

Aspectos básicos y aplicaciones de una ciencia emergente.

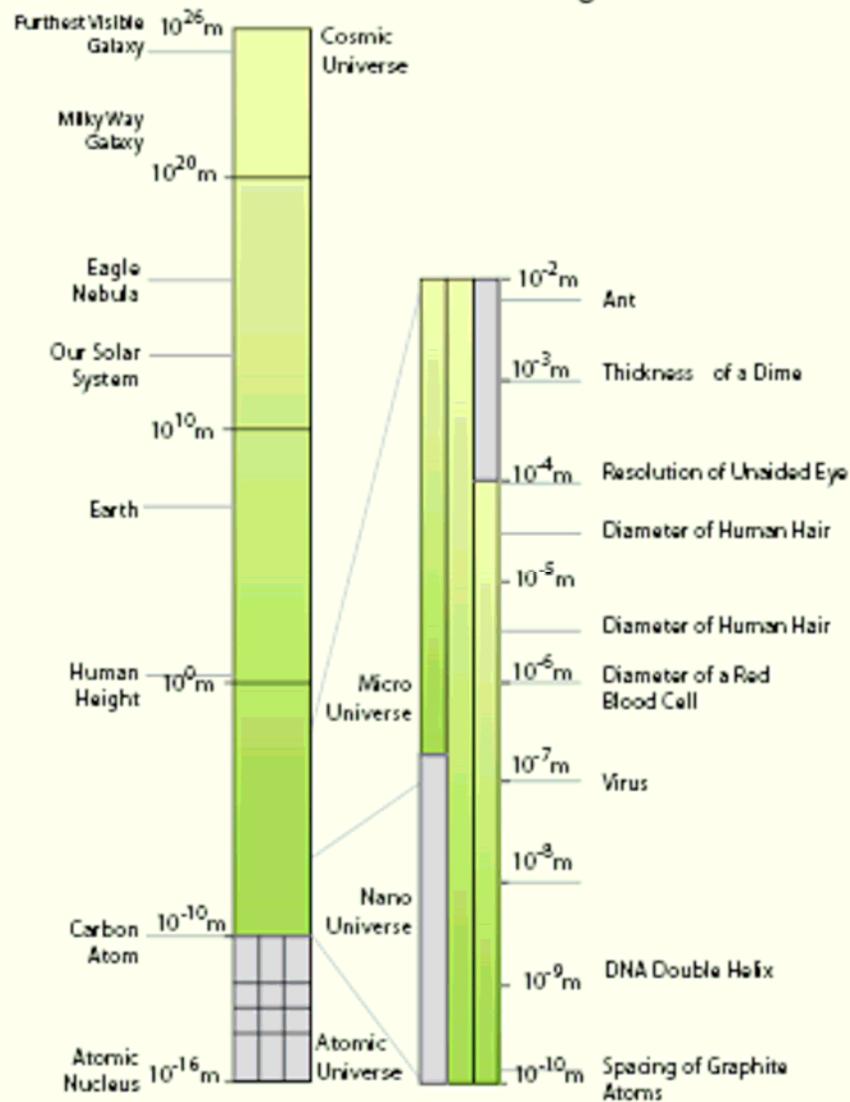
*Ana Cremades
Profesora Titular de Universidad
Dpto. Física de Materiales
Facultad de Ciencias Físicas
Universidad Complutense de Madrid
cremades@fis.ucm.es*

Nanotecnología

- Nanotecnología es el diseño, fabricación y aplicación de nanomateriales o nano-estructuras.
 - Diseñar y fabricar nanodispositivos a partir de nanomateriales como “*building blocks*”.
 - Síntesis y procesado de nanomateriales y nanoestructuras.
 - Diseñar y construir nuevas herramientas para la caracterización de las nanoestructuras y los nanomateriales.
-

- Nanotecnología no es una continuación de la microtecnología.
- Al reducir el tamaño, se modifican o aparecen nuevas propiedades físicas; mayor fracción de átomos en la superficie:
 - Menor temperatura de fusión.
 - Menor parámetro de red.
- La energía de la superficie juega un papel importante: cambio en ferroelectricidad o ferromagnetismo.
 - El nc-Au presenta propiedades catalíticas.

Image 1: Nanoscale¹



Un poco de historia NANOTECNOLOGÍA

- 1960 R. Feynman. “*There’s plenty of room at the bottom*”.
- 1966 J. von Neumann “*Theory of self reproducing automata*”
- 1974 Norio Taniguchi usó el término por primera vez.
- 1986 E. Drexler, “*Engines of the creation*” acuñó el término “Nanotecnología”.
- 1980, Binnig y Rohrer, visualizaron átomos, STM
- 1985, Harry Kroto de la Univ. Sussex Richard Smalley and Robert Curl, descubrieron la molécula de C_{60}
- 1989, Eigler, escribió IBM con átomos de Xenón
- 1990, Corral cuántico, Nature, vol. 344, p. 524
- 1991, Sumio Iijima de NEC, nanotubos de carbono

Nanociencia

- Nanociencia es la comprensión de las relaciones entre las propiedades o fenómenos físicos y las dimensiones de los materiales.
 - Escala nanométrica, $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m} \sim 10$ átomos de H en fila, 5 átomos de Si en fila.
 - Nuevo campo científico. Aparecen nuevas propiedades físicas.
 - Miniaturización de instrumentos.
 - Campo multidisciplinar.
-

