	30	18	6
Resistencia de la fibra en GPa Acero= 0.65 -1	8.15 – 8.37	11.41	SWNT=13–53 Armchair= 126.2 MWNT=150
Peso del chaleco	2.5 Kg	2.1 Kg	1.7 Kg
Peso del material protector	1.0 Kg	0.6 Kg	0.2 Kg
Costo de producción estimado	150 – 200 USD	180 – 300 USD	400 – 500 USD
Precio de venta	500 - 700 USD	650 - 1100 USD	1200 – 1500 USD
Utilidad por chaleco	350 – 500 USD	470 – 800 USD	800 – 1000 USD

Propiedades Ópticas de Nanopartículas (forma y tamaño)



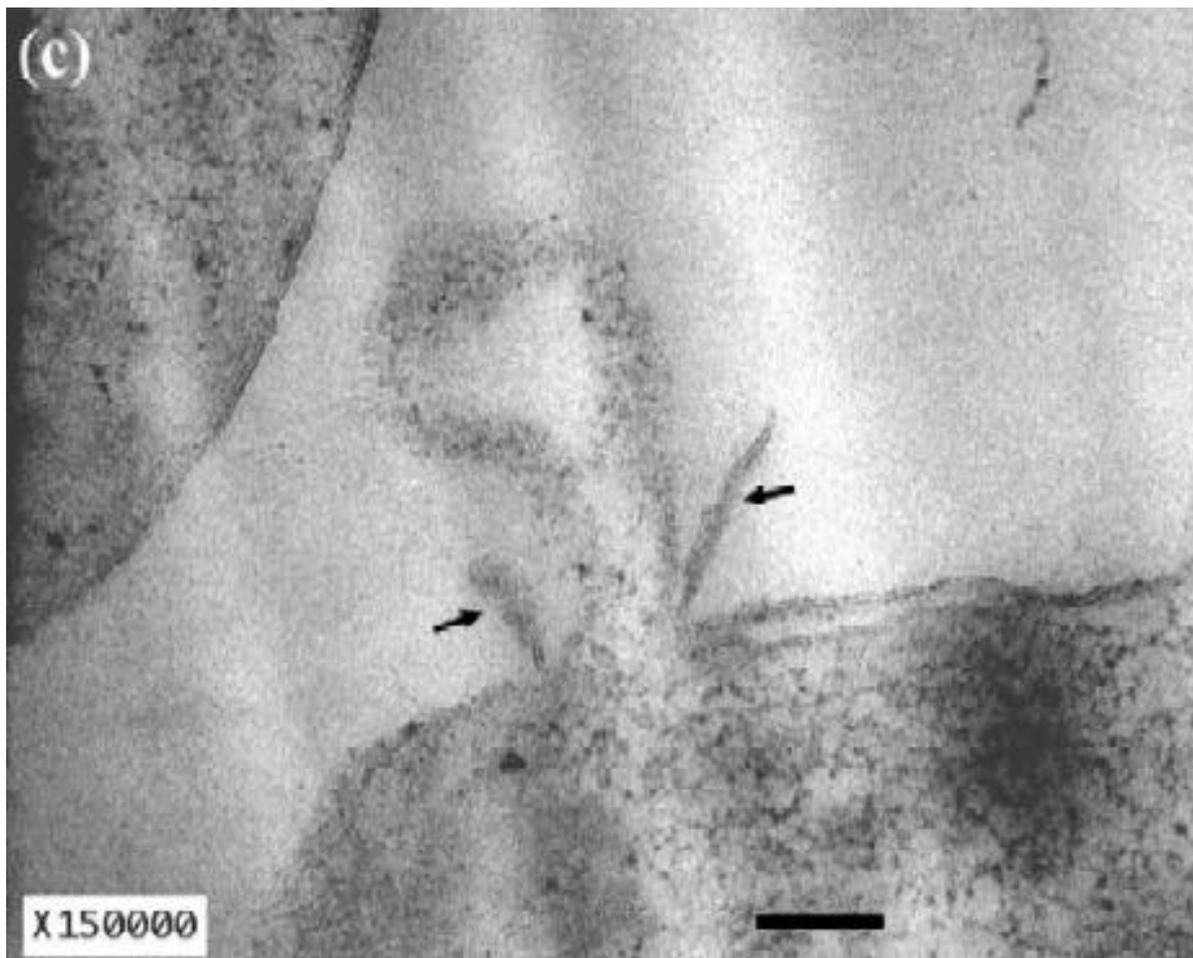
Plata Nanométrica Agente Inmunológico



Ag⁺ elemento activo

Incremento en átomos superficiales de 10⁵, al disminuir la partícula de 1 micra a 100 nm

Efecto de la nc-Ag Ruptura de membrana y escape aparente de material citoplásmico



Costos Comparativos de Productos Nanofabricados vs Convencionales

Nanopartículas de Plata

Ejemplos

Propiedades microbicidas

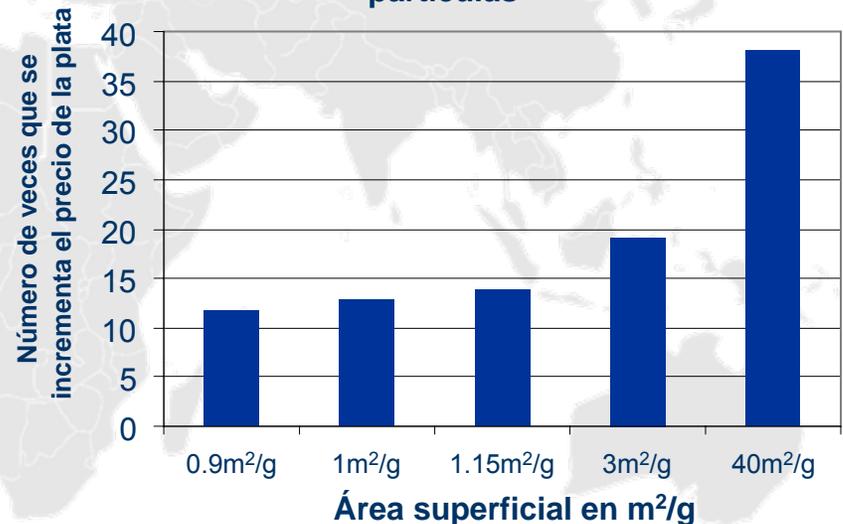
Usos:

- Productos para el cuidado personal, pasta dental, prevención de infecciones, acné, pie de atleta.
- Productos para la desinfección de telas, plásticos y otras fibras.

Mercado

- 28 millones de dólares en 2005 con crecimiento anual proyectado de 48%.

Número de veces que se incrementa el precio de la plata con el aumento del área superficial de las partículas



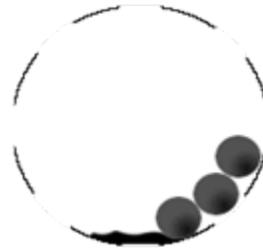
Costo de la plata = \$0.41/gr USA

Fabricación de Materiales Nanométricos

Nanofabricación

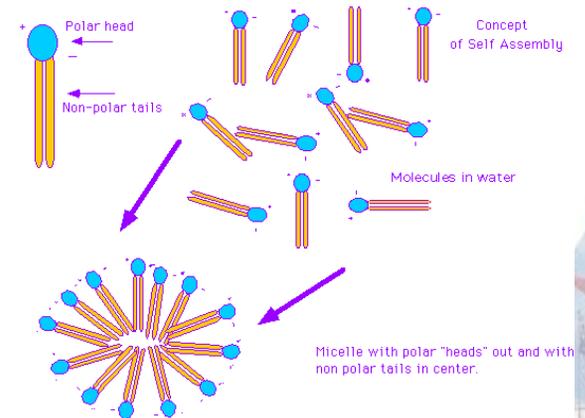


Método Top-Down
Generar a partir de macroestructuras

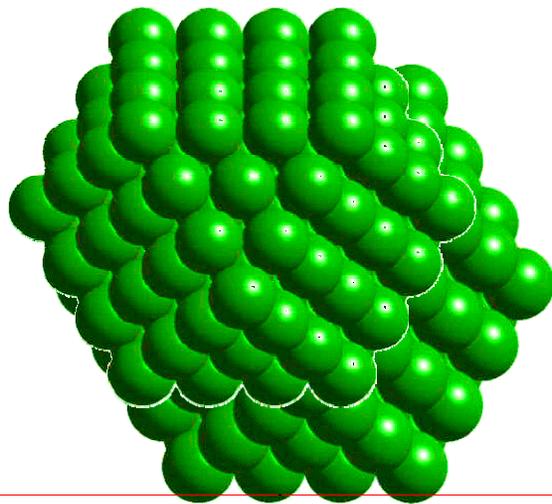


<http://www.rspysse.anu.edu.au/nanotube/ballmilling.php>

Método Bottom-up
Ensamble a partir de átomos o moléculas



Nanopartículas



Número de átomos

D(nm):(átomos de superficie %)

13

0.42:(100%)

55

0.83:(87%)

147

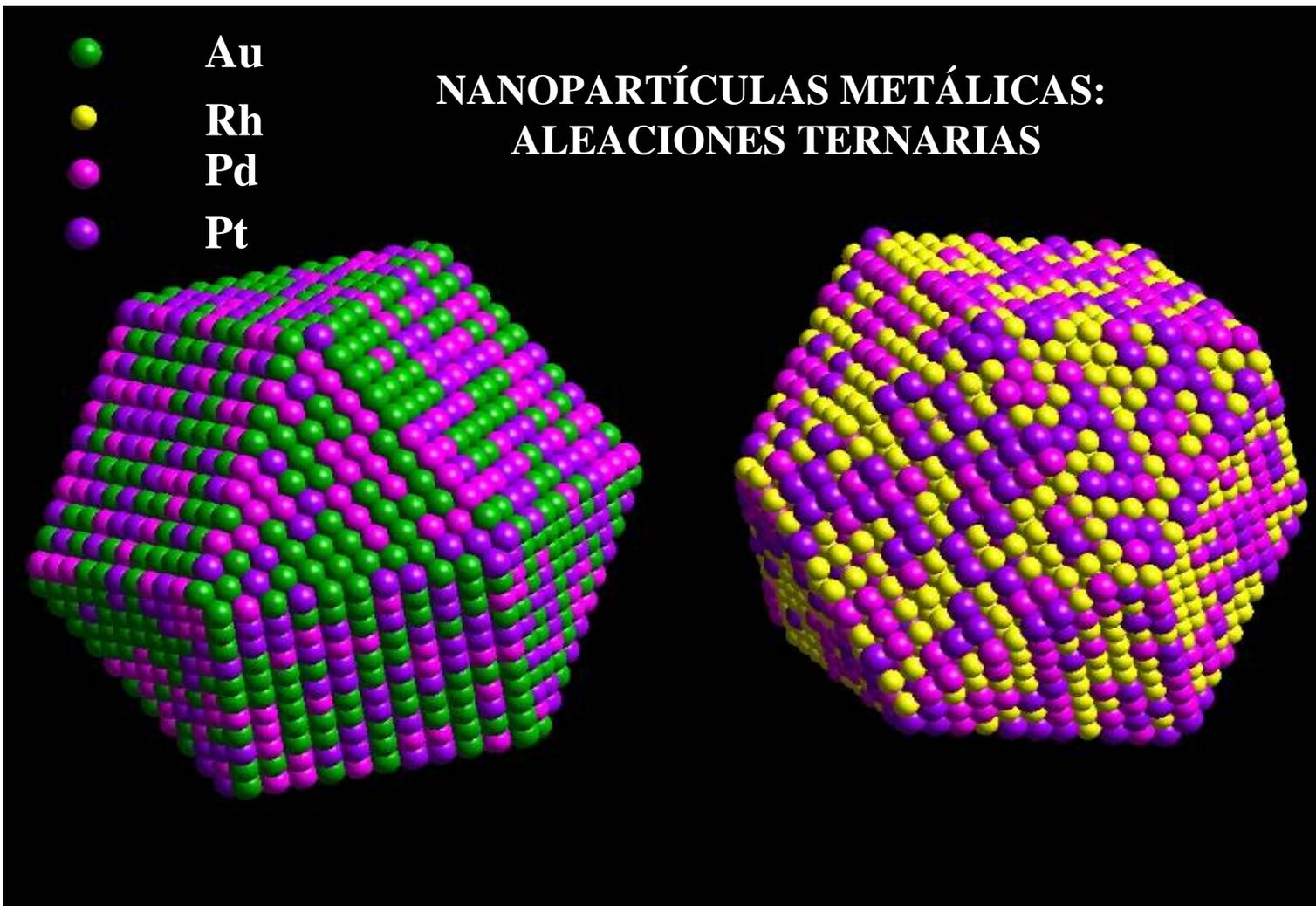
1.24:(75%)

561

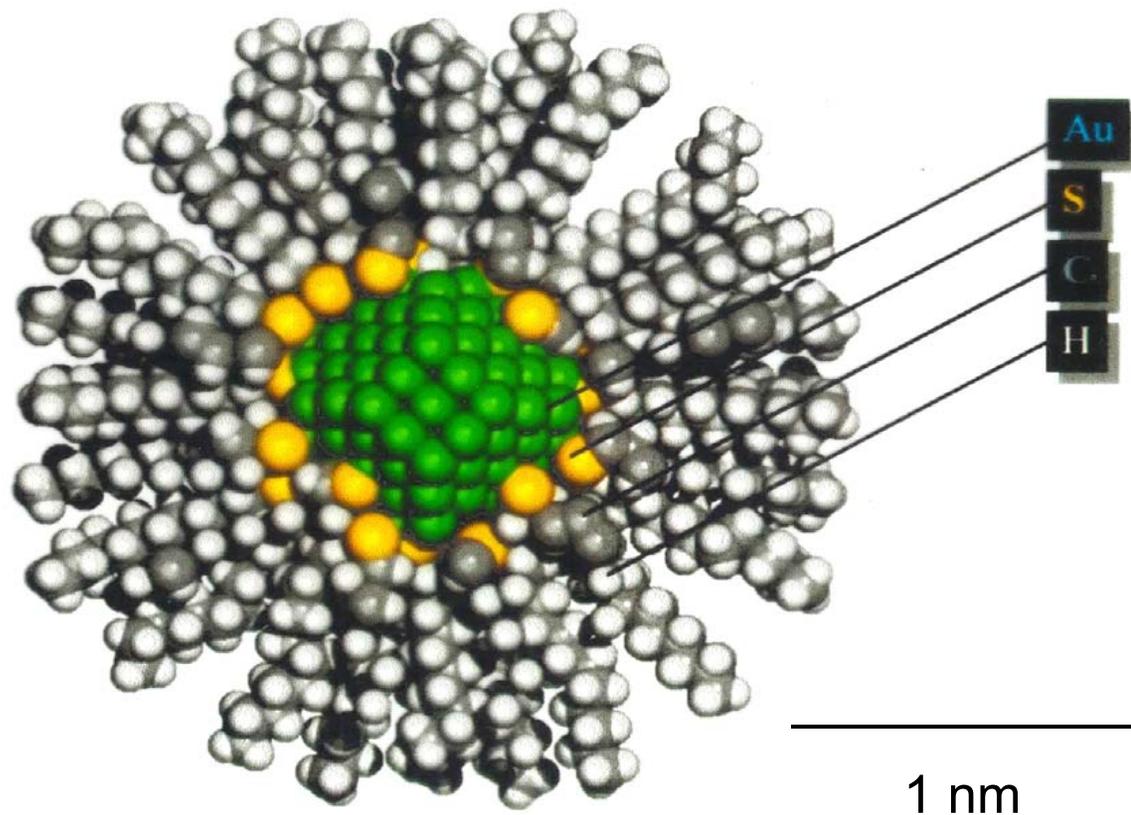
2.06:(54%)

