

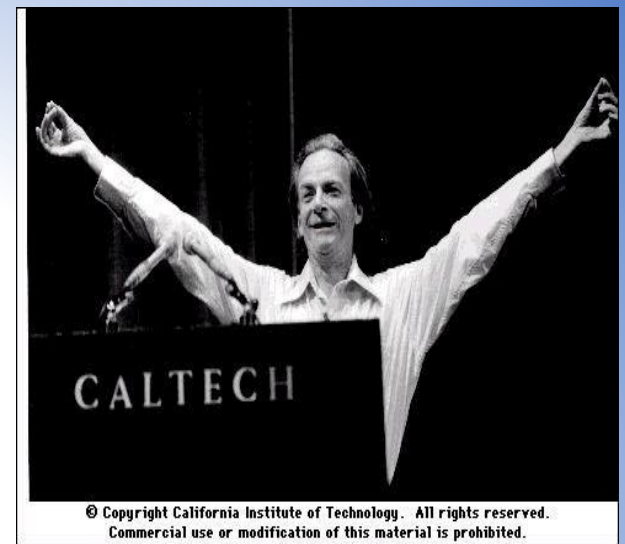
# Aplicaciones de la Nanotecnología



Virginia Montero Campos, Ph.D  
Catedrática  
Investigadora en Nanotecnología  
Instituto Tecnológico de Costa Rica

- Richard Feynman (1959):

*“...en el mundo de lo muy, muy pequeño, muchas cosas nuevas podrán suceder, porque los átomos se comportan de manera distinta a como lo hacen los objetos a mayor escala [...] aparecen nuevos tipos de fuerzas, nuevas posibilidades, nuevos efectos...” -R. Feynman*



- G. Bining y H. Rohrer (1981): Inventaron el microscopio de efecto túnel.
- Sumio Iijima (1991): Observó por primera vez nanotubos de carbono