Síntesis de nanomateriales

- Trabajos ya previos antes de la NT en síntesis y procesado de nanomateriales.
 - Desarrollo de MBE en semiconductores en años 1980.
 - Materiales nanoestructurados aquellos que alguna de sus dimensiones está en la escala nanométrica.
 - Puntos cuánticos y nanopartículas.
 - Nanohilos y nanotubos.
 - Películas delgadas.
 - Materiales masivos contruidos a partir de bloques de escala nanométrica.
-

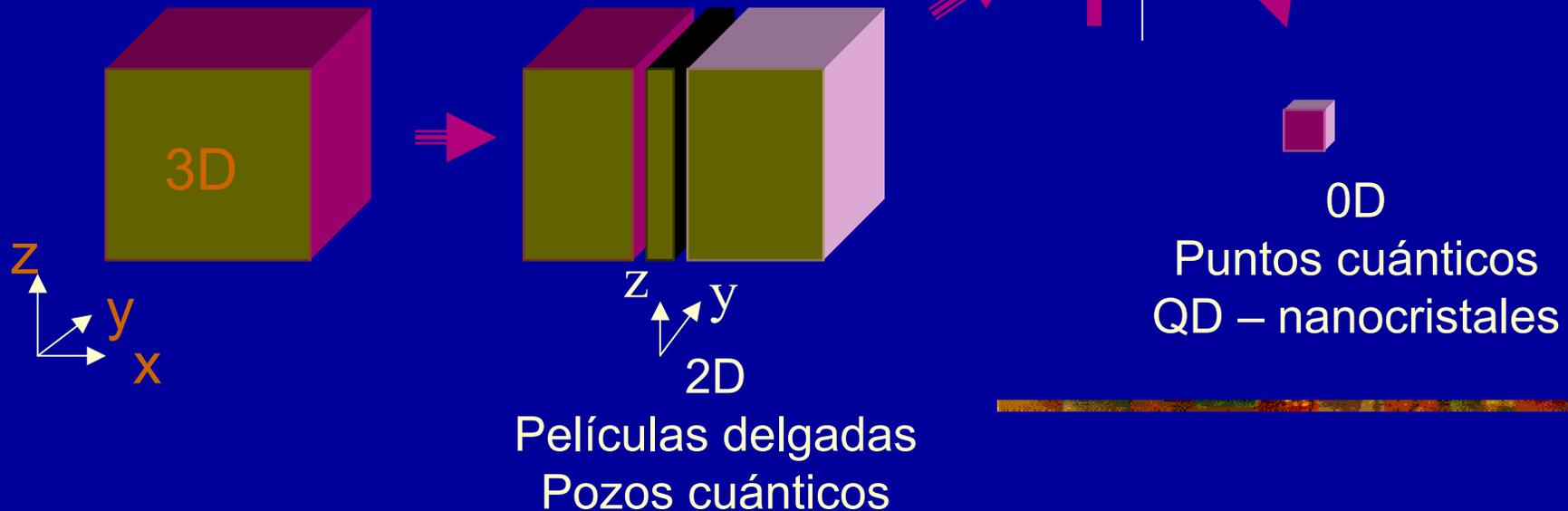
Años 80 MBE:

- 2DEG confinamiento en una dimensión: Pozos cuánticos

Años 90 devices:

- miniaturización
- menor consumo
- más rápidos

- confinamiento en dos y tres dimensiones



- Hay muchas tecnologías para fabricar nanomateriales y nanoestructuras.
-

- Según el medio en que crecen:

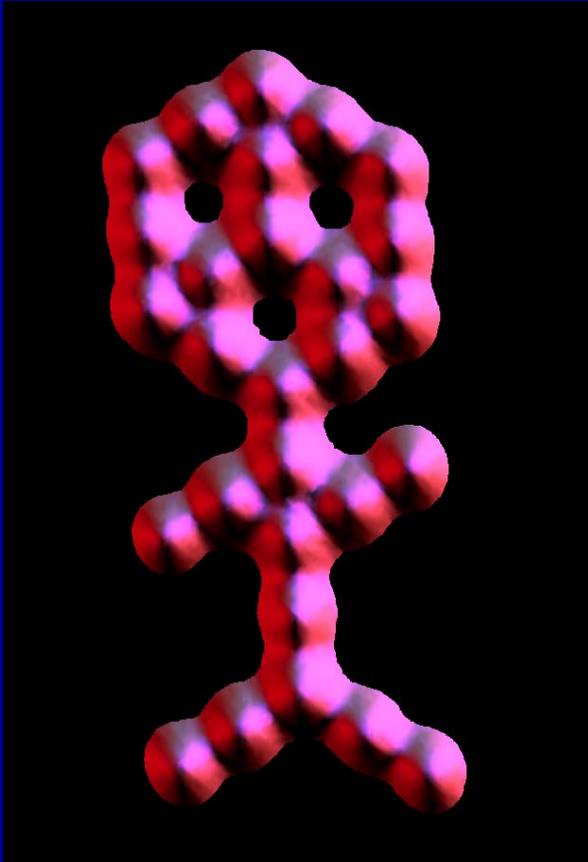
- Fase vapor VPG
- Fase líquida LPG
- Fase sólida
- Crecimiento híbrido.