923

2.48:(48%)



Estructura Organica-Inorgánica

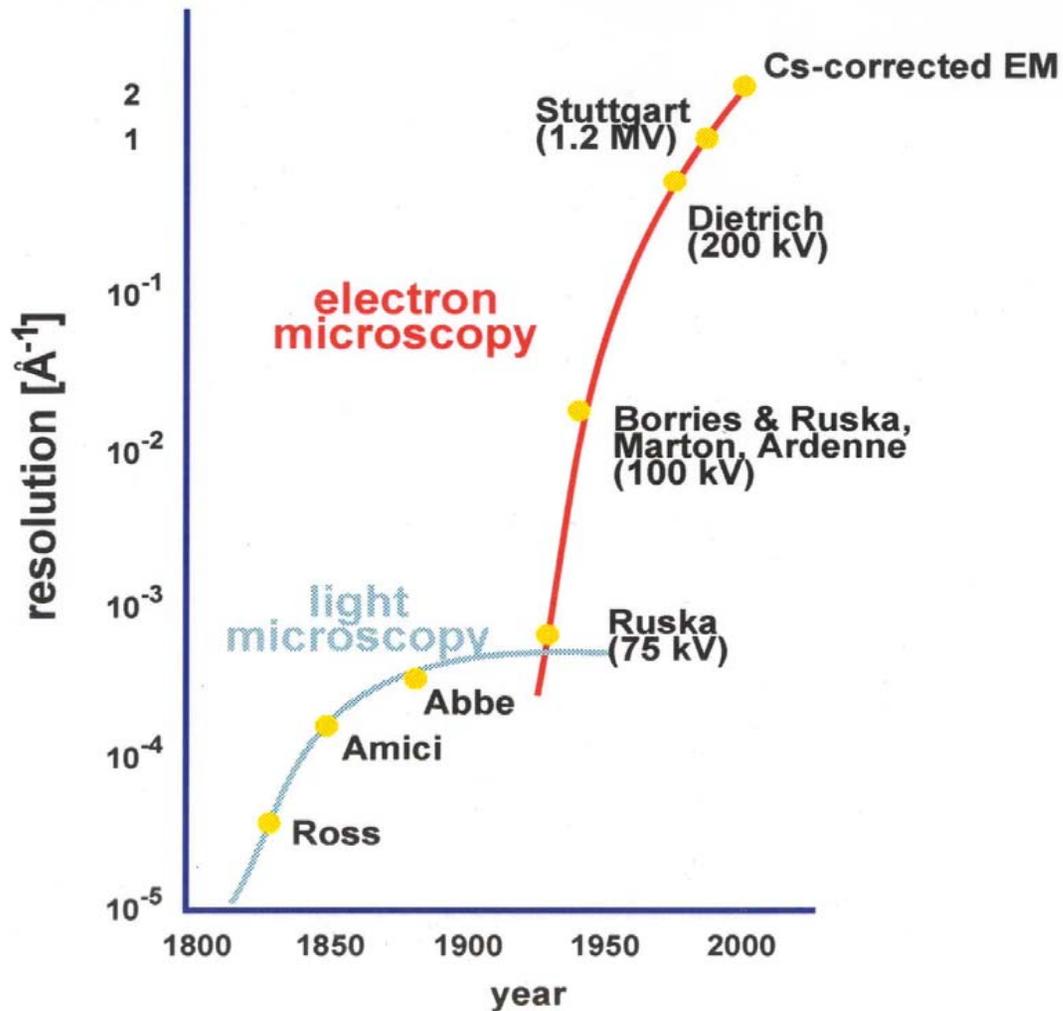


TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN NANO-ESTRUCTURAL

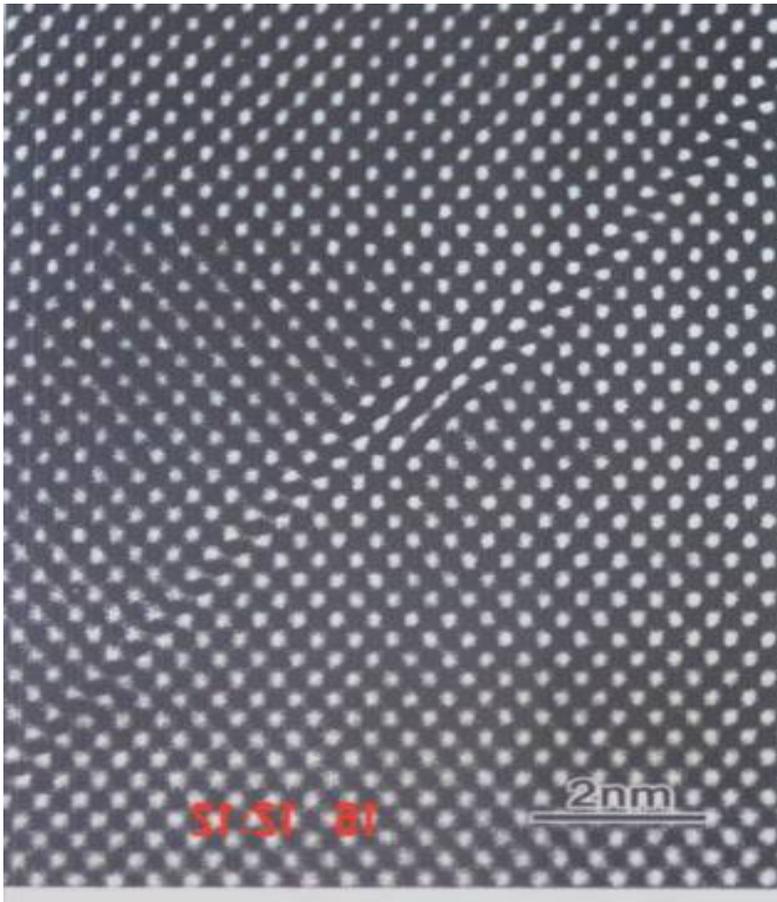
ESTUDIO DE LO MUY PEQUEÑO CON EQUIPOS CADA
VEZ MÁS GRANDES



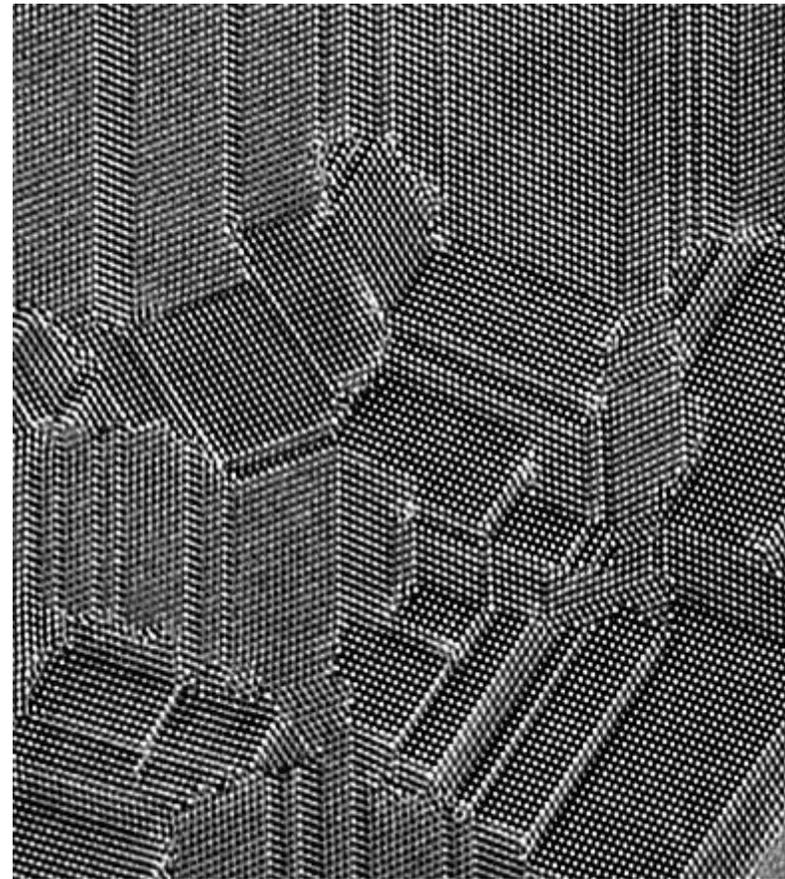
Development of Resolution in Microscopy



MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE ALTA RESOLUCIÓN



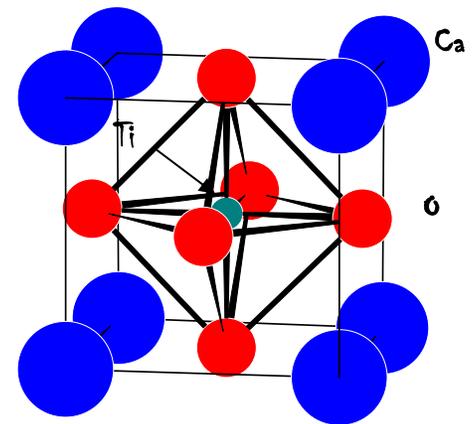
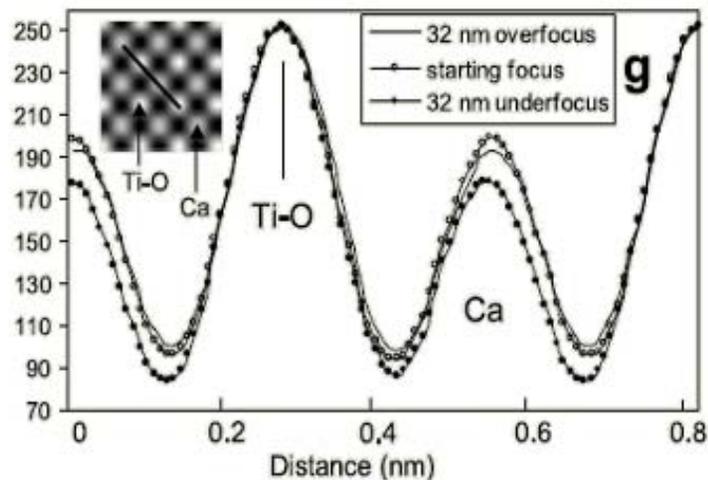
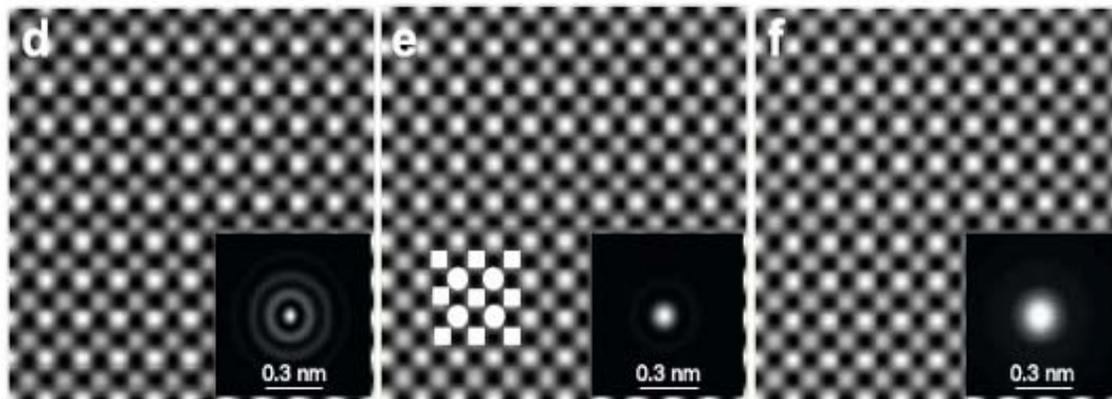
**Resolución atómica
en CdTe**



Atomic resolution micrograph of multiply-twinned nanocrystalline film of Si. (C. Song)

Nanocristales en silicio

ÁTOMOS DIFERENTES, SE VEN DIFERENTES



Estructura perovskita
 CaTiO_3

Fig. 1. (a-c) Warped experimental HAADF-STEM images of CaTiO_3 crystal

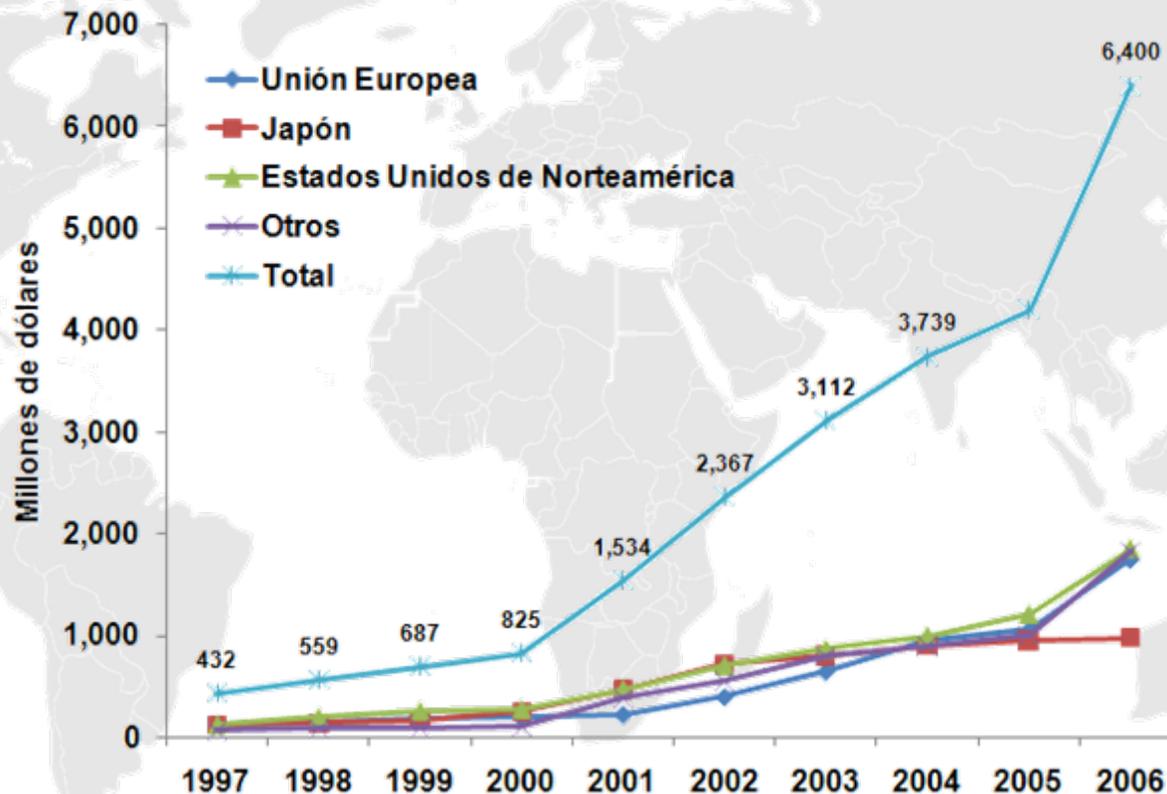


Ámbito Internacional

DATOS Y CIFRAS

- **Gobiernos y empresas privadas alrededor del mundo, destinaron **\$9.6 billones de dólares (1000 M)** en investigación y desarrollo en nanotecnología en el 2005.**
- **Inversión de los gobiernos a nivel mundial en investigación en Nanotecnología al 2005 **4.6 billones de dólares****
- **Compañías en el mundo haciendo investigación en Nanotecnología durante el 2007: **2,500****
- **Número de investigadores a nivel mundial dedicados a la nanotecnología al 2005: **25,000****
- **Mercado Global para productos que involucran Nanotecnología al 2015: **1.1 Trillones de dólares****

Inversión Gubernamental en Investigación y Desarrollo



FUENTE: Lux Research; Nations Ranking 2007

✓ Estados Unidos, Japón y Alemania, aportan anualmente más del 50% de la inversión total mundial en nanotecnología. 48% corresponde a los gobiernos, el 47% a las empresas y el 5% a capital de riesgo.