# Introducción

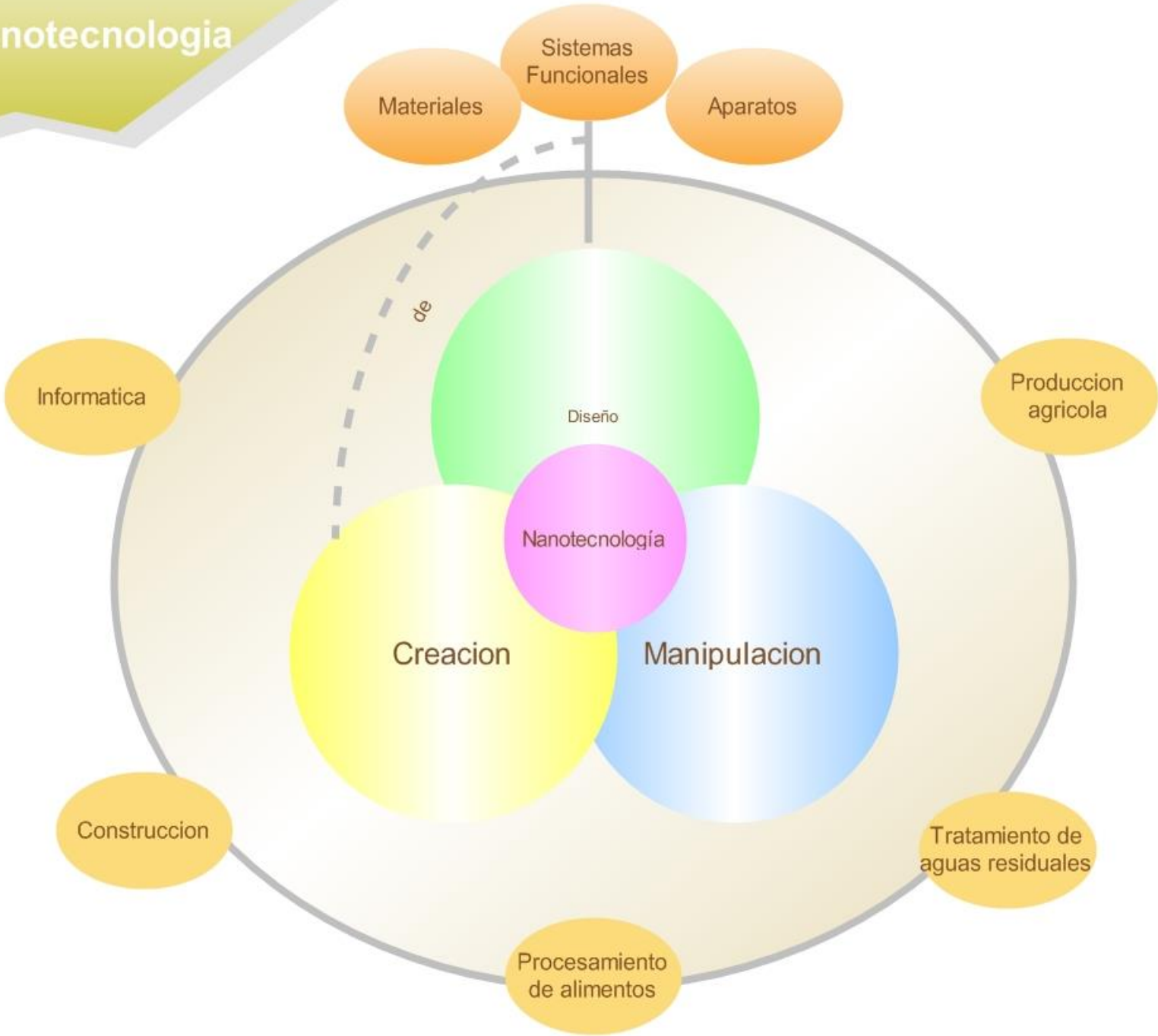
Nanociencia

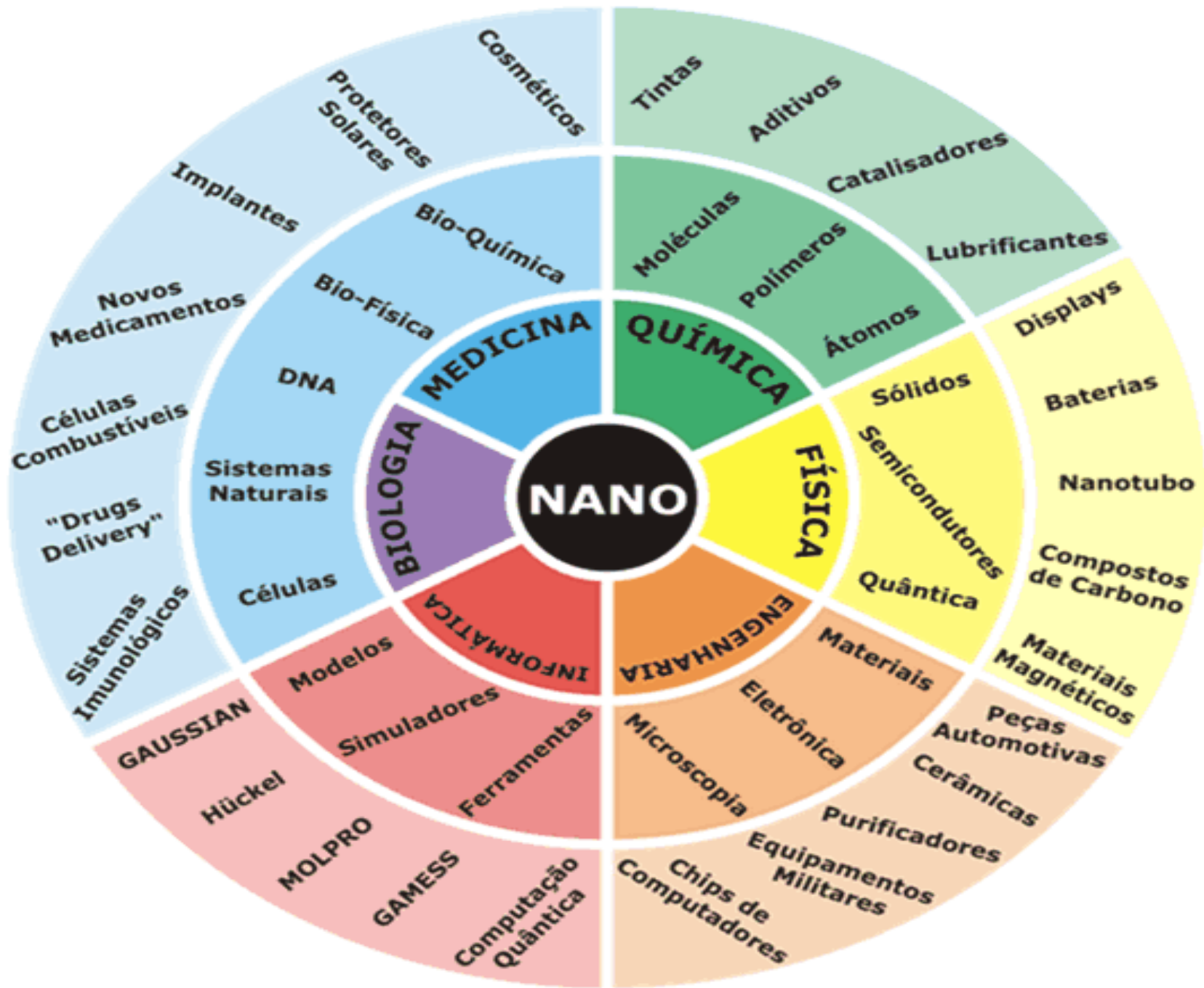
- Estudio de los fenómenos y manipulación de materiales a escala atómica, molecular y macromolecular, donde las propiedades difieren significativamente de las de mayor escala