- Según la forma del producto

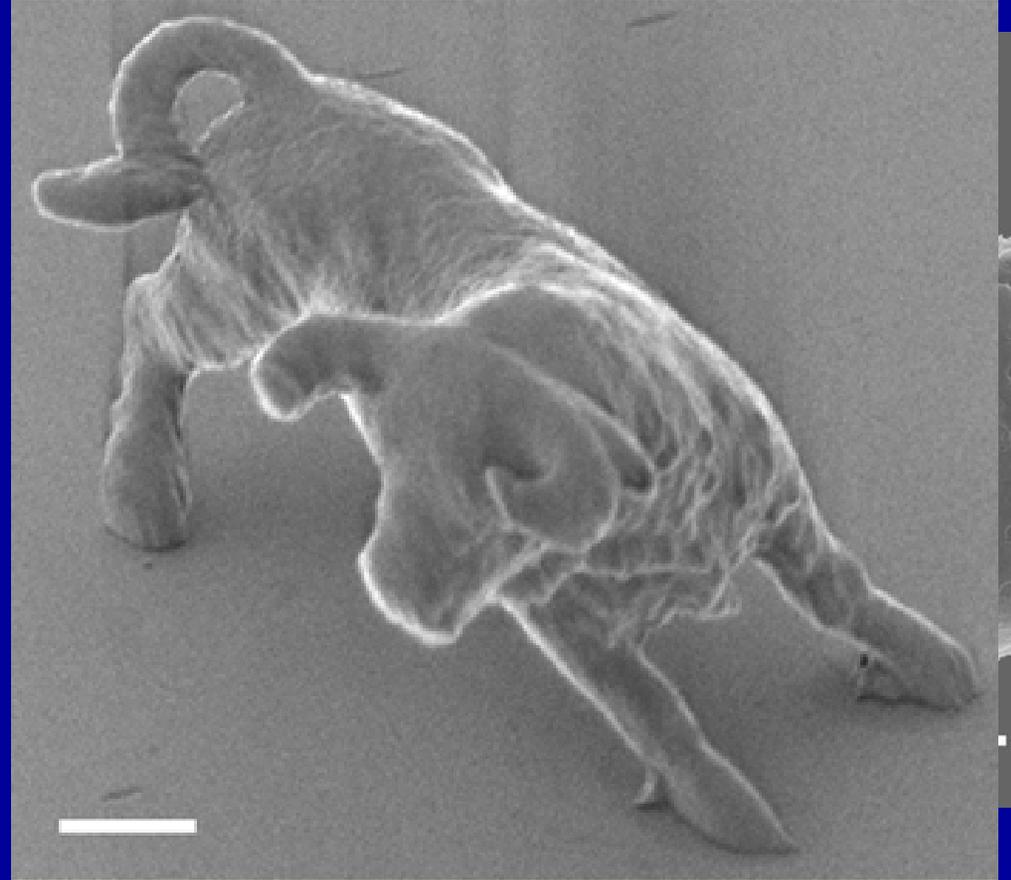
- Nanopartículas a partir de coloides, combustión o segregación de fases.
 - Nanohilos usando templates, SLS o crecimiento anisotrópico.
 - Películas delgadas por MBE o ALD.
 - Nanoestructuras como cristales fotónicos, por self-assembly.
-

Aproximaciones Bottom-up y Top-down

■ Kawata Nature, 412, 697 (2001)



Scanning tunnel microscopy (STM)



Two-photon polymerization (2PP)

Aproximaciones Top-down y Bottom-up

- Molido mecánico es típico de top-down. De masivo a nanopartículas.
 - Suspensión coloidal típico de bottom-up para sintetizar nanopartículas.
 - Litografía es un híbrido: películas delgadas es Bu, mientras que ataque es Td. Actualmente se habla de nanolitografía < Bu.
 - Cada una tiene ventajas y desventajas.
-

Aproximaciones Top-down y Bottom-up

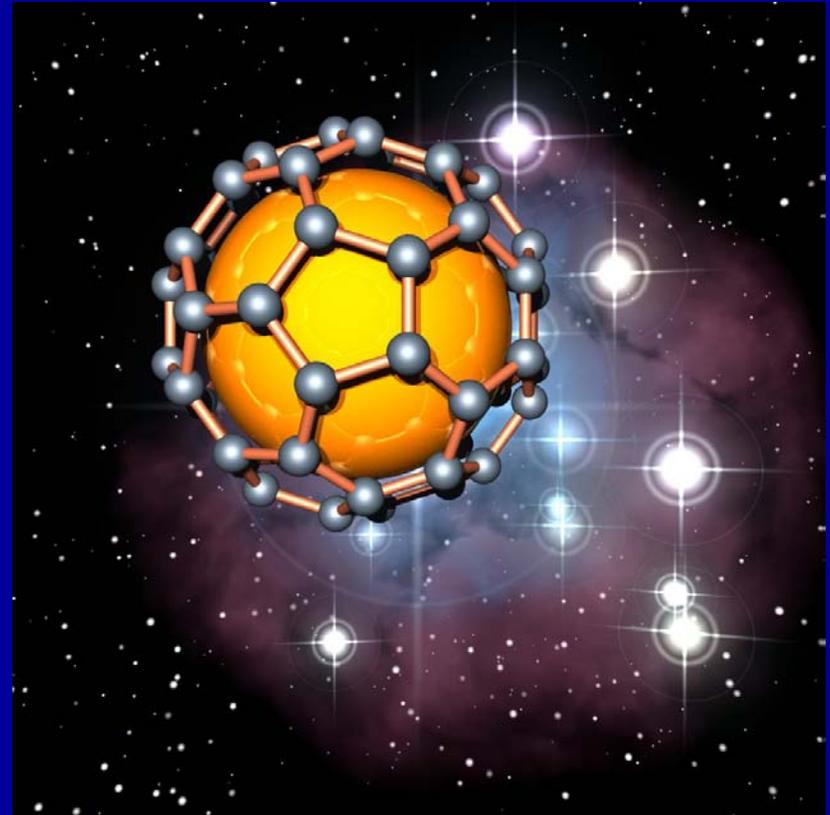
- Mayor problema de T-d es la imperfección de la superficie. Ej: nw hechas con litografía.
- B-u se ha relanzado con la nanotecnología. Pero ya se utiliza desde hace 100 años. Ej: deposición de películas delgadas.
- B-u átomo a átomo, molécula a molécula, o cluster a cluster – como un Lego.
- B-u ventajas: menos defectos, composición química más homogénea y mejor orden a corto y largo alcance.