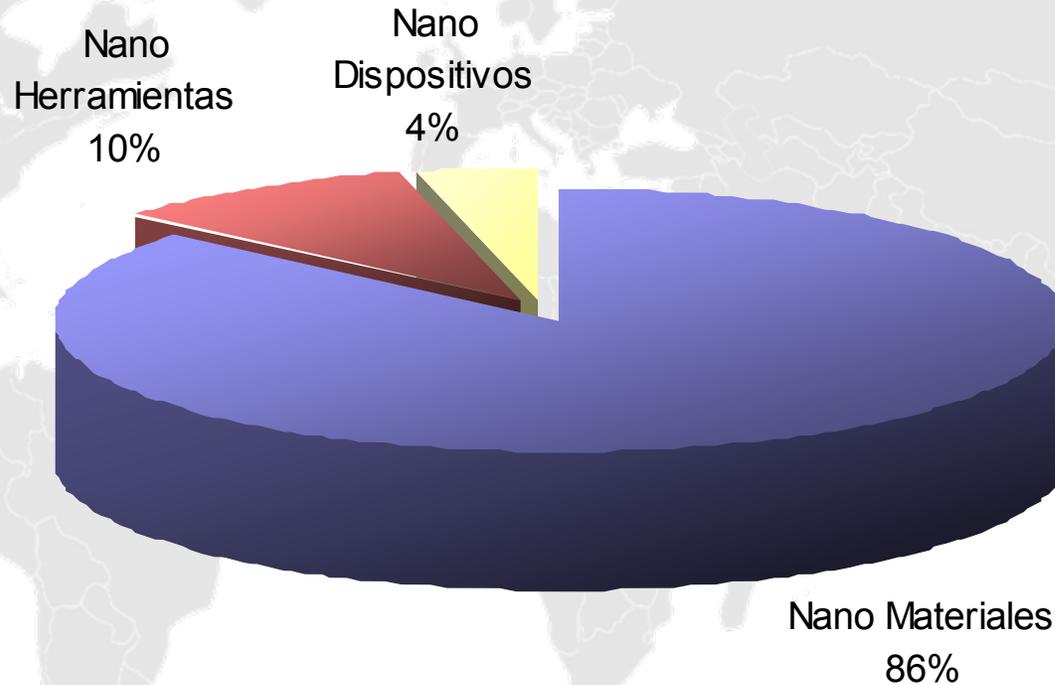
Inversión en Relación al PIB

- ✓ En relación al **PIB**, el país que mayor proporción destina a la investigación y desarrollo de la nanotecnología es **Corea del Sur** (350 por cada millón de dólares del PIB) seguido por **Japón, Estados Unidos y la Unión Europea**.
- ✓ La mayor proporción de la inversión en I&D se destina a los sectores académico e industrial; sin embargo las asignaciones de cada país varían de manera importante.

	Académico	Industrial
• Estados Unidos	65%	10%
• Alemania	45%	30%
• Corea del Sur	20%	60%

Actividad Empresarial

Mercado mundial por tipo de producto



Los nanomateriales pueden ser aplicados a la gran mayoría de los productos de los diferentes sectores industriales, sin modificar significativamente procesos y equipos.

Aplicaciones

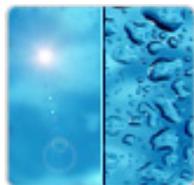
Actualmente existen en el mercado cerca de 600 productos de uso cotidiano



iPod Nano



Raquetas de Tenis
Head Nano Titanium



Vidrios
Foto/autolimpiables



Prendas de vestir



Aplicaciones automotrices



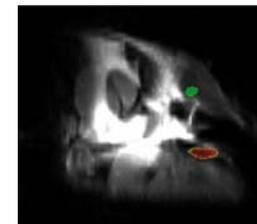
Crema facial



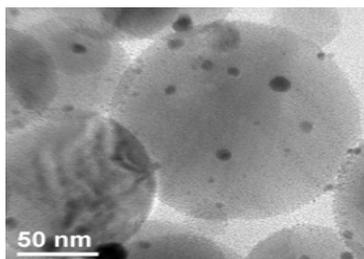
Calcetas a prueba de
olores



CNT Bat



Detección de células
cancerígenas



Catalizadores



Plantilla anti/olor/bacteria



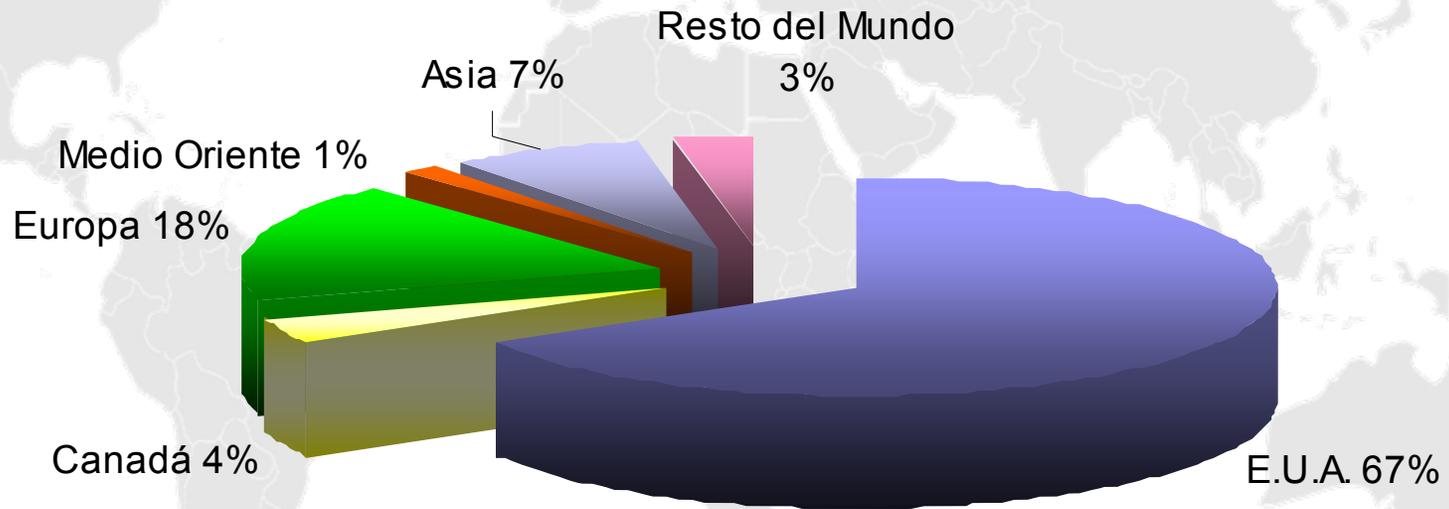
Purificador de aire NanoBreeze



Goma de mascar de
chocolate

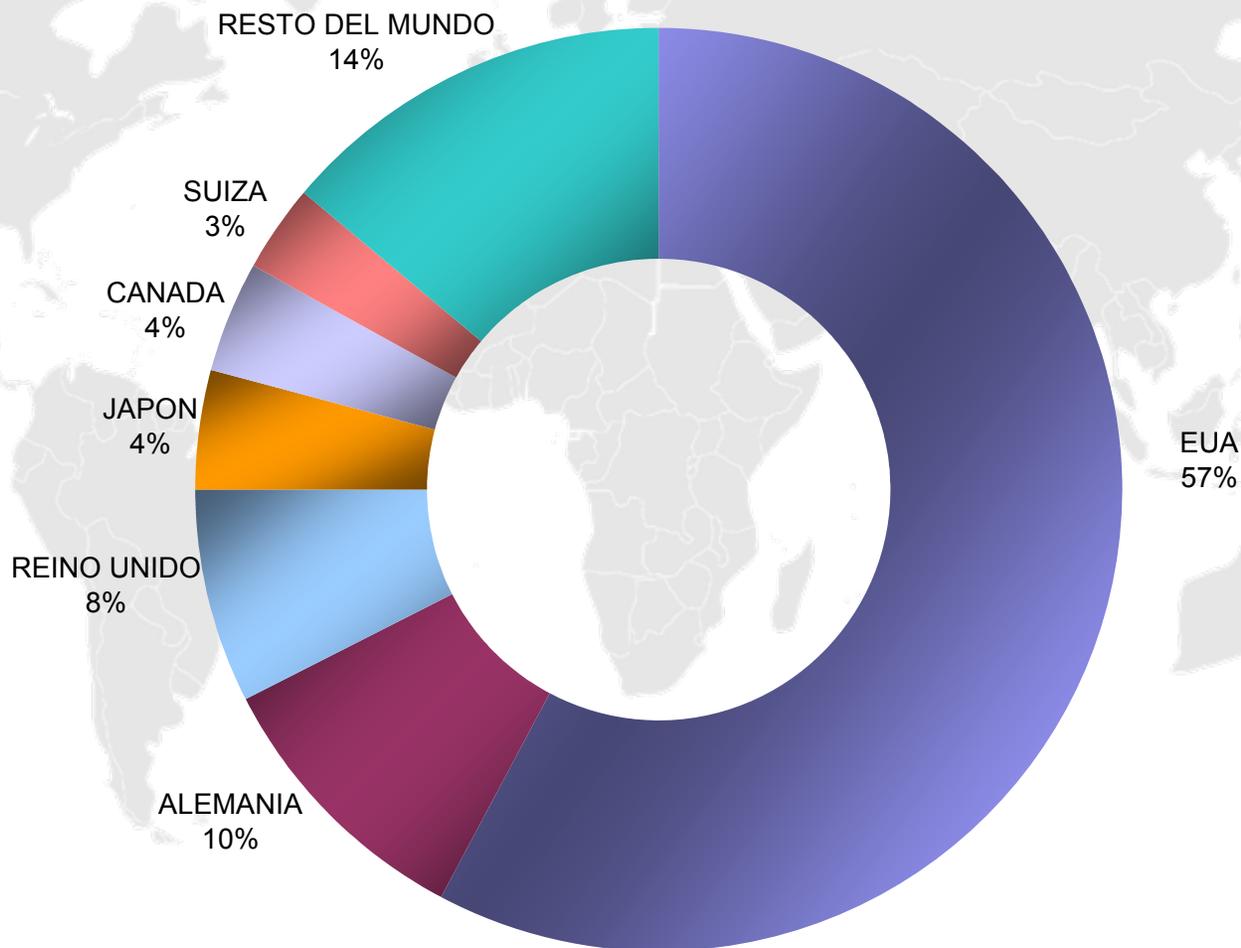
Actividad Empresarial

Distribución geográfica de acuerdo al lugar de origen de las empresas de base nanotecnológica



Actividad Empresarial

Distribución geográfica de acuerdo al lugar de operación de las empresas de base nanotecnológica



Actividad Empresarial

Campo en el que operan las principales empresas de nanotecnología

Categoría	Empresas Líderes
Medicina	iMedd, Flamel, BioSante, Cytimmune, FeRX, Targesome, Nanospectra Biosciences, NanoBio Corp, Engene, Nanosys, Nanosphere, Quantum Dot, Combimatrix, Fluindim
Electrónica e Informática	NanoOpto, Nanosys, Nantero, Zettacore, Samsung, Konarka
Ciencia de los Materiales	Applied Nanomaterials, Argonide, Lightyear, NanoSonic
Partículas y Catálisis	NanoMix, Medis Technologies, NEC, Xoliox, nTera, NanoGram, Konarka
Herramientas	Veeco, NanoDevices, Angstro Vision, FEI, Nanometrics, NanoTitan, Vyxx, NanoInnk, Reactive NanoTech, Zyvex
Fuentes de Información	Foresight Institute, Nanotechnology Now

Fuente: Moore. 2004 y Garner. 2005

GENERACIÓN de CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN

Resultados de la Nanotecnología en Países Líderes (2004)

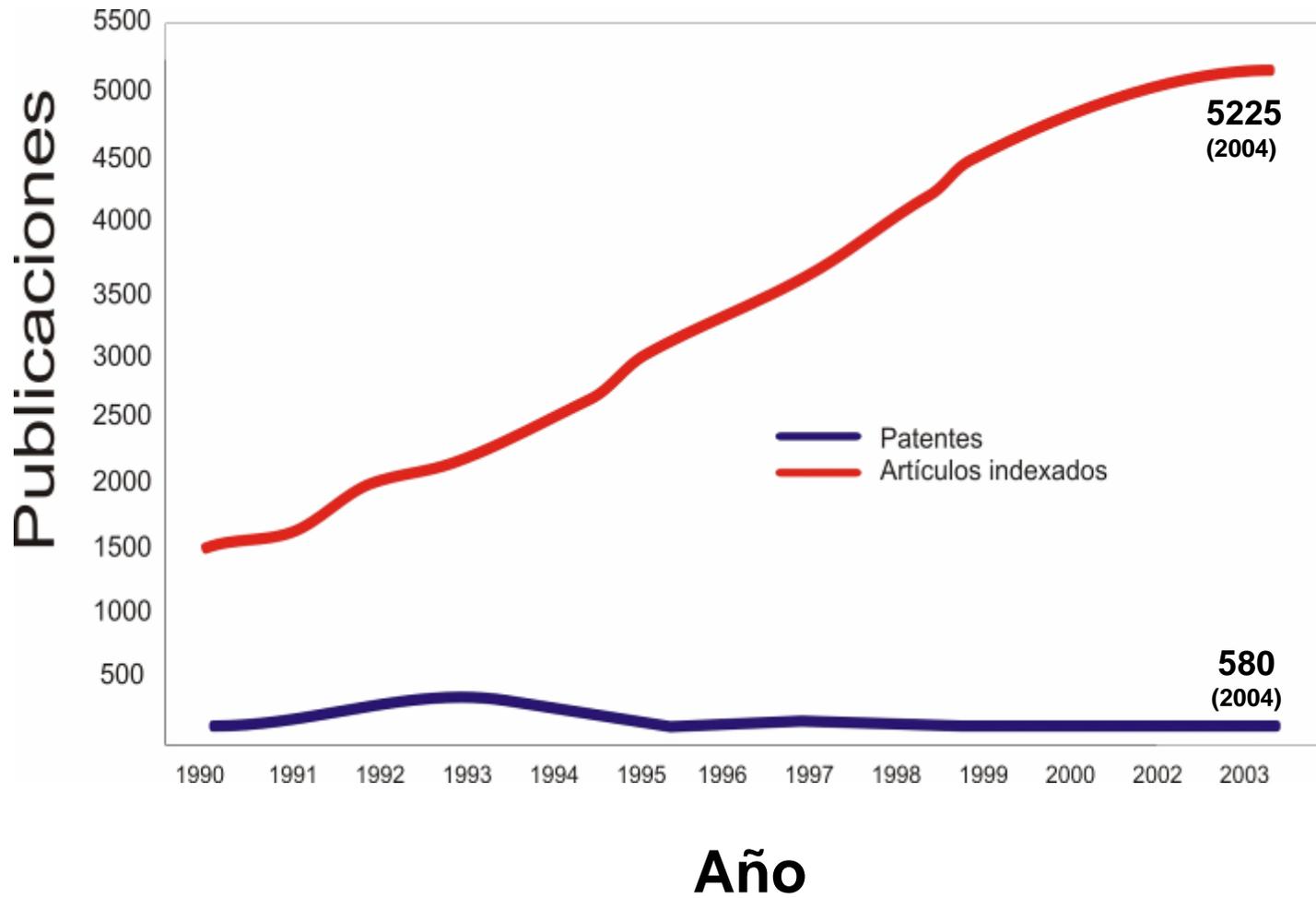
10% del Total de Títulos Otorgados por La USPTO

País - SCI	Nº Artículos	País – Patentes	No. Patentes
Estados Unidos	7512	Estados Unidos	5228
Japón	4431	Japón	926
República Popular China	4417	Alemania	684
Alemania	3099	Canadá	244
Francia	1900	Francia	183
Corea del Sur	1592	Corea del Sur	84
Reino Unido	1520	Holanda	81
Rusia	1293	Reino Unido	78
Italia	1015	Taiwán	77
India	830	Israel	68
España	727	Suiza	56
Taiwán	706	Australia	53
Canadá	690	Suecia	39
Polonia	515	Italia	31

Fuente: Journal of Nanoparticle Research 2004

✓ Las **patentes** relacionadas con la nanotecnología alcanzaron en 2006 un total de 10,105 títulos, de los cuales los Estados Unidos obtuvieron 6,801 con Alemania en segundo sitio con 773.