Nanotecnología

- Diseño, caracterización, producción y aplicación a estructuras, dispositivos y sistemas mediante el control de la forma y el tamaño a escala nanométrica

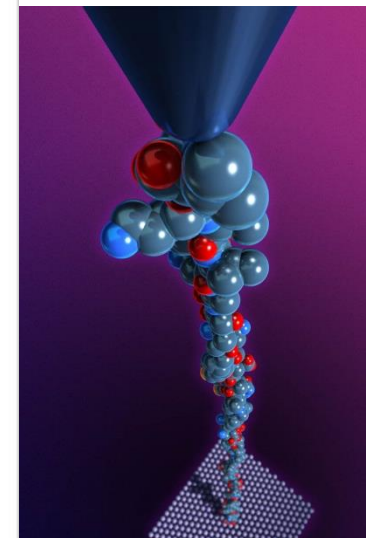
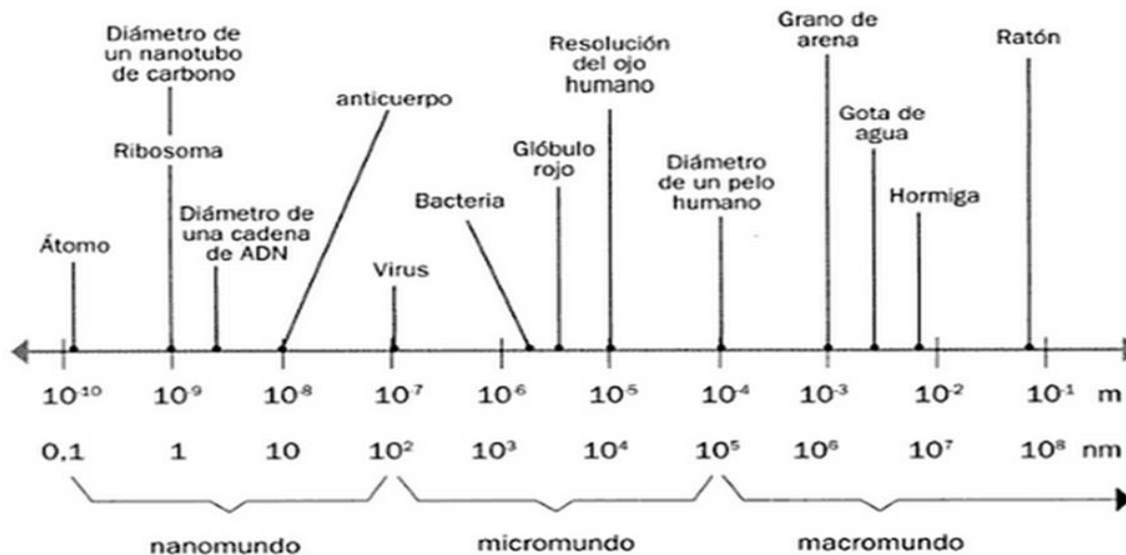
# Nanotecnología