Aproximaciones Top-down y Bottom-up

- B-u: driving forces: minimizar la energía libre de Gibbs. Se crece cerca del equilibrio termodinámico.
 - T-d: suele introducir tensiones internas, además de defectos superficiales y contaminantes.
-

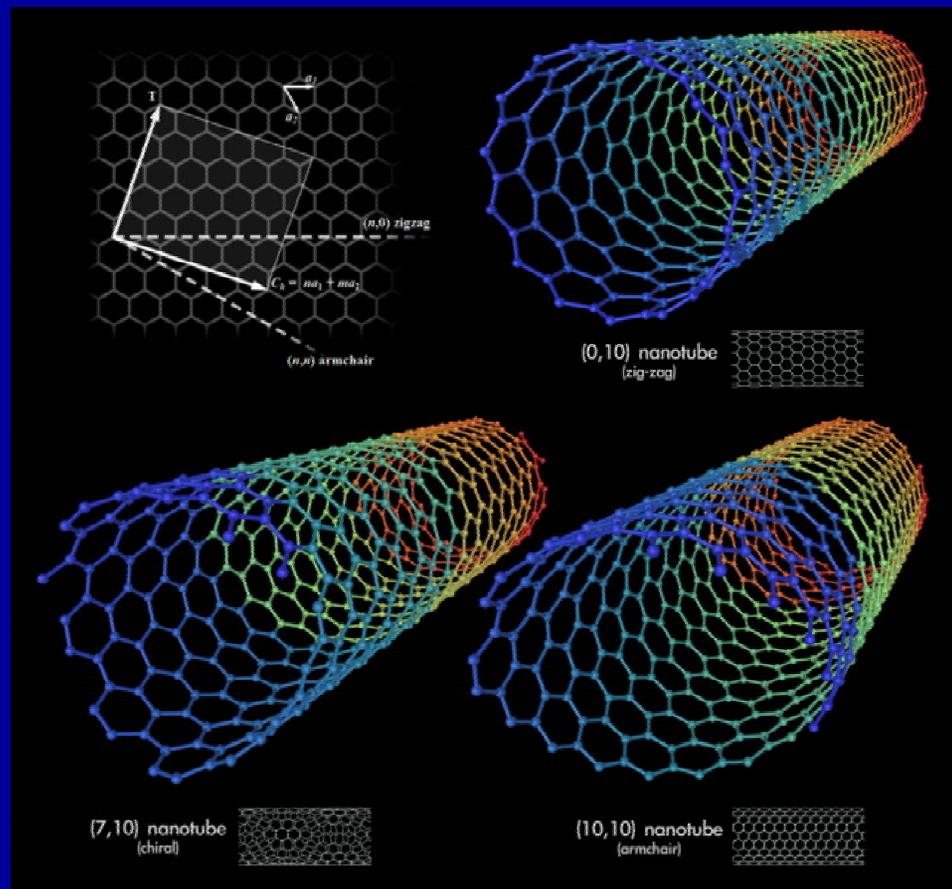
Fullerenos

- Toman el nombre Buckminster Fuller
- Se descubren casualmente (Kroto, Curl, Smalley)



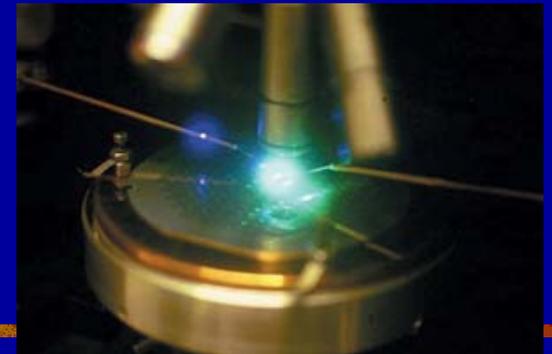
Nanotubos de carbono

- Láminas de carbonos enrolladas sobre sí mismas, sp^2
- Propiedades y quiralidad
- Aplicaciones: acero de Damasco, bici de Floyd Landis, textiles, material espacial, transistores, dispositivos electromecánicos, bactericidas, pantallas, filtros ...
- Riesgos



Un poco de historia SEMICONDUCTORES

- 1980 Desarrollo MBE estructuras artificiales
- 1990 Canham Silicio poroso emisor de luz
- 2000 Kilby, Alferov y Kroemer reciben el Premio Nobel de Física por inventar el **circuito integrado** y las heteroestructuras de semiconductores
- 200? Era de la nanotecnología



Nanomateriales semiconductores

Semiconductores

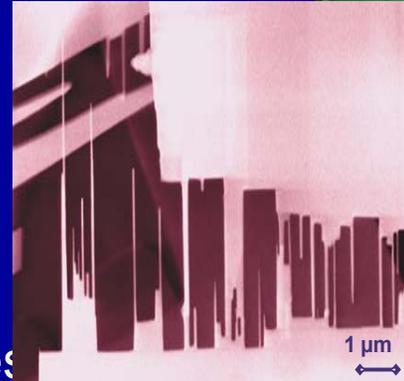
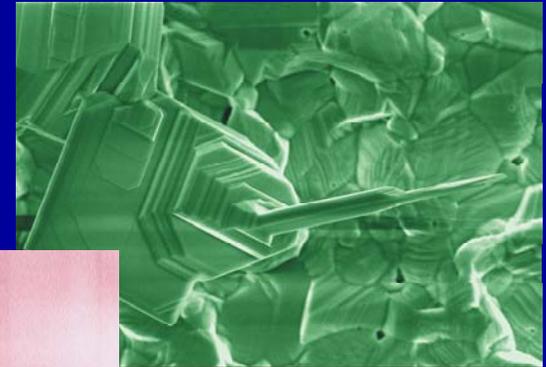
- Alta pureza
- Perfección cristalina
- Gap en el visible – IR.