Productividad en México



**(Patentes/Artículos)
(2003)**

EUA	(0.72)
Canadá	(0.35)
Japón	(0.30)
Alemania	(0.22)
Brasil	(0.2)
México	(0.11)

Productividad Científica Integrada 2001-2006

Estados Unidos publica 39 veces lo que México, China 27, Japón casi 18, Alemania 14 e incluso, Brasil duplica la productividad de México.

Artículos Publicados relacionados con Nanotecnología

Países	2001-2006
EE.UU	39,180
China	27,138
Japón	17,993
Alemania	13,973
Francia	9,919
Corea del Sur	8,172
Inglaterra	6,399
Rusia	6,144
Italia	5,346
India	4,803
Brasil	2,130
México	1,012
Argentina	529

Fuente: ISI Web Knowledge,

Instituciones y Autores en Nanotecnología

Instituciones más prolíficas en nanotecnología 2006

Instituciones	Nº Art
CHINESE ACAD SCI	1,851
RUSSIAN ACAD SCI	687
TSING HUA UNIV	495
CNRS	485
NATL UNIV SINGAPORE	404
TOHOKU UNIV	395
UNIV SCI & TECHNOL CHINA	372
OSAKA UNIV	353
ZHEJIANG UNIV	353
CNR	325
UNIV TOKYO	324
CSIC	317
INDIAN INST TECHNOL	316
NANJING UNIV	316
MIT	314
UNIV TEXAS	314
SEOUL NATL UNIV	313
SHANGHAI JIAO TONG UNIV	304
UNIV ILLINOIS	295
FUDAN UNIV	283

Autores más Prolíficos 2006

Autores	Nº Art
ZHANG, Y	190
WANG, J	154
LI, Y	144
LIU, Y	144
WANG, Y	144
WANG, X	129
WANG, L	118
KIM, J	108
ZHANG, J	107
LI, J	106
WANG, H	103
CHEN, Y	101
ZHANG, H	101
ZHANG, L	99
KIM, JH	94
XU, J	94
LI, L	93
LIU, J	90
LEE, JH	86
ZHANG, X	83

Innovación en Países en Desarrollo

Algunos países se produjeron aumentos del 100%, otros como México de solo 10 %

Solicitudes de Patentes de Países en Desarrollo

El PCT y los países en desarrollo	2002	2003	2004	2005
República de Corea	2.520	2.949	3.556	4.685
China	1.018	1.295	1.705	2.500
India	525	764	723	678
Singapur	330	282	432	441
Sudáfrica	384	357	411	358
Brasil	201	219	279	280
México	132	131	118	140
Egipto	1	22	53	51
Malasia*	18	31	45	37
Chipre	23	28	43	29
Filipinas	20	21	11	27
Colombia	36	24	22	23
Argentina*	9	15	11	21
Cuba	11	20	18	11
Marruecos	10	7	7	9
Kazajstán	16	7	7	7
Indonesia	16	2	6	7
Argelia	3	5	6	4
República Popular Democrática de Corea	0	3	3	3
Zimbabwe	2	2	3	2
Uzbekistán	2	0	0	2
Viet Nam	2	7	2	0

Fuente: Base de datos de estadísticas de la OMPI

* Si bien no se trata de un Estado contratante del PCT, los solicitantes que son nacionales y/o residentes de este Estado (o de cualquier otro Estado que no sea un Estado contratante del PCT) pueden presentar una solicitud PCT junto con otro solicitante que sea nacional y/o residente de un Estado contratante del PCT.

Salario de un Ingeniero en Nanotecnología

La encuesta realizada en línea por David Forman de *Small Times* muestra que los empleados en micro y nanotecnología están bien pagados y tienen un alto nivel educativo.

Con base en lo anterior y con datos obtenidos del Departamento del Trabajo Norteamericano, se observa que:

- ✓ Los salarios de los ingenieros dedicados a la nanotecnología están ubicados en el percentil **86.09%**, solamente superados por los ingenieros petroleros y aeroespaciales.
- ✓ En lo que respecta a los técnicos, éstos se ubican en el percentil **81.91%** únicamente superados por los técnicos aeroespaciales.



PANORAMA NACIONAL

- **En México hay cerca de 40 grupos de investigación que trabajan independientemente.**
- **Laboratorio Nacional de Nanotecnología (CIMAV)**
- **Iniciativa Nacional de Nanotecnología (CIMAV)**
- **Varias Empresas Realizan I+D**

Inventario de Capacidades Académicas

Sector Académico

56 Instituciones	8 - UNAM	6-IPN	14- Sistema CONACYT	2- Instituciones de Investigación Sectorizadas	26- Otras Instituciones
---------------------	----------	-------	------------------------	---	----------------------------

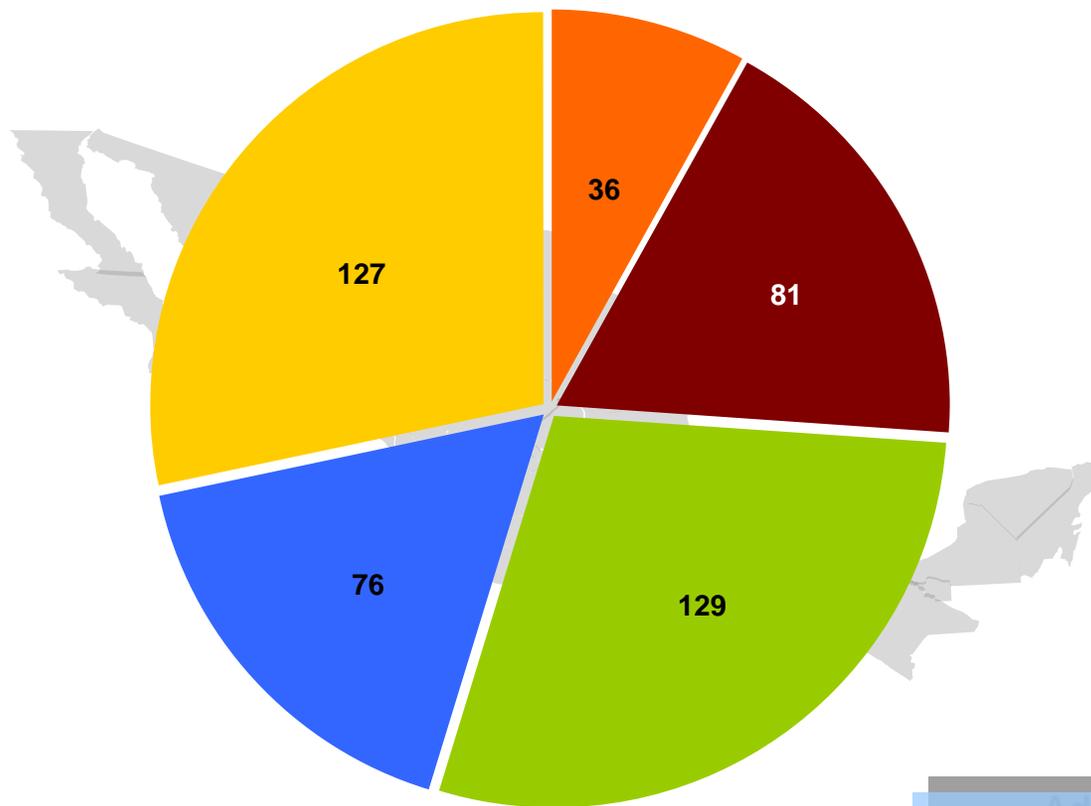
1. CINVESTAV México
2. CINVESTAV Mérida
3. CINVESTAV Querétaro
4. CINVESTAV Saltillo
5. CIITEC -IPN
6. ESFM -IPN
7. IF- UNAM
8. IQ- UNAM
9. CIE- UNAM
10. IIM-UNAM
11. CFATA-UNAM
12. CCADET- UNAM
13. FC- UNAM
14. CCMC- UNAM
15. IMP
16. ININ
17. CENAM
18. CIMAV
19. CIQA
20. CIDESI
21. CIATEC
22. CICY
23. CICESE
24. CIAD
25. CIATEJ
26. CIBNOR

27. CIDETEQ
28. CIO
29. CIATEQ, A.C.
30. COMIMSA
31. IPICYT
32. BUAP
33. UACH
34. UACJ
35. UANL
36. UASLP
37. UADY
38. UAEH
39. UAM-Azcapotzalco
40. UAM-Iztapalapa
41. UDG
42. UG
43. UNISON
44. UMSNH
45. UV/MICRONA
46. ITC
47. ITS
48. ITH
49. ITQ
50. UDEM
51. UDLA
52. UAMS
53. UTM
54. UPChiapas
55. UAZ
56. ITZ



Inventario de Capacidades Académicas

449 Investigadores Identificados

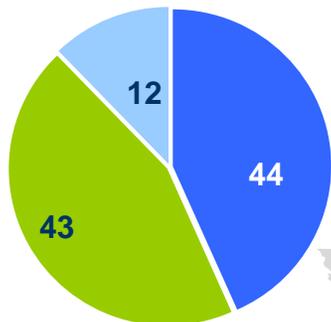


- IPN
- UNAM
- Sistema CONACYT
- Instituciones de Investigación Sectorizadas
- Otras Instituciones

Adicionalmente se identificaron 101 técnicos

Inventario de Capacidades Académicas

Formación de Recursos Humanos



- Programas de Doctorado
- Programas de Maestría
- Programas de Licenciatura

Institución	Programas de Doctorado
UASLP	5
IIM-UNAM	5
UNISON	3
UAM-Iztapalapa	2
IQ- UNAM	2
IPICT	2
CIMAV	2
CIE-UNAM	2
CIDETEQ	2
UMSNH	1
UG	1
UDG	1
UANL	1
UAMS	1

Institución	Programas de Doctorado
ITZ	1
IMP	1
IF- UNAM	1
ESFM -IPN	1
CIQA	1
CINVESTAV-Salttilo	1
CINVESTAV-Querétaro	1
CINVESTAV-México	1
CIITEC- IPN	1
CIDESI	1
CICY	1
CIBNOR	1
CIAD	1

Institución	Programas de Maestría
IIM-UNAM	5
UNISON	5
UASLP	4
CINVESTAV-Salttilo	2
ESFM -IPN	2
IQ- UNAM	2
CIE-UNAM	2
CIMAV	2
CIDETEQ	2
UACH	2
CINVESTAV-Querétaro	1
CIITEC- IPN	1
IF- UNAM	1
IMP	1

- ✓ **87** programas de posgrado relacionados con la nanotecnología en **27** instituciones.
- ✓ Existe un programa de Doctorado en Nanociencias y Nanotecnologías que imparte el IPICT en San Luis.
- ✓ **257** alumnos de doctorado y **216** de maestría.

Institución	Programas de Maestría
CIQA	1
CIDESI	1
CICY	1
CIAD	1
CIBNOR	1
UACJ	1
UANL	1
UAM-Iztapalapa	1
UDG	1
UG	1
UMSNH	1
UDEM	1

Actividades Actuales y Potenciales en el Sector Industrial

Entrevista a empresas del sector industrial mexicano

Se seleccionaron **141** empresas, de las cuales al 3 de diciembre respondieron **94**

Selección basada en las **500 empresas en México de la revista Expansión**, entre las que se consideraron las empresas manufactureras más relevantes en el país y se completó con empresas más pequeñas, pero representativas de algunos sectores industriales.

El cuestionario

Información sobre grado de conocimiento de nanotecnología, capacidades, procesos y/o productos, proyectos potenciales, interés de colaborar con el sector académico, etc.