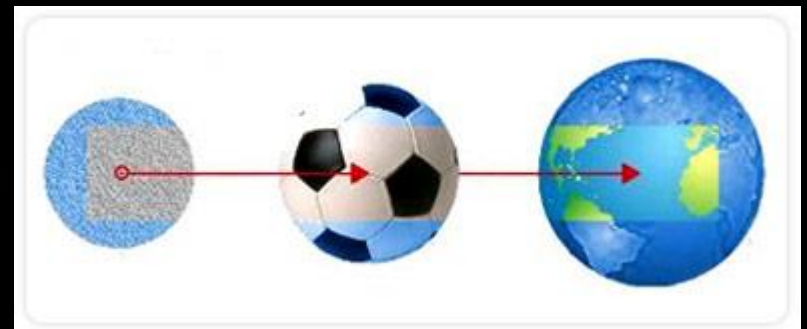
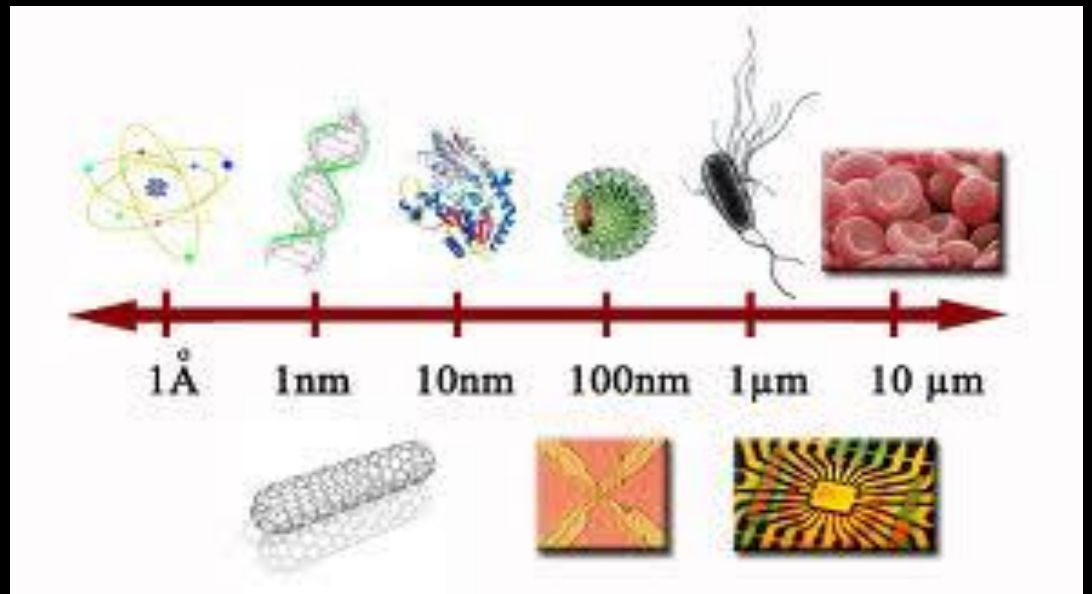
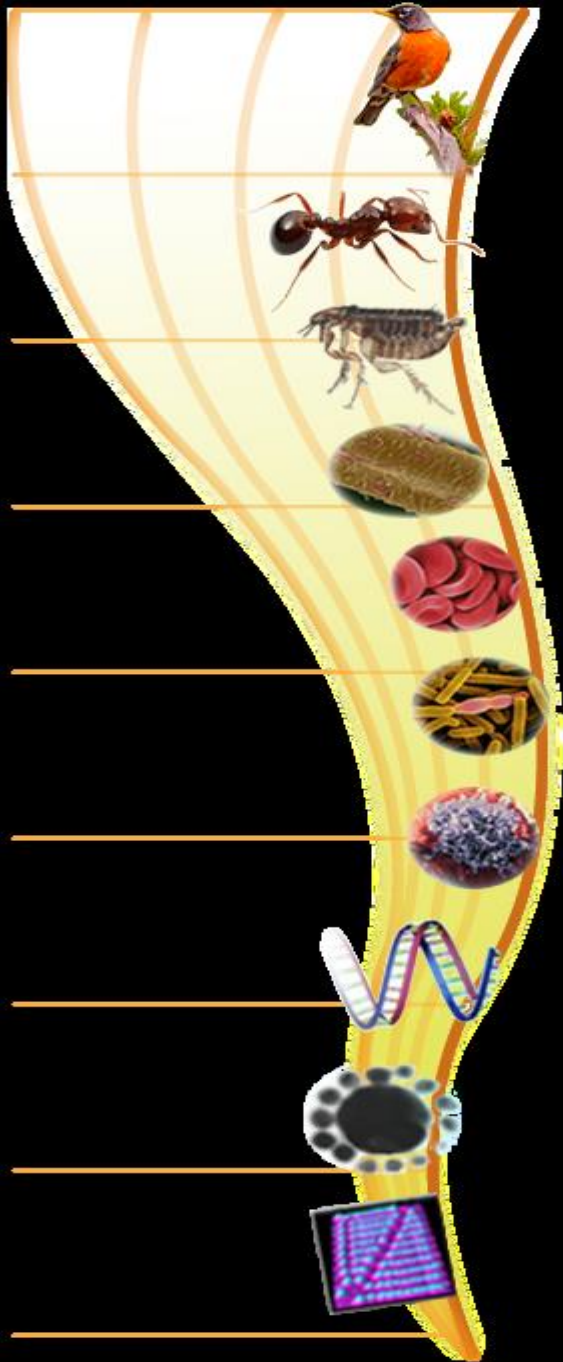