Nanomateriales

- 80's MBE: Estructuras artificiales
- QW, SL, QD's...
- 90's: miniaturización: menor consumo energía y rapidez.

Dispositivos

- Electrónicos
- Optoelectrónicos

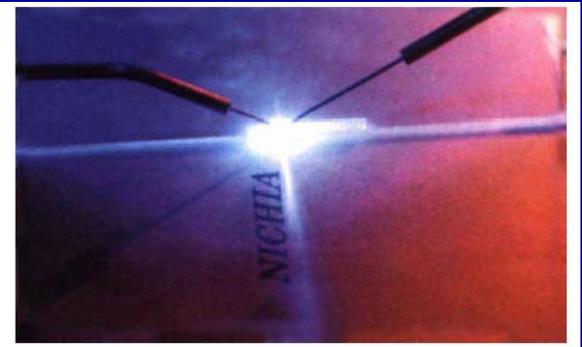


Nanoestructuras
de Ga₂O₃

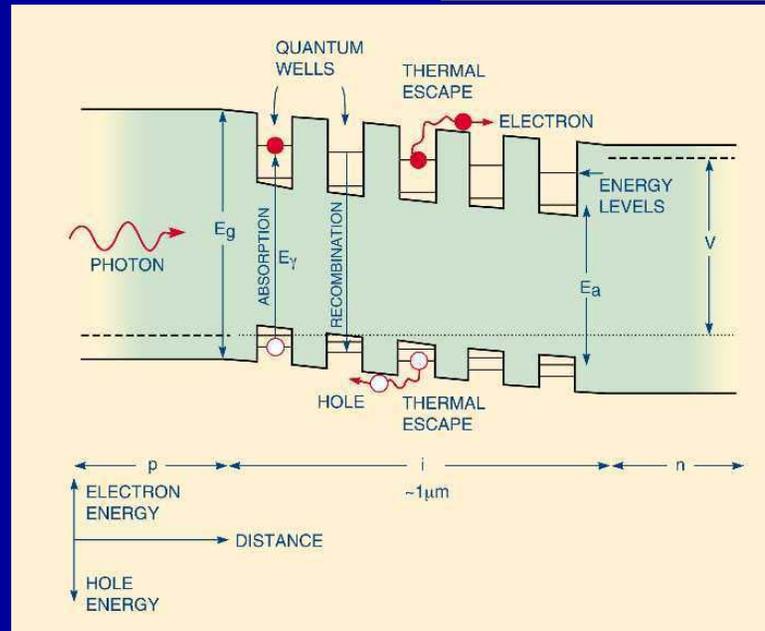
Aplicaciones

- Electrónica
- Telecomunicaciones
- Ordenadores y procesadores
- Láseres
- Fotodetectores
- Guías de luz y amplificadores
- Células solares
- Sensores de gases
- Biosensores