Actividades Actuales y Potenciales en el Sector Industrial

Empresas Encuestadas por Segmento

Pinturas y recubrimientos (5)

Grupo Comex
Scanpaint
Pinturas del Bajío SA de CV
Adhler de México SA de CV
Grupo Protexa

Productos Cerámicos (4)

Sanitarios Lamosa
Internacional de Cerámica SA de CV
Vitromex de Norteamérica
Cesantoni SA de CV

Cementos (2)

CEMEX
Cementos Chihuahua

Acero (5)

Ternium
Metalsa
Frisa Forjados
ThysennKrupp Mexinox SA de CV
Altos Hornos de México SA de CV

Materiales Eléctricos (7)

Viakable
Magnekon SA de CV
Prolec GE
Servicios Conдумex SA de CV
Transformadores y Tecnología
LAPEM CFE
Antiestática de México

Plásticos-Calzado (13)

Plásticos Rex SA de CV
Policyd SA de CV
Indelpro SA de CV
Polímeros Nacionales SA de CV
Manufacturera de Calzado San Rafael SA de CV
Calzado Gala SA de CV
Transformadora PC SA de CV
Ortofuturo
Calzado Velmar SA de CV
Manufacturera de Calzado VEVA SA de CV
Comando SA de CV
Centro de Innovación Tecnológica de Calzado Especializado
Lyon Technologies de México SA de CV

Electrónica (17)

IDZ (RFID México)
Siemens VDO
Delphi de México
Controles de presión de Cd Juárez SA de CV
Honeywell aerospace
Plamex SA de CV
Soluciones Tecnológicas (software)
ASCI (software)
Nacional Semiconductor Corporation
Mexikor SA de CV
Advanced Technology Research
Cadena Productiva de la Electrónica AC
Sony de Tijuana Este
Kemot de México SA de CV
Freescale Semiconductor México
Sanmina SCI
SMK Electrónica

Textiles y Fibras (2)

Kaltex Fibers SA de CV
3M México

Actividades Actuales y Potenciales en el Sector Industrial

Empresas Encuestadas por Segmento

Vidrio (2)

Vitro Corporativo SA de CV
Owens Corning

Aluminio y Metales y equipo (11)

Nemak
Ficosa North America
Electrolux Home Products
Chrysler de México SA de CV
Centro de I&D Carso
Douglas Furniture Mexicana S de RL de CV
Centro de Ingeniería Avanzada en Turbomáquinas
SENIOR AEROSPACE KETEMA
Competitive Global de México
Whirlpool México SA de CV
Mabe SA de CV

Alimentos (4)

Grupo Bimbo
Ragasa Industrias SA de CV
Sigma Alimentos
Qualtia Alimentos



Química (9)

Grupo Desc CID Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico
Grupo Idesa
Grupo Cydsa
Dynasol Elastomeros SA de CV
Servicios Industriales Peñoles
Industrias Promi de Occidente SA de CV
Nanosoluciones SA de CV
Innovak Global
Soldier de México SA de CV

Productos de cuidado personal (1)

Key Soluciones de Limpieza

Catalizadores (1)

PEMEX Refinación

Aplicaciones médicas (5)

INFARVET Sección Veterinaria de CANIFARMA
Revetmex SA de CV
Laboratorios Veterinarios LAVET SA de CV
Boehringer Ingelheim Vetmedica S.A. de C.V.
Grimann

Biotecnología (3)

Grupo Bioquímico Mexicano
Coyotefoods Biopolymer and Biotechnology SRLMI
Palaum Bioquim SA de CV

Tratamiento de agua (1)

Instituto del agua de Nuevo León

Materiales y Soluciones de empaque (2)

Bemis Flexible Packaging de México SA de CV
Aluprint SA de CV

Actividades Actuales y Potenciales en el Sector Industrial

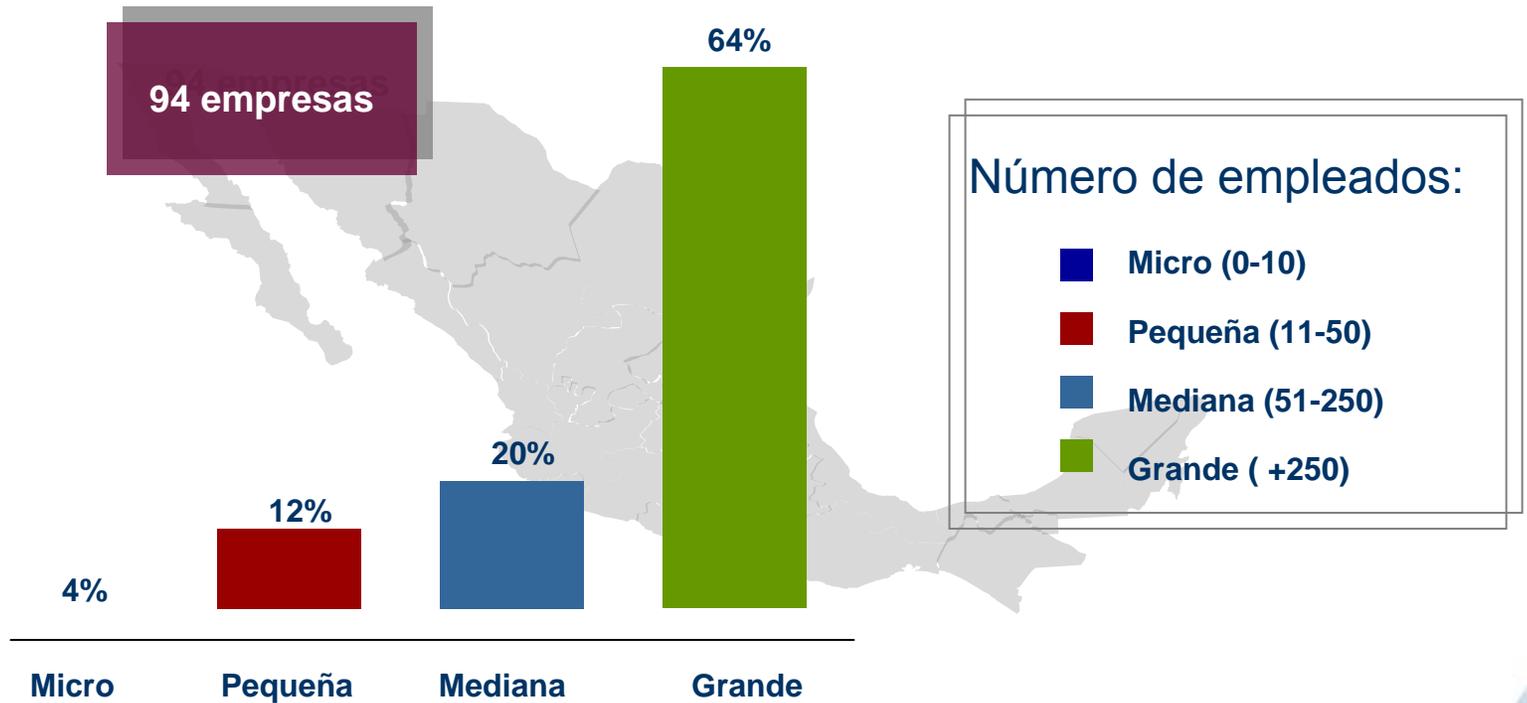
Distribución Geográfica de las Empresas Encuestadas



Estado	Nº Empresas
Nuevo León	21
Jalisco	14
Guanajuato	11
Coahuila	8
D.F.	7
Estado de México	7
Chihuahua	6
Baja California	4
Querétaro	4
Tamaulipas	4
San Luis Potosi	3
Zacatecas	2
Hidalgo	1
Sinaloa	1
Veracruz	1

Actividades Actuales y Potenciales en el Sector Industrial

Tamaño de las empresas



Actividades Actuales y Potenciales en el Sector Industrial

Nivel de conocimiento sobre nanotecnología de las Empresas

Nivel de conocimiento y aplicaciones de la nanotecnología:

9% no conocen el tema

50% tienen conocimiento incipiente

30% tiene un conocimiento medio

8% tiene un amplio conocimiento

3% tiene un muy amplio conocimiento

Fuente de donde han obtenido información:

29% en revistas

15% en congresos

12% en seminarios

26% por contacto con expertos

18% otro

En equipamiento de laboratorios y plantas piloto:

76% de las empresas no cuentan o cuentan con laboratorios muy poco equipados para el desarrollo de proyectos de nanotecnología.

83% de las empresas no tienen o están poco equipadas con plantas piloto para el desarrollo de proyectos de nanotecnología

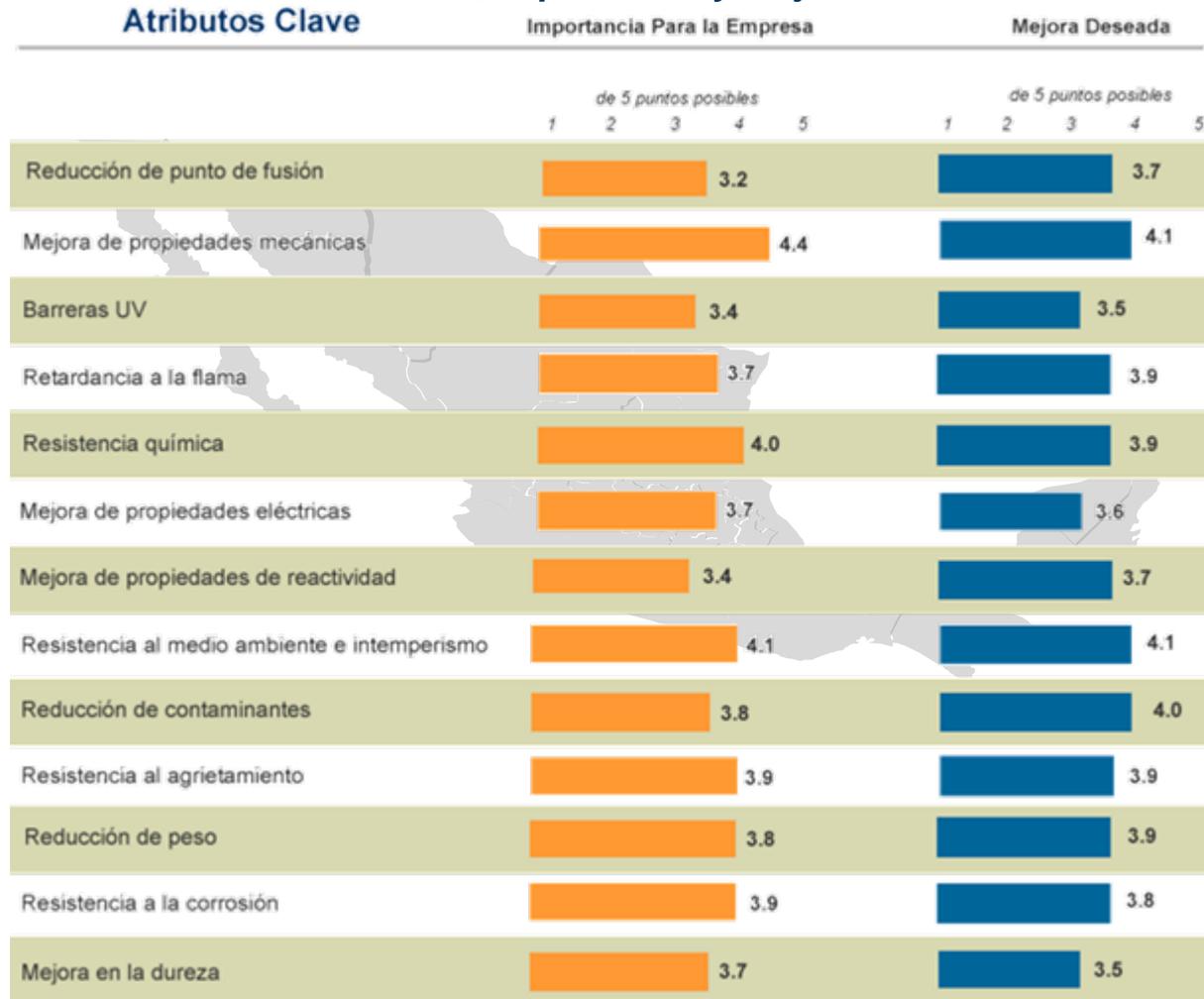
18% está moderadamente equipada o equipada con laboratorios para el desarrollo de proyectos de nanotecnología

10% moderadamente equipada y equipada con plantas piloto para el desarrollo de proyectos de nanotecnología

Actividades Actuales y Potenciales en el Sector Industrial

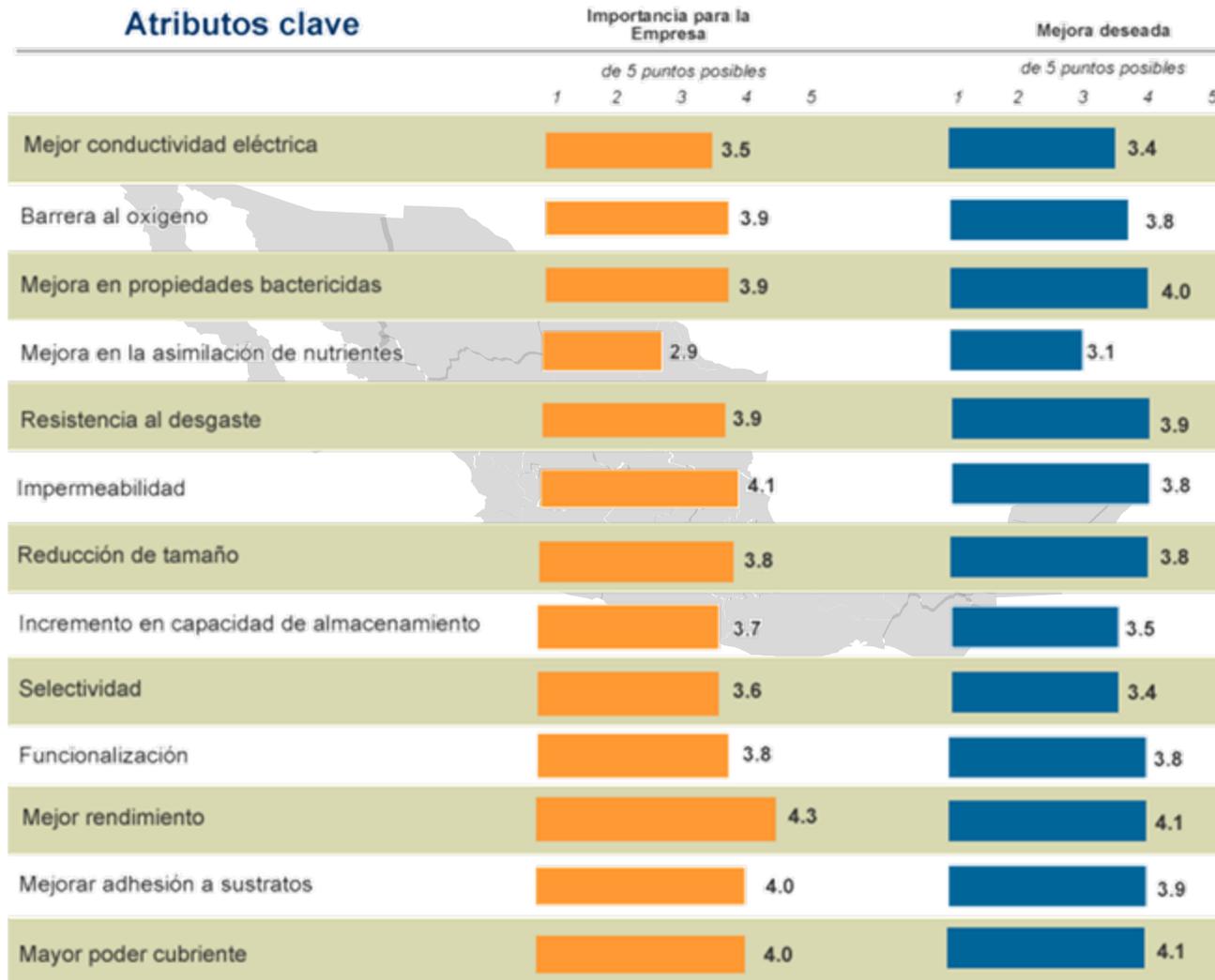
Principales aplicaciones de la nanotecnología

Atributos clave, Importancia y Mejora Deseada



Actividades Actuales y Potenciales en el Sector Industrial

Atributos clave, Importancia y Mejora Deseada (Cont..)



Actividades Actuales y Potenciales en el Sector Industrial

Planes y proyectos en nanotecnología en la empresa

Estado de los proyectos en nanotecnología en las empresas:

No existen: 42%

Se está estudiando el tema: 27%

Se está en fase inicial: 11%

Ya existen proyectos: 20%

Nivel de importancia en la empresa sobre el tema de la nanotecnología:

Muy importante: 21%.