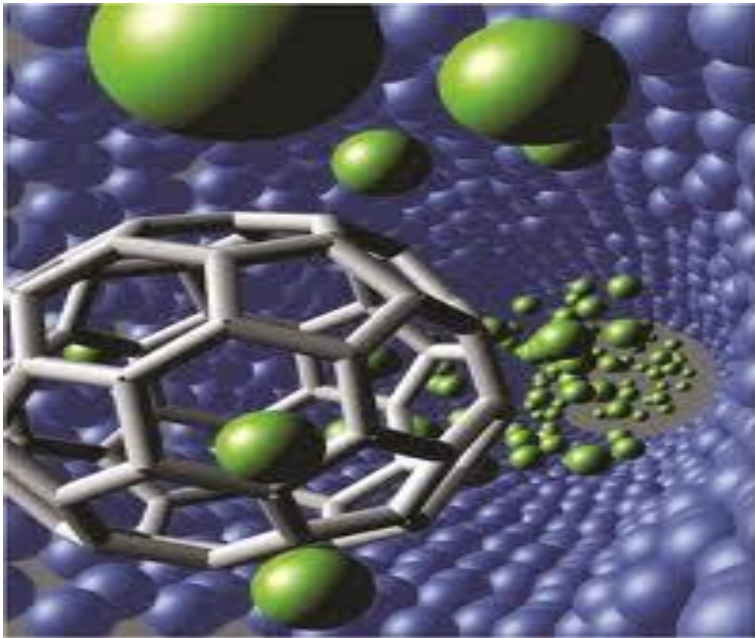


# Nanomateriales

- Una dimensión en el rango de 1-100nm
- Nanopartículas, nanofilms, nanocompuestos





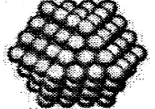
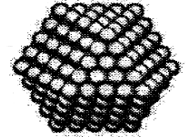
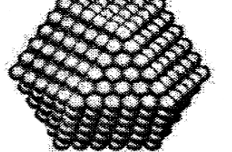
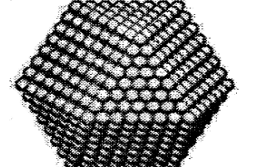




- Implica un trabajo a nivel molecular y atómico, ofreciendo la posibilidad de crear materiales y dispositivos a partir de este reordenamiento, totalmente novedosos. En otras palabras es el estudio, diseño, creación, síntesis, manipulación y aplicación de materiales, aparatos y sistemas funcionales a través del control de la materia a nanoescala, así como la explotación de fenómenos y propiedades de la materia a esa escala.