Obleas - wafers



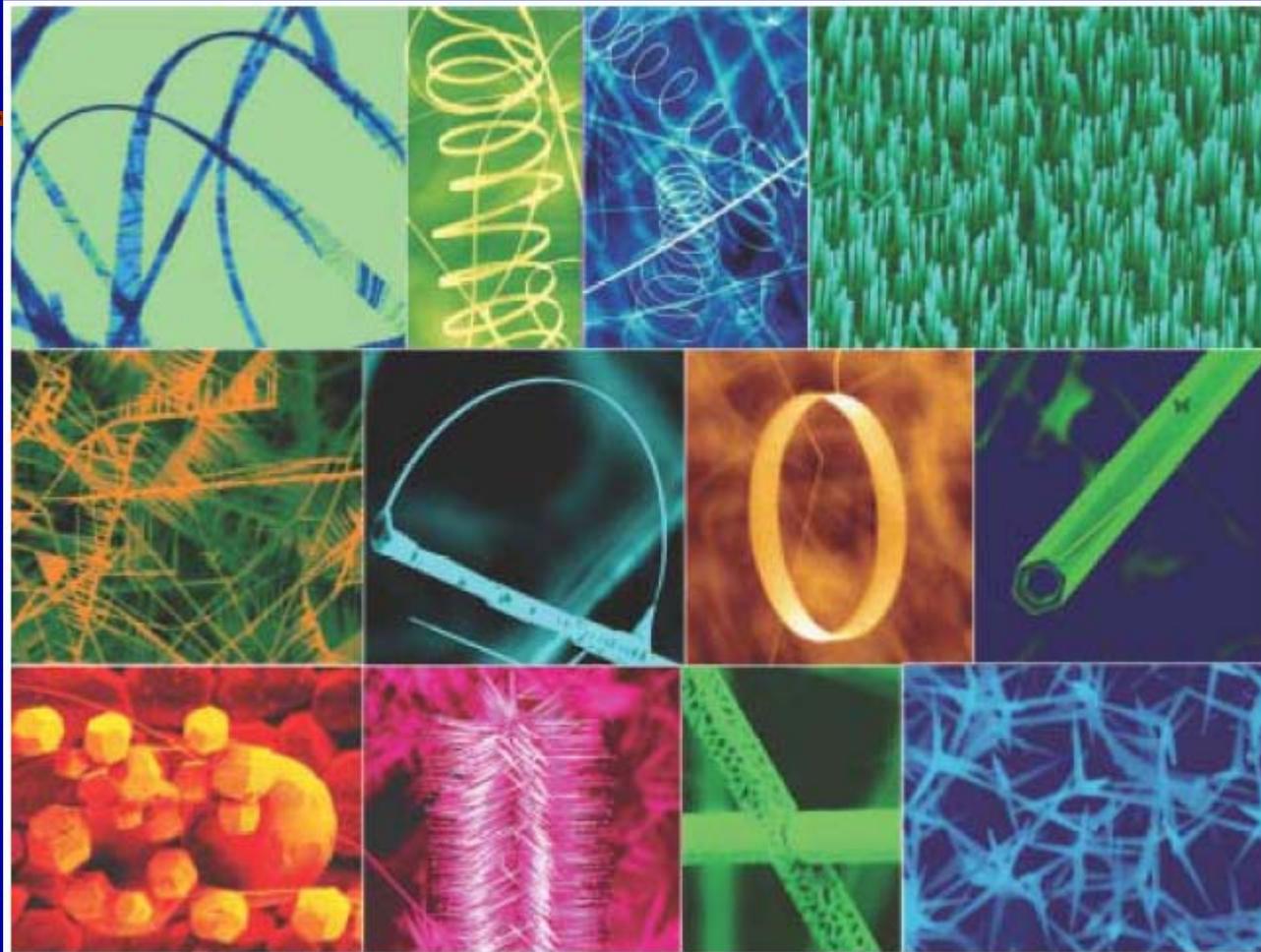
Diodo láser de GaN

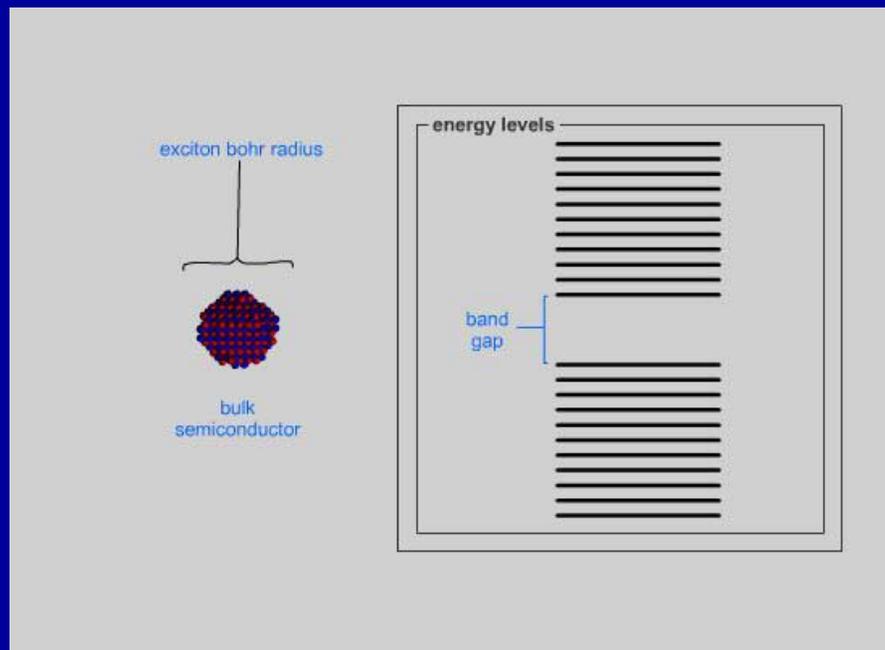
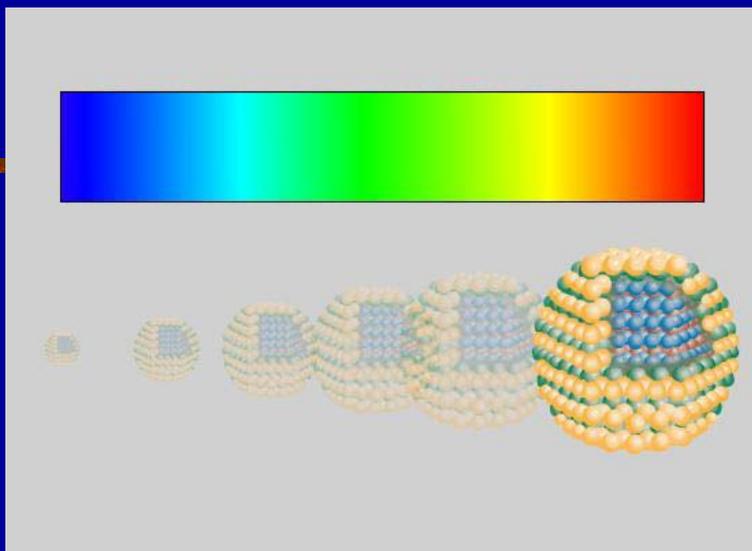