Importante: 42%

Poco importante: 27%

No es importante: 10%

Estado de involucramiento en proyectos de nanotecnología:

Aún no se tienen proyectos: 40%

Se tiene a nivel de idea de la dirección o gerencia: 11%

En fase de estudio de la tecnología: 25%

En un portafolio de proyectos: 11%

En colaboración con Centros: 7%

Es una licencia: 1%



Avance de los Proyectos de Nanotecnología

	Conceptualización	Diseño de experimentos	Pruebas de laboratorio	Pruebas piloto	Pre-lanzamiento y escala industrial
20% de los proyectos	15	7	12	5	4
40% de los proyectos	1	6	2	4	1
60% de los proyectos	8	2	1	0	2
80% de los proyectos	4	4	1	1	2
100% de los proyectos	6	2	6	3	2
TOTAL	34	21	22	13	11

Actividades Actuales y Potenciales en el Sector Industrial

Proyectos con Centros de Investigación y Nivel de Avance

Centro o Institución con el que se está colaborando en México

	Conceptualización	Diseño de experimentos	Pruebas de laboratorio	Pruebas piloto	Pre-lanzamiento y escala industrial	TOTAL
CIQA	3	2	3	0	2	10
CIMAV	5	1	1	1	0	8
CIATEQ	0	0	1	1	0	2
Universidad de San Luis Potosí	0	0	3	0	1	4
UNAM	2	1	4	0	1	8
CINVESTAV	2	2	2	0	0	6
CIDESI	0	0	1	0	0	1
IPN	0	0	3	0	0	3
Otro Centro o Instituto	9	1	6	1	1	18
TOTAL	21	7	24	3	5	

Respecto a los proyectos que se desarrollan en el extranjero se observa lo siguiente:

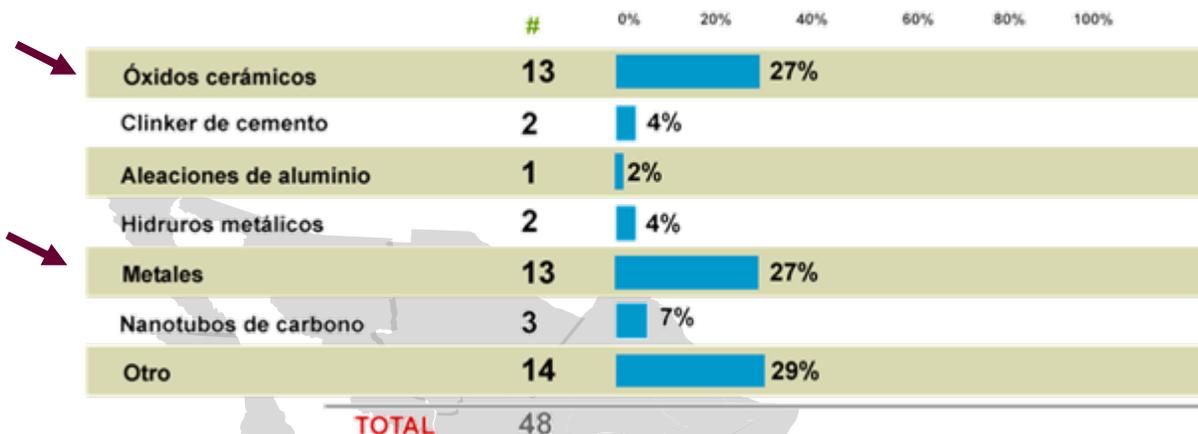
En Estados Unidos hay doce proyectos, desde la conceptualización hasta el prelanzamiento

En Europa es el lugar con el mayor número de proyectos con catorce desde la conceptualización hasta el prelanzamiento.

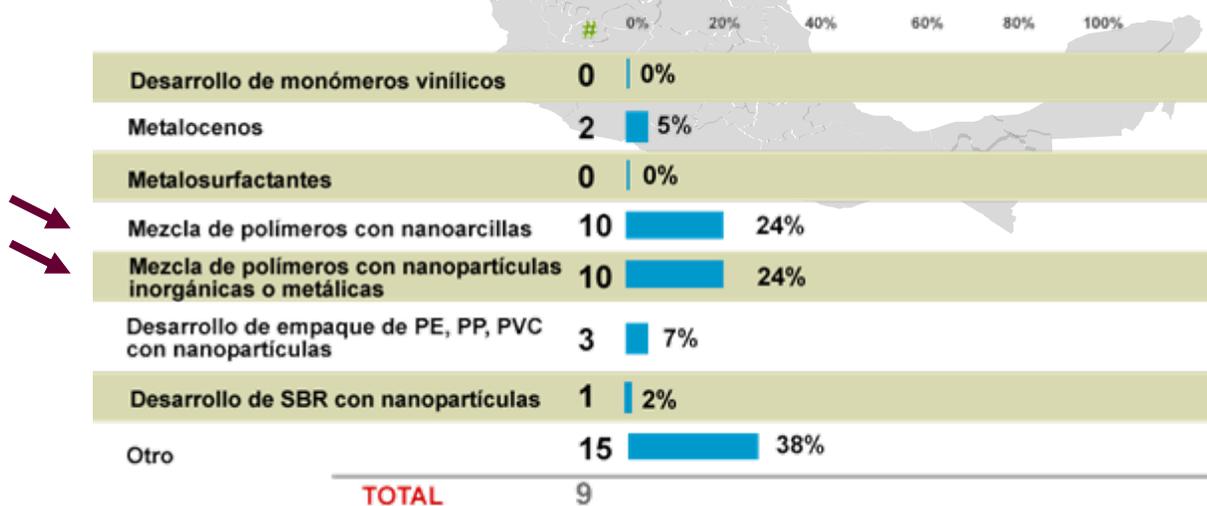
Mientras en Asia hay dos proyectos.

Insumos requeridos por las empresas

Si el producto es un material inorgánico nanoestructurado, indique el tipo del producto



Si el producto es un material polimérico nanoestructurado, indique el tipo de producto



Análisis Comparativo de México con el Mundo

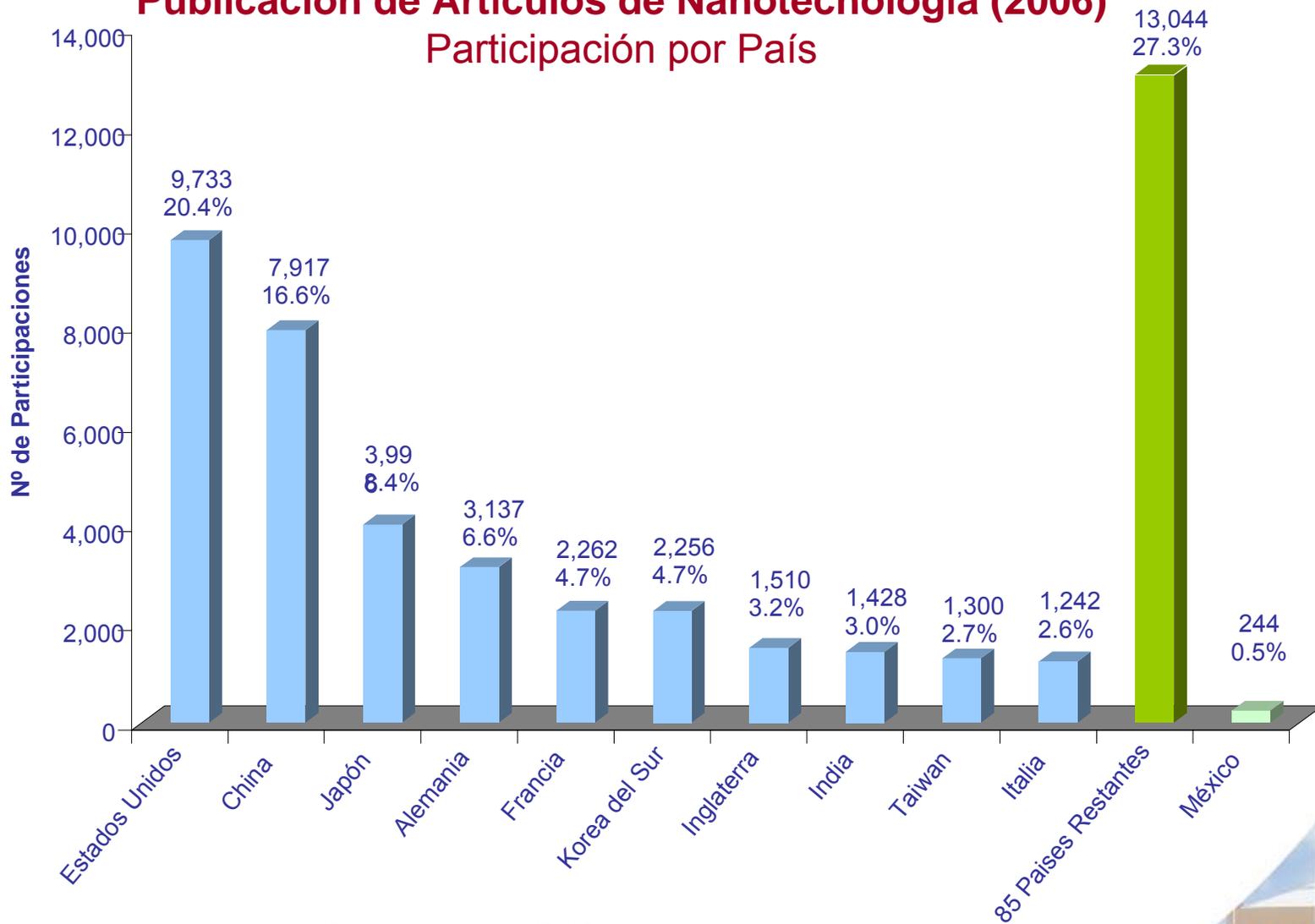
Estados Unidos publica **39 veces** lo que México, China 27, Japón casi 18, Alemania 14 e incluso, Brasil duplica la productividad de México.

Artículos Publicados relacionados con Nanotecnología

Países	2001-2006
EE.UU	39,180
China	27,138
Japón	17,993
Alemania	13,973
Francia	9,919
Corea del Sur	8,172
Inglaterra	6,399
Rusia	6,144
Italia	5,346
India	4,803
Brasil	2,130
México	1,012
Argentina	529

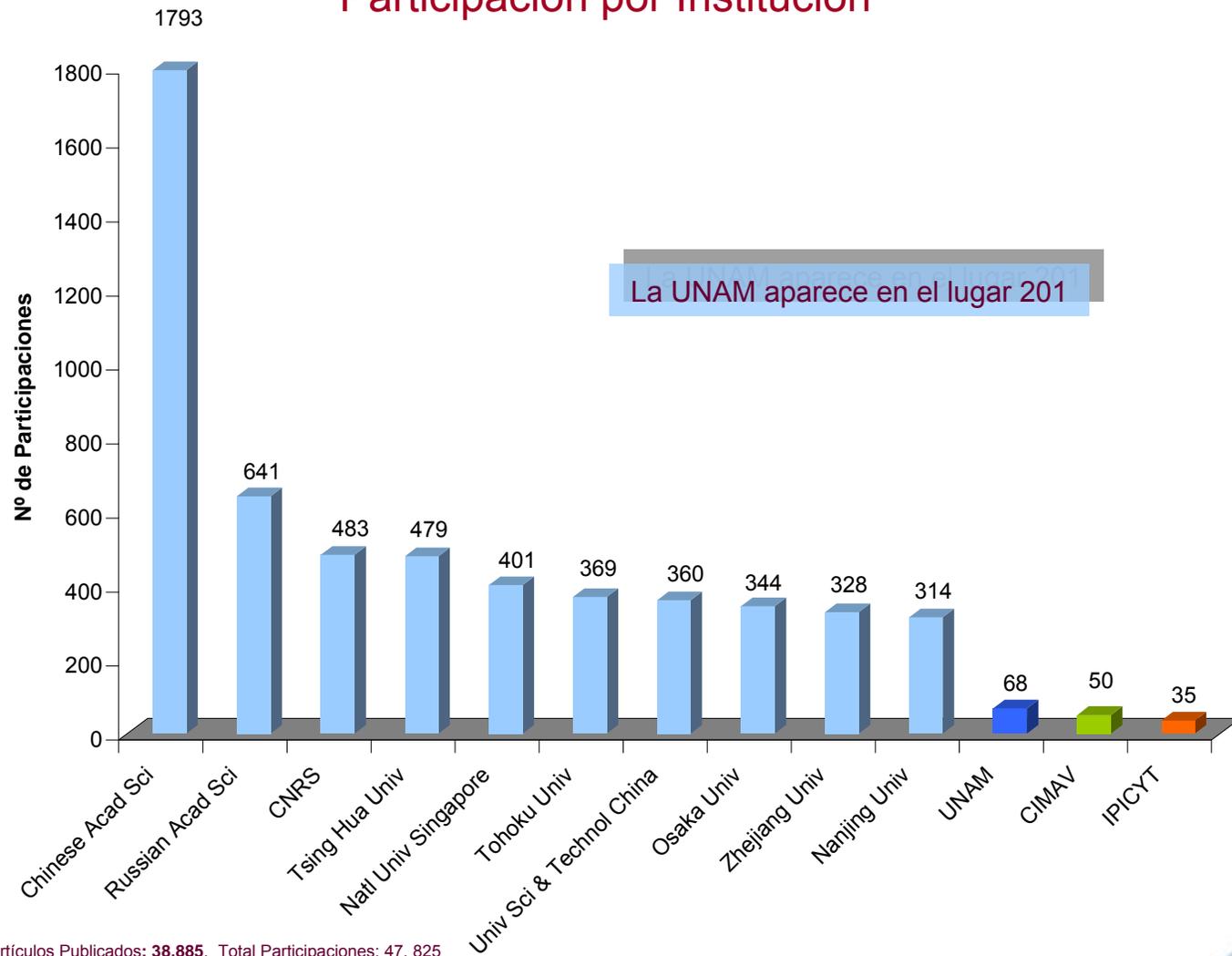
Investigadores
EUA tiene 1,260 miles
México tiene 35 mil
Brasil 117 mil
Argentina 39 mil

Publicación de Artículos de Nanotecnología (2006) Participación por País



Nota: Total Artículos Publicados: 38,885. Total Participaciones: 47, 825 (Fuente: Science Direct)

Publicación de Artículos de Nanotecnología (2006) Participación por Institución



Nota: Total Artículos Publicados: **38,885**. Total Participaciones: 47, 825
Fuente: Science Direct

Solicitudes y Patentes de Nanotecnología en México

Títulos de patentes (por tema) otorgados en México hasta octubre 2007, por empresas ubicadas en el país.

No se detectaron títulos (sí registros) por empresas o instituciones mexicanas.