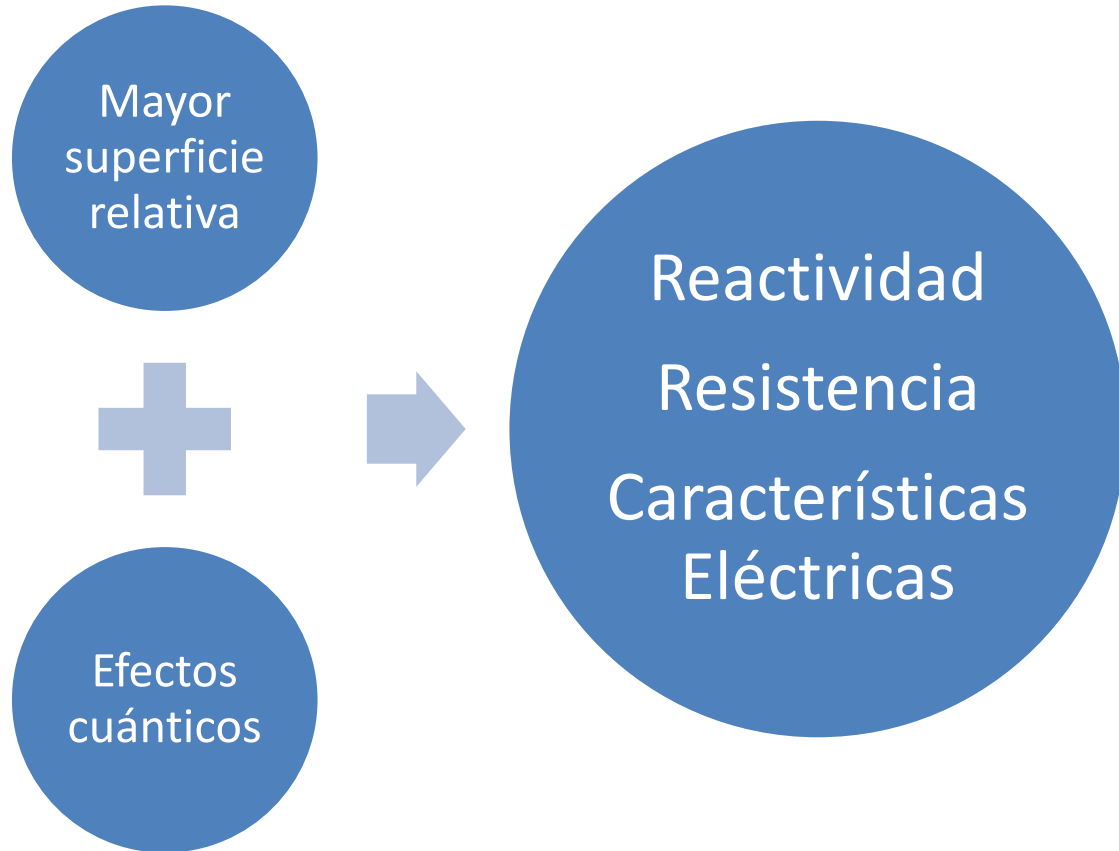


# Nanomateriales

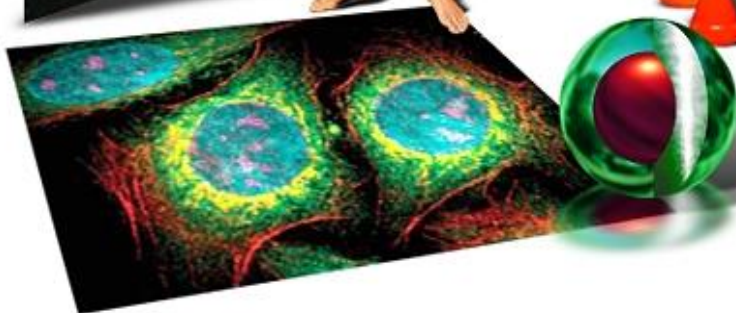
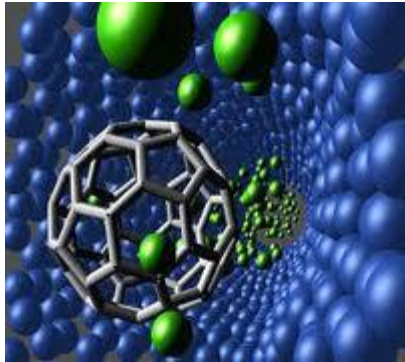
Full-shell Clusters		Total Number of Atoms	Surface Atoms (%)
1. Shell		13	92
2 Shells		55	76
3 Shells		147	63
4 Shells		309	52
5 Shells		561	45
7 Shells		1415	35

- Porcentaje de átomos en la superficie

# Nanomateriales



# Capacidades físicas que se pueden modificar



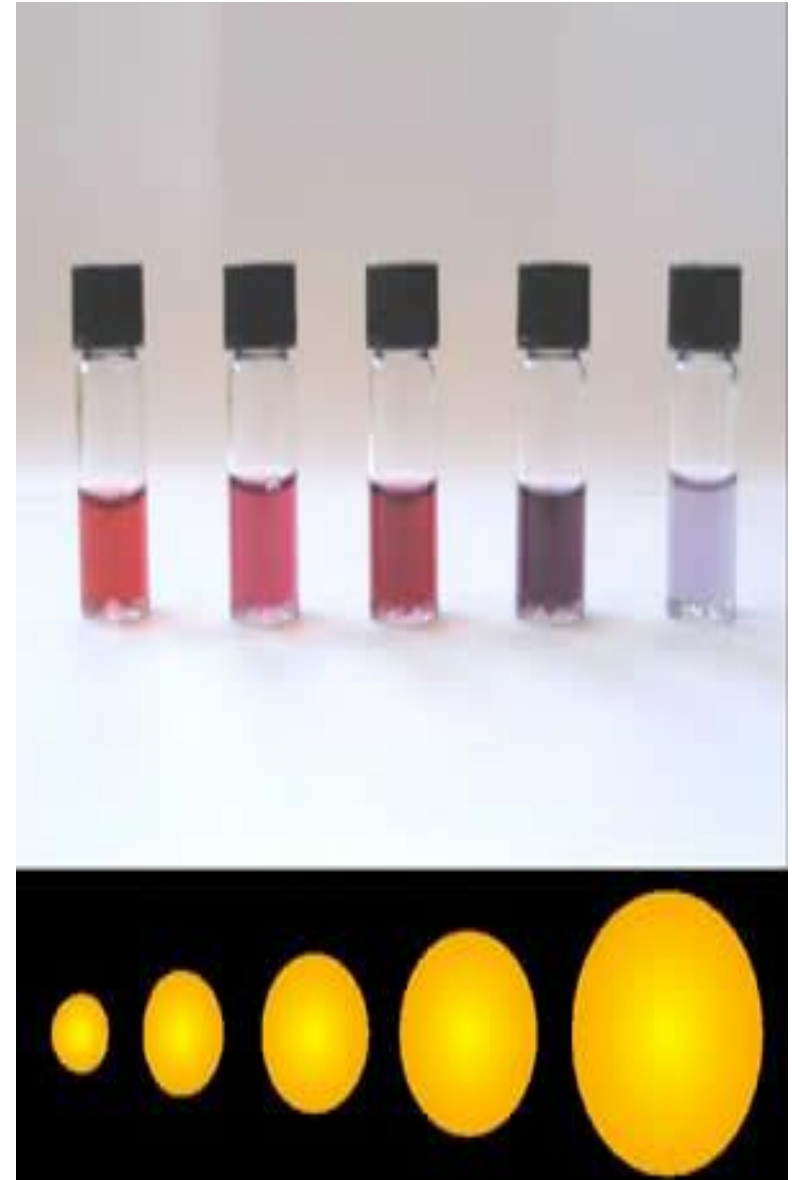