Multi quantum wells MQW



<http://www.nanoscience.gatech.edu/zlwang/>

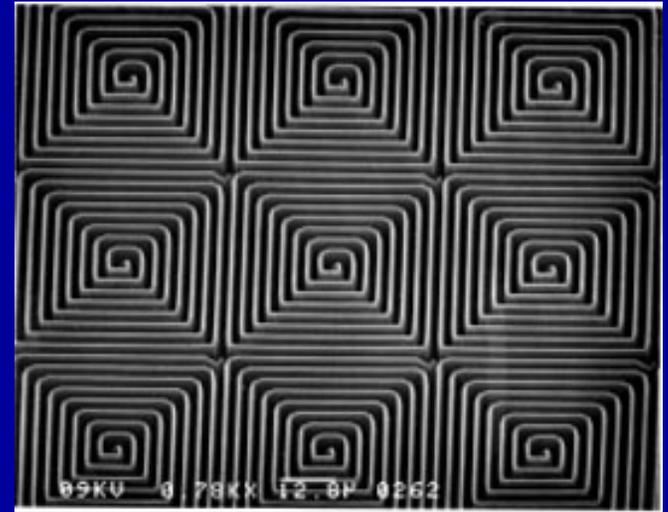




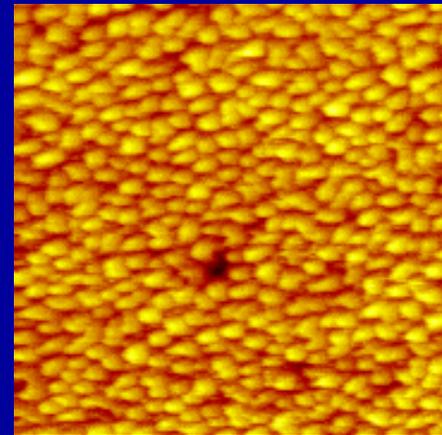
Fluorescencia de nanocristales de CdSe

Semiconductores porosos

- Anodización
- Silicio poroso y otros
- Aplicaciones: láseres, tratamiento de enfermedades, explosivo (airbags, satélites), bioimplantes (retina)...

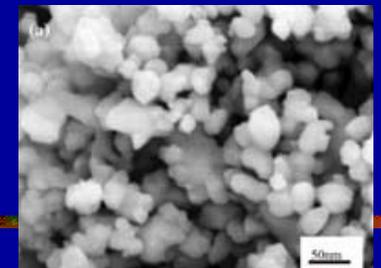
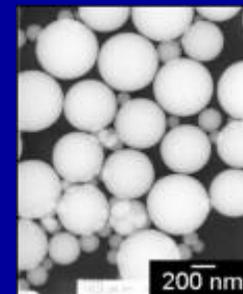
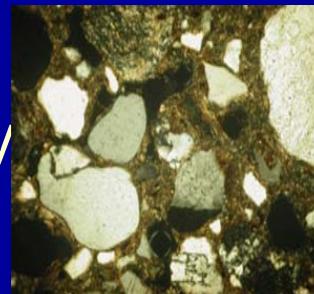


micromachine



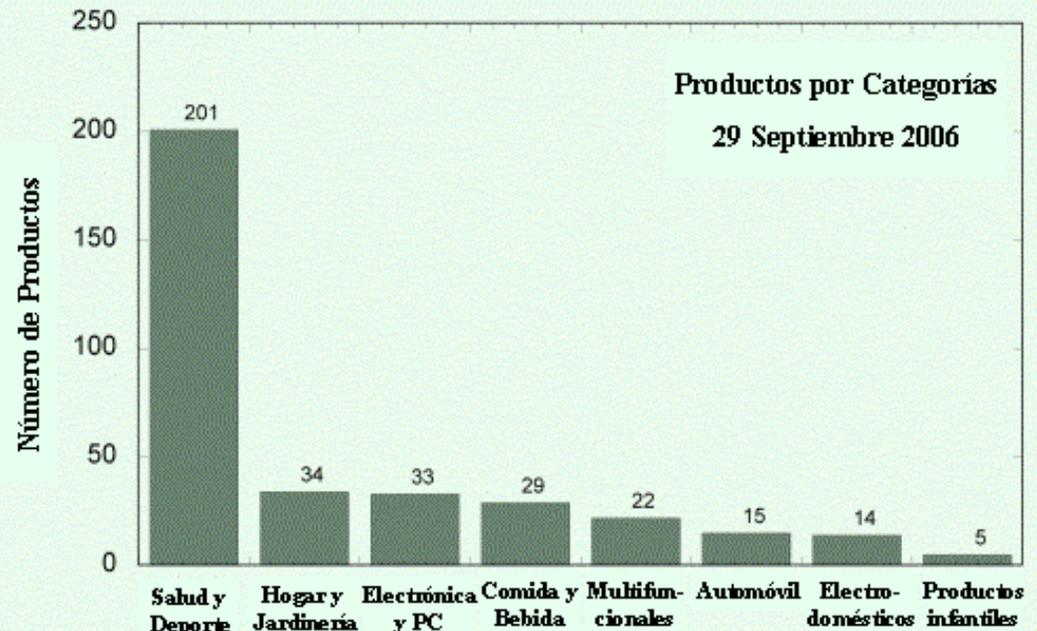
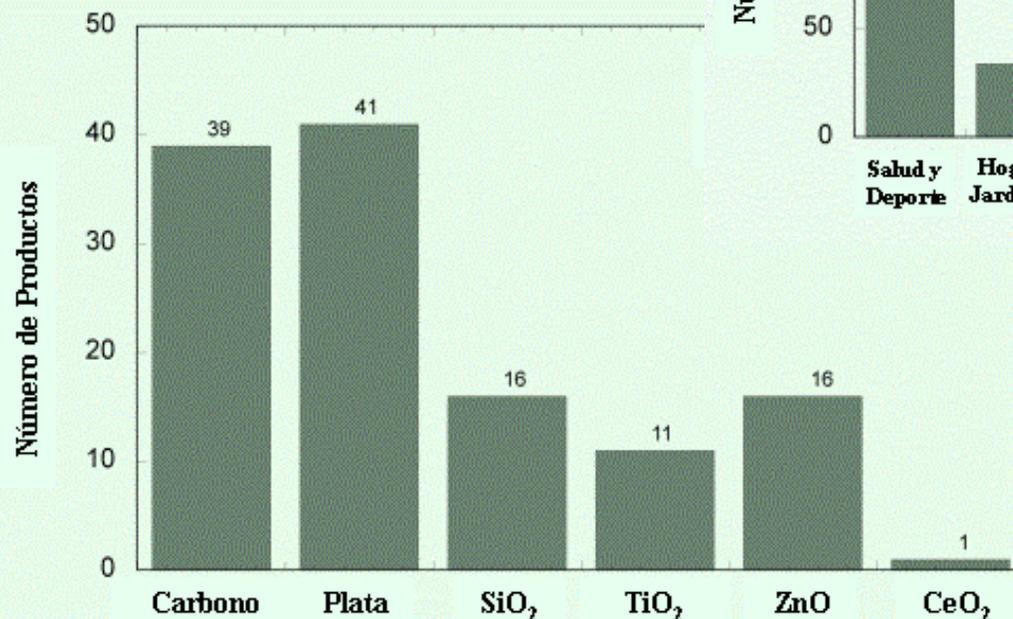
Nanotecnología, medio ambiente y más...