Tema	Número de patentes
Otros Campos	758
Nanopartícula	139
Nanotubo	100
Nanocristal	38
Nanométrico	35
Nanoestructura	28
Nanoescala	11
Nanoporo	11
Nanomaterial	4
Nanomaterial	4
Nanocápsulas	4
Fullerenos	4
Nanotecnología	2
Nanoalambre	2
Nanoelectrónico	1
Nanocapa	1
Total	1,142

Estrategias y Nichos de Oportunidad

Nichos de Oportunidad

Plataformas tecnológicas a partir de 7 Competencias Clave identificadas para México

1. Nanopartículas:

1. Sol Gel
2. Métodos Físicos (Molienda)
3. Alta temperatura

2. Nanoestructuras Inorgánicas:

4. Vía Húmeda/Sol Gel
5. Métodos Físicos (SPS)

3. Nanoestructuras Poliméricas:

6. Compositos/Composites
7. Síntesis

4. Simulación Computacional:

8. Métodos Multiescalas

5. Nanobiotecnología:

9. Microemulsión/Sol Gel
10. Condensación de Vapor

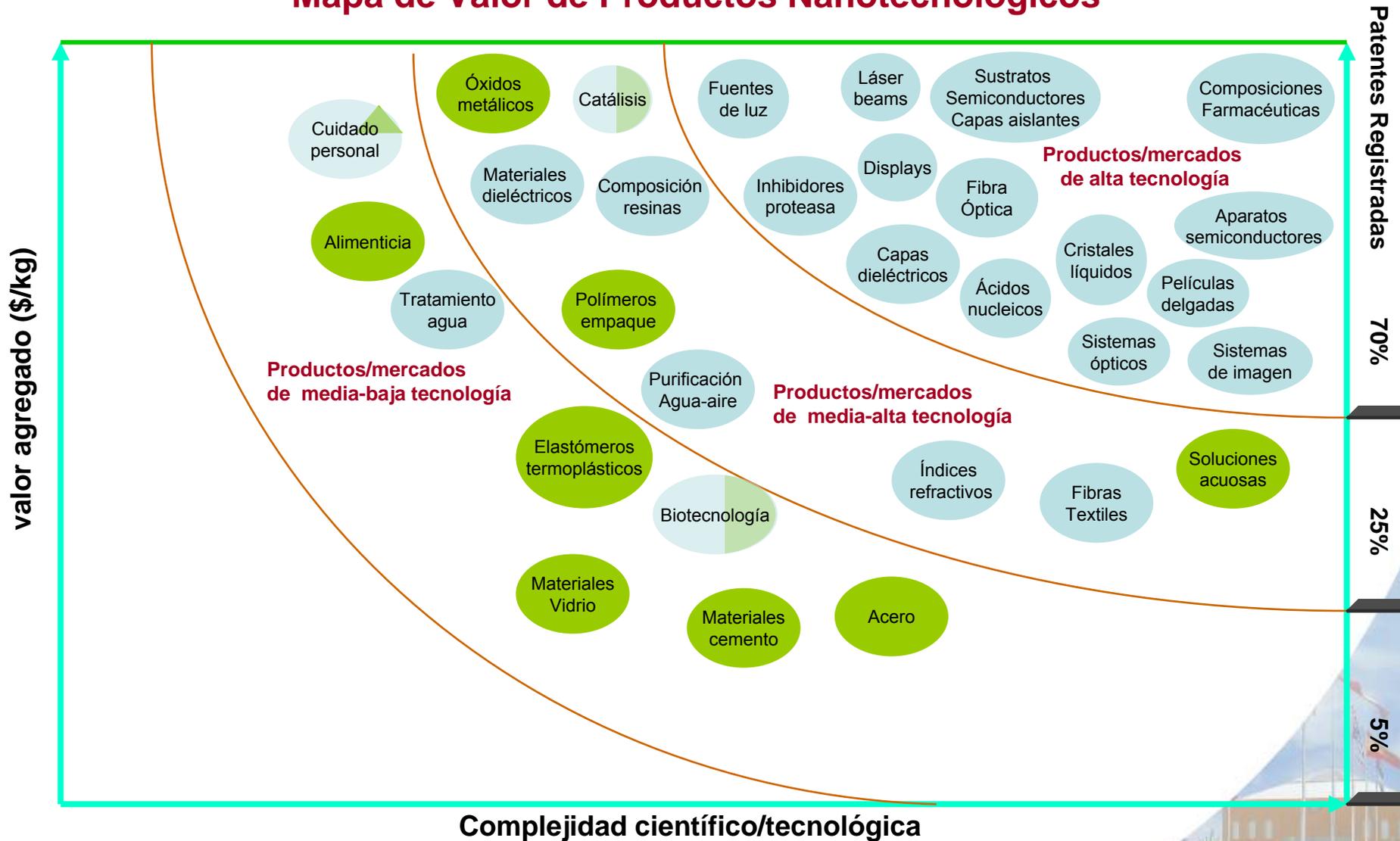
6. Nanometrología:

11. Creación de patrones de medición

7. Procesos y equipos:

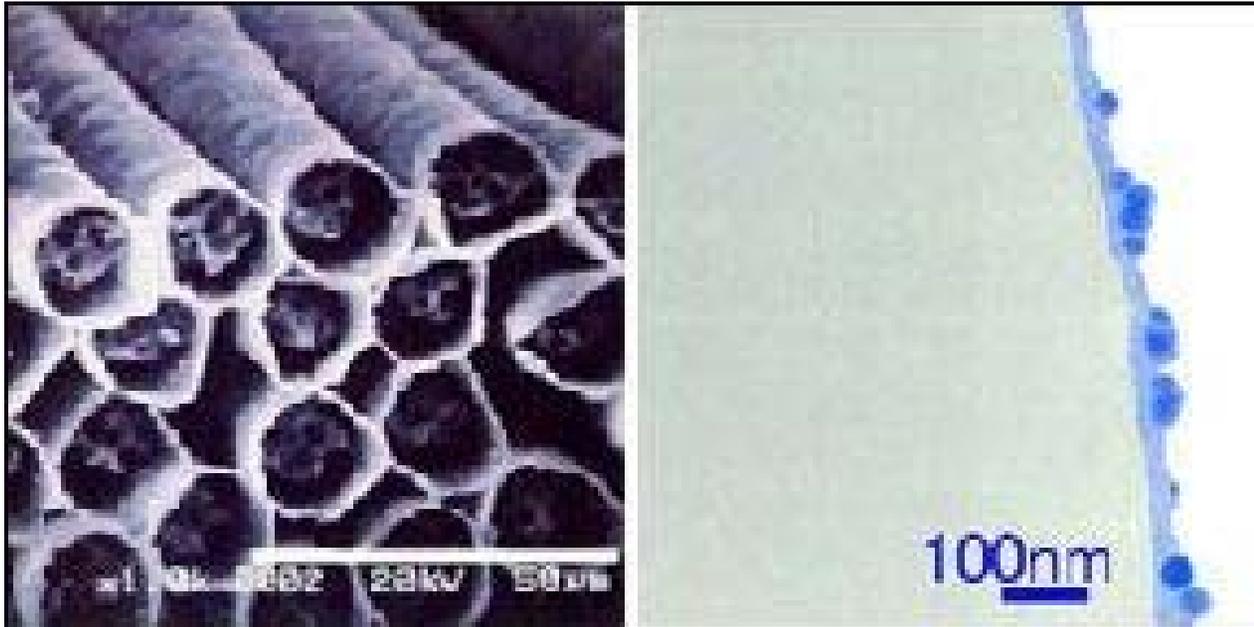
12. Diseño de procesos y equipo para síntesis

Mapa de Valor de Productos Nanotecnológicos



APLICACIONES ACTUALES

NANORECUBRIMIENTO DE FIBRAS DE POLIÉSTER



La fotografía de la izquierda (la barra de escala mide 50 µm) es una foto al MEB de fibras de poliéster recubiertas de material funcional.

La figura de la derecha representa una ampliación al dominio nanométrico del recubrimiento de una fibra. La tela resultante permite la **transpiración, pero es resistente a ser manchada.**

<http://www.nano-tex.com/>

Propaganda en Internet de la compañía “Lee”



Men / Pants / Relaxed Plain Front Pant - Nanocare

Featured Products

Browse
LEE PRODUCTS

- Big & Tall
- Jackets
- Jeans
- Pants
 - Comfort Waist Pleated Pant - Nanocare
 - NY Cargo Pant
 - Relaxed Double Pleat Pant - Nanocare
 - Relaxed Plain Front Pant - Nanocare
 - Relaxed Side Elastic Pant - Nanocare
- Shorts
- Lee Dungarees
- Lee Authentics



FRONT BACK DETAIL

Relaxed Plain Front Pant - Nanocare

Stain resistant, wrinkle free Nanocare fabric. Comfortable waist and relaxed fitting seat and thigh. Contemporary plain front styling. 16 1/2" leg opening. 100% Cotton. Made in Mexico.

FIND YOUR LOCAL
Lee Dealer

Prendas de vestir



- Textiles Nano-Tex tiene una lista de productos mejorados con nanotecnología a través de la modificación de sus fibras que ayudan a **repeler líquidos y manchas**, controlan temperatura, dan a las prendas el planchado permanente, conservación de color, sin afectar la calidad de la textura del producto
- La empresa Nanotex tiene la intención de lanzar nuevos productos utilizando la misma tecnología pero con otras variedades del algodón, poliéster, rayón.

iPod Nano

- **Diminutos Chips**
- Dentro del iPod Nano hay chips de memoria de Samsung y Toshiba. Sams el mayor productor en el mundo de chips de memoria NAND y DRAM, utiliza semiconductores con precisión de **menos de 100 nanometros**. Esta precisión, en parte es lo que habilita la memoria flash NAND del iPod



Aceite de canola



- Una versión más saludable de aceite de canola ha sido creada por NutraLease, una nueva empresa israelí, usando **cápsulas de 30 nanómetros, las cuales debido a su pequeño tamaño pueden filtrarse** a través de los tejidos para una mejor distribución de los nutrientes.
- Otra compañía israelí, Shemen Industries, está usando el proceso para producir Canola Active, una marca de aceite de cocina adicionado con fitosteroles (esterol vegetal) que inhibe la absorción de colesterol en al sangre y disminuye el riesgo de una enfermedad de corazón.
- Las estructuras nanométricas de NutraLease, forman un transporte líquido que mejora la absorción de fitoquímicos y reduce los niveles de colesterol LDL en más del 14%

Goma de mascar de chocolate

- **O'Lala Alimentos. Goma de mascar Choco'la**
- La Cocoa nunca ha sido compatible con los polímeros que le dan la elasticidad a la goma de mascar.
- Las grasas encontradas en el chocolate causan que la goma de mascar se separe.
- La solución de O'Lala es **incorporar cristales nanométricos, modificando la morfología de la superficie** y dándole a la goma una textura cremosa y un sabor a chocolate.
- La goma de mascar Choco'la está disponible comercialmente en los supermercados suburbanos al norte de Chicago en las tiendas de chocolates y en la página web de la compañía. Un paquete de 12 piezas tiene un valor de \$1.25 dólares.



Crema facial

- **Crema facial Zelens Fullerene C-60**
- La crema de uso diario Zelen Fullerene C-60 cómo su nombre lo indica, incorpora **Fullerene** (nano-estructura compuesta de 60 átomos de carbono) con características extraordinarias, especialmente como superconductor y antioxidante.
- Zelens asegura que su crema de reciente lanzamiento es la primera en aprovechar el poder del fullerene C60.
- El precio del producto es de \$250 dólares y se comercializa actualmente en el Reino Unido.



CNT Bat

- Las empresas Easton Sports y Zyvex se unieron para crear el CNT Bat. *CNT* proviene de **Carbon Nanotube Technology**
- Los espacios entre las fibras de los bats ordinarios contienen solamente resina, lo cual origina que con el uso se debiliten.
- La solución de Easton fue el dispersar el material de Zyvex en la base de resina.
- El resultado es un bat que tiene mejor desempeño, flexibilidad, absorción de energía y en general mejor resistencia mecánica.
- El precio de este producto es superior a los \$175 dólares.



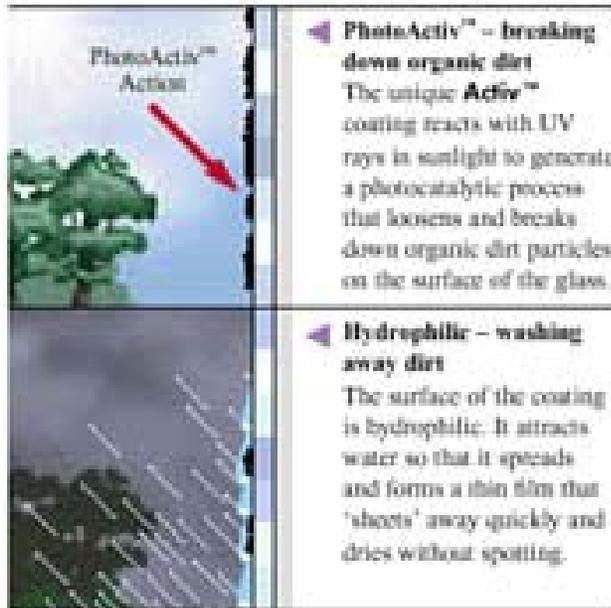
Calcetas a prueba de olores

La empresa ARC Outdoors, Calcetas-ArcticShield

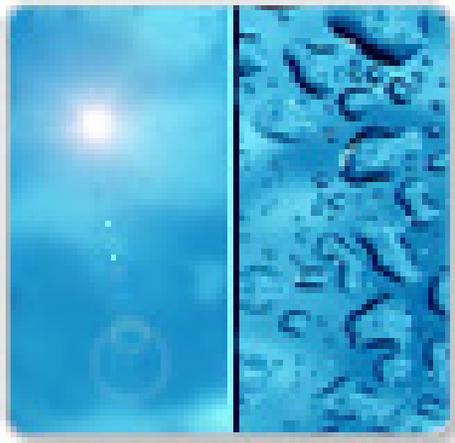
- Otra aplicación de la nanotecnología en la industria textil.
- Incorporaron **19 nanómetros de partículas de plata** entre las fibras.
- Son ampliamente conocidas sus propiedades anti-microbiales, la plata se ha utilizado anteriormente contra el olor y hongos en las calcetas.
- Pero el material nunca se adhirió bien con polímeros, por lo que había la necesidad de ser aplicado en spray o tejido directamente en la tela como un incómodo hilo de metal.
- NanoHorizons desarrolló un proceso patentado que solucionó ese problema de compatibilidad entre el polímero y la plata.
- Ahora se vende como el compuesto poliéster master E47, el cual ayuda a hacer calcetas de fibra sintética confortables con una resistencia permanente a los olores y hongos.



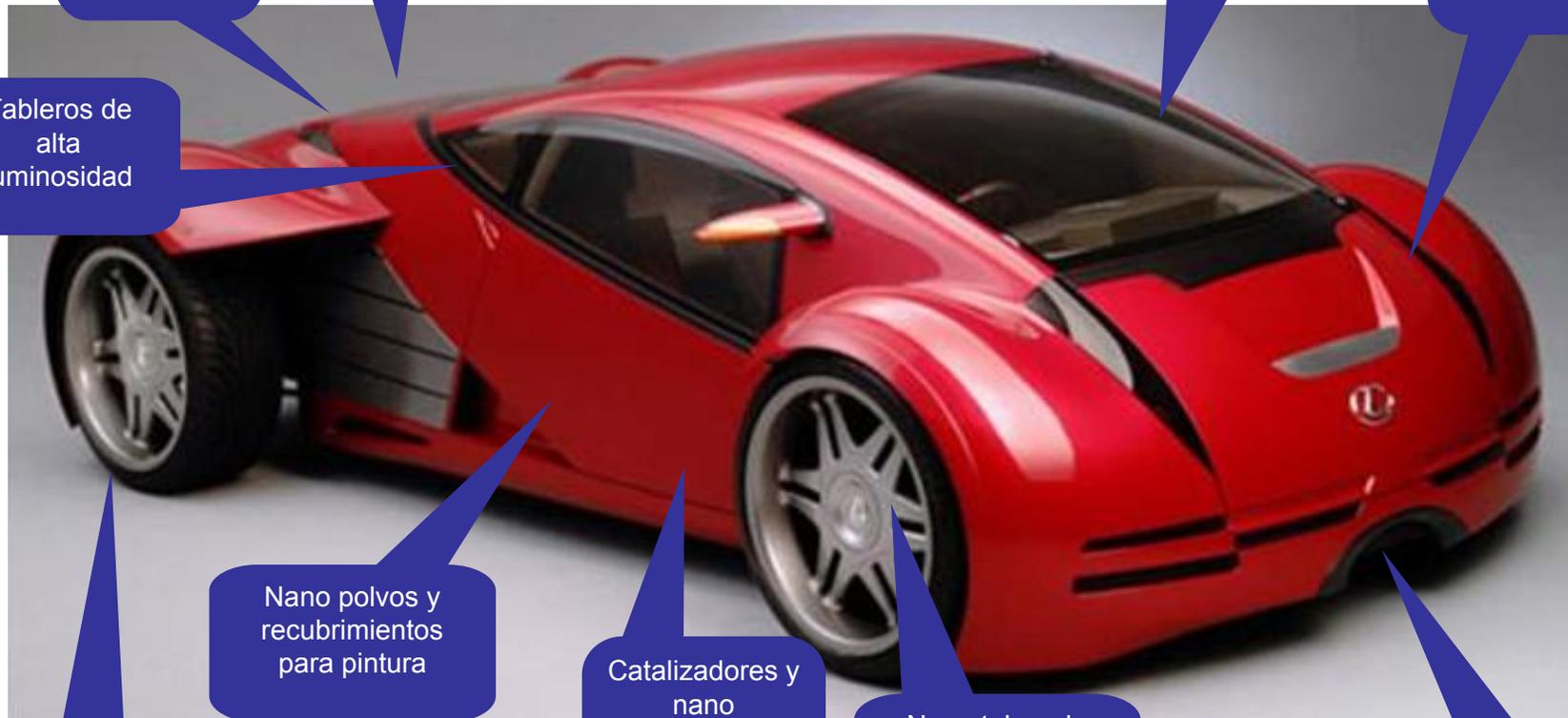
Pintura NanoGuard y vidrios Pilkington Activ



- La empresa de pinturas para cocinas y baños Behr, incorporó nanotecnología en sus procesos.
- Aditivos de tamaño nanométrico dan mayor densidad al látex acrílico base agua. Al secarse el aditivo, se forma una película mas durable y resistente al agua, hongos, manchas y grasa.
- Cubierto con unas docenas de nanómetros de película fotoactiva, los vidrios Pilkington Activ se **autolimpian** efectivamente mientras la radiación natural de la luz solar reacciona químicamente con los depósitos de suciedad orgánica en al superficie.
- Cuando llueve o le cae agua, la película hidrofóbica hace que las gotas de agua y polvo se esparzan en la superficie.
- Estos productos están disponibles en Home Depot y otras tiendas.



Aplicaciones automotrices



Sensores de oxígeno, temperatura, presión, campo magnético, a celeración

Baterías de carga rápida para carros híbridos

Películas delgadas con propiedades hidrofóbicas para aplicación en vidrios

Compósitos de polímeros y nanotubos de carbón para mejorar

Tableros de alta luminosidad

Nano polvos y recubrimientos para pintura

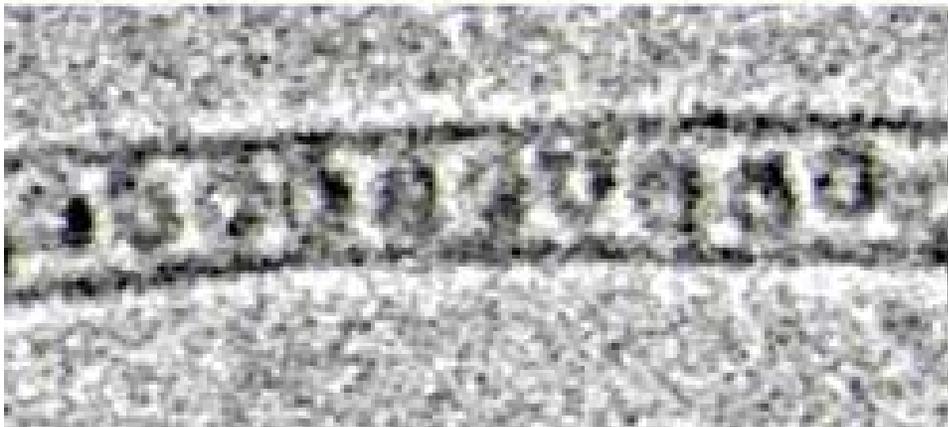
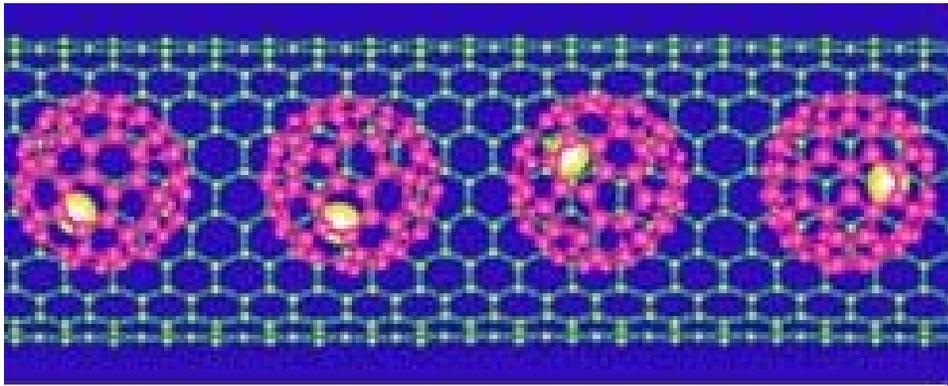
Catalizadores y nano membranas en celdas de combustible

Nano tubos de carbón para aligerar estructuras

Cerámicos para mejorar los catalizadores y reducir emisiones

Nano arcillas y polímeros para mejorar los neumáticos

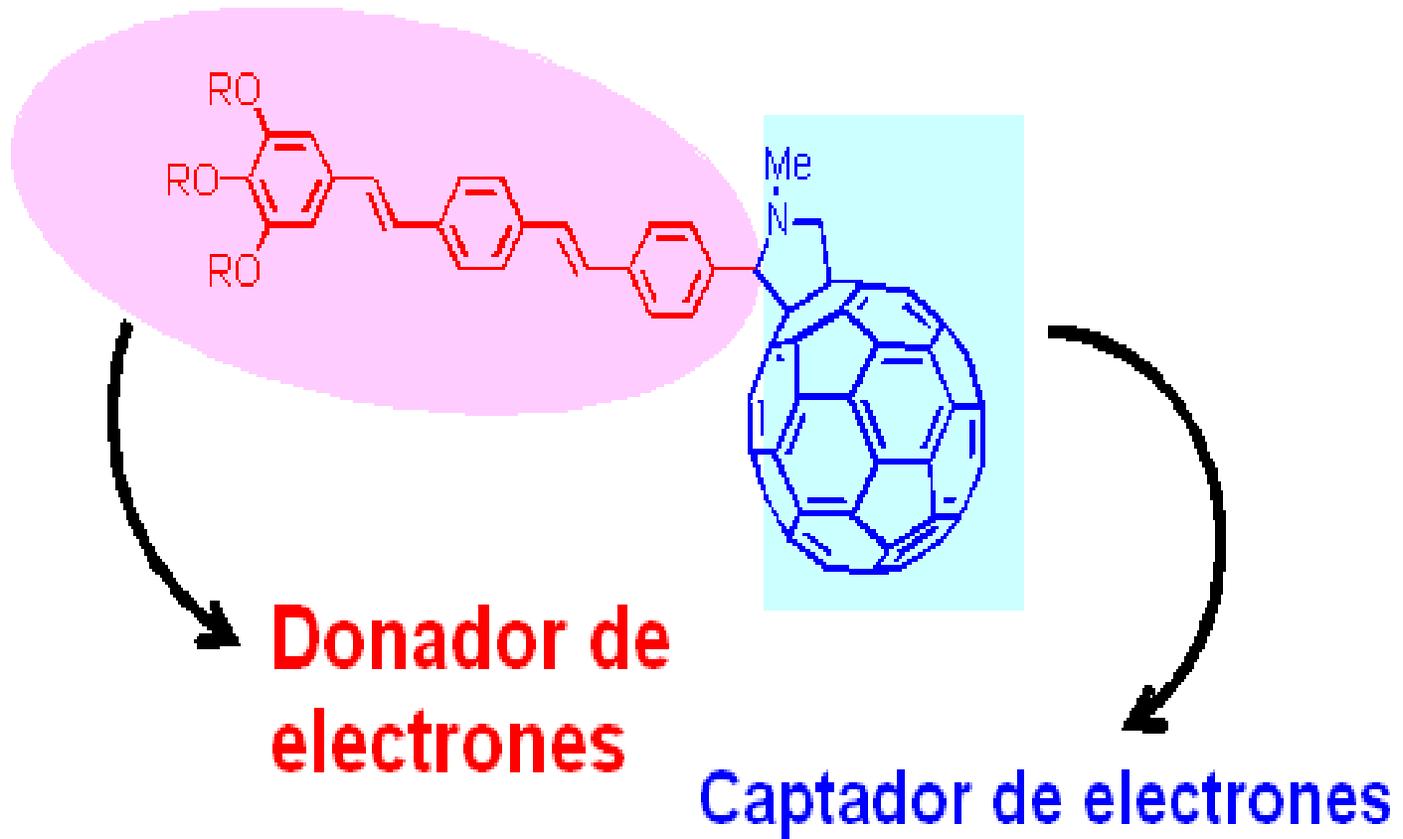
ENCAPSULADO DE MEDICINAS



A single
gadolinium
atom
encapsulated in
a gadolinium
fullerene,
encapsulated in
a single-wall
carbon
nanotube

Physical Review Letters, Dec 18. 2000

Celda Solar

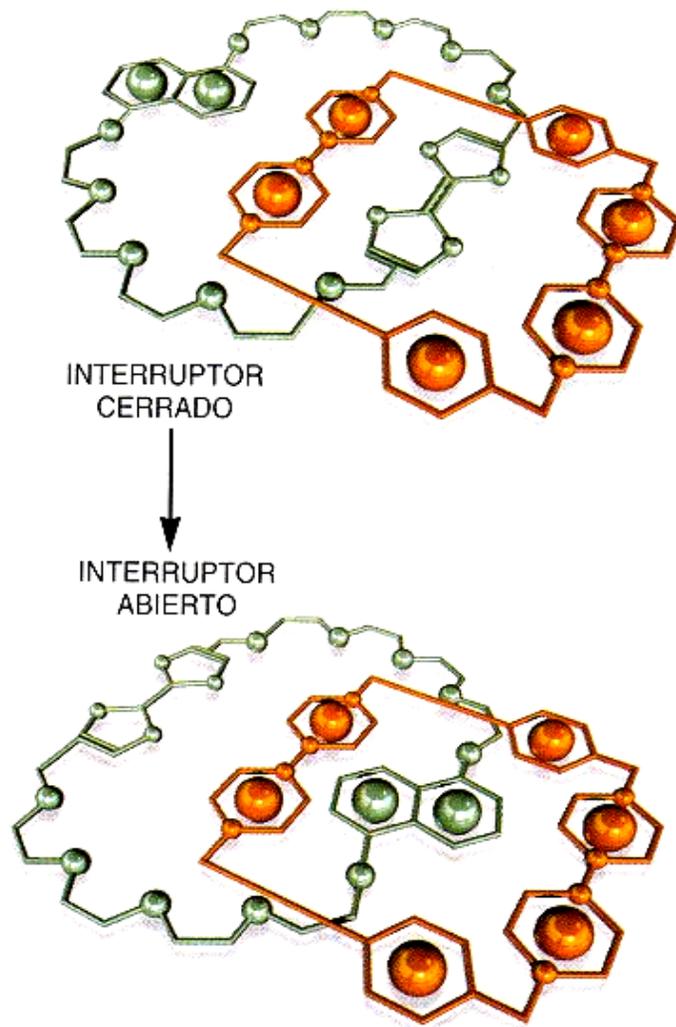


NANOTRANSISTORES

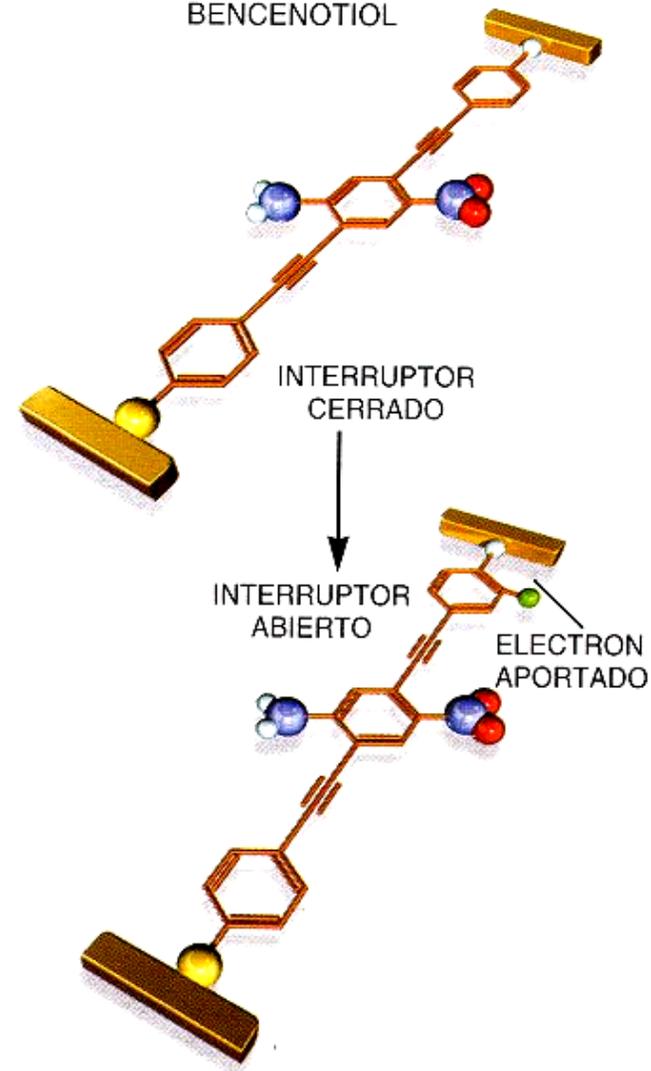
LOS TRANSISTORES

moleculares podrían ser los bloques constructivos de la electrónica nanométrica. Cada una de las dos moléculas aquí representadas conduce la electricidad, como si de un filamento finísimo se tratara, en cuanto una reacción de oxidación reducción altera su configuración atómica y la convierte en un interruptor cerrado. En el diagrama, cada varilla representa un enlace químico; cada intersección de dos varillas, un átomo de carbono, y cada bola, un átomo que no es carbono.

ROTOHEXANO



BENCENOTIOL



Conclusiones

- **Nanotecnología la megatendencia tecnológica del siglo**
- **Las inversiones gubernamentales internacionales se han incrementado exponencialmente en los últimos años hasta alcanzar 10,000 millones US\$ en 2006 (mercado mundial de automóviles en 2006 fue 100,000 millones de US\$).**
- **El mercado potencial de productos nanotecnológicos se estima en 1 trillón de US\$ para el 2015**
- **Los países asiáticos están jugando un papel preponderante en C&T**
- **Si bien actualmente México no aparece en el mapa mundial de la nanotecnología, el país cuenta con capacidades básicas para incorporarse con ventajas a esta megatendencia**
- **Para el 2015 se requerirán 2 millones de especialistas**
- **Cobertura nacional de los grupos de investigación científica**
- **Existe interés por parte del gobierno y empresas en nanotecnología (Estados en los que la nanotecnología es considerada como eje de futuro desarrollo, Cluster de nanotecnología de Nuevo León)**

Gracias