- Sensores de gases
- Purificación de agua, filtros
- Energía solar, +eficiente, +pequeña, portátil.
- **Envases recubiertos con agentes antimicrobianos o colorantes sintéticos.**
licopeno sintético
- Hormigón (con óxidos y nanotubos de C)



Nueva economía

■ Productos nano



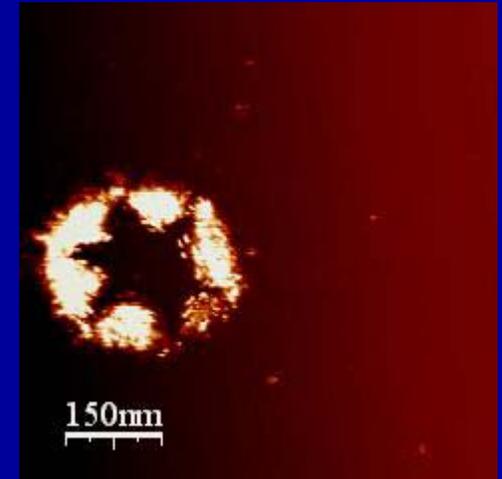
Conclusiones

- Definición de nanotecnología
- Aproximaciones B-u y T-d
- Algunos Nanomateriales, propiedades y aplicaciones
- Riesgos
- Nueva Economía
- Para saber más:

<http://www.creamoselfuturo.com/>

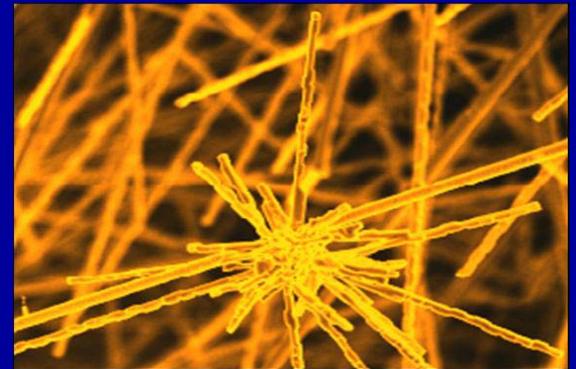
DEFINICIÓN DE LA NANOTECNOLOGÍA

- MULTIDISCIPLINAR
- CIENCIA Y/O TECNOLOGÍA
- BASICA Y/O APLICADA
- NEXO ENTRE TEC. INFORMACION, DEL CONOCIMIENTO, BIOLOGÍA A ESCALA NANOMÉTRICA...

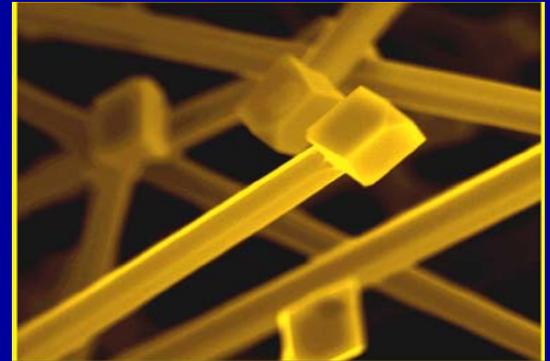


CULTURA DE LA CONVERGENCIA

- DEPENDE DEL ENTORNO DEL CIENTIFICO
- DEL NIVEL DE RIQUEZA DE LOS PAISES
- NANO-BIO-INFO-COGNO



- ÉTICA Y POLÍTICA DE LA NANOTECNOLOGÍA
- INCORPORACIÓN AL DEBATE DE LAS INSTITUCIONES
- FORMACIÓN, INFORMACIÓN Y DIVULGACIÓN DE LOS LOGROS Y RIESGOS



CONCLUSIONES

- DEFINICION DE NANOTECNOLOGÍA
- DEBATE ABIERTO ENTRE EXPERTOS
- INCORPORACION DE LA SOCIEDAD E INSTITUCIONES
- CONVERGENCIA REAL CON OTRAS DISCIPLINAS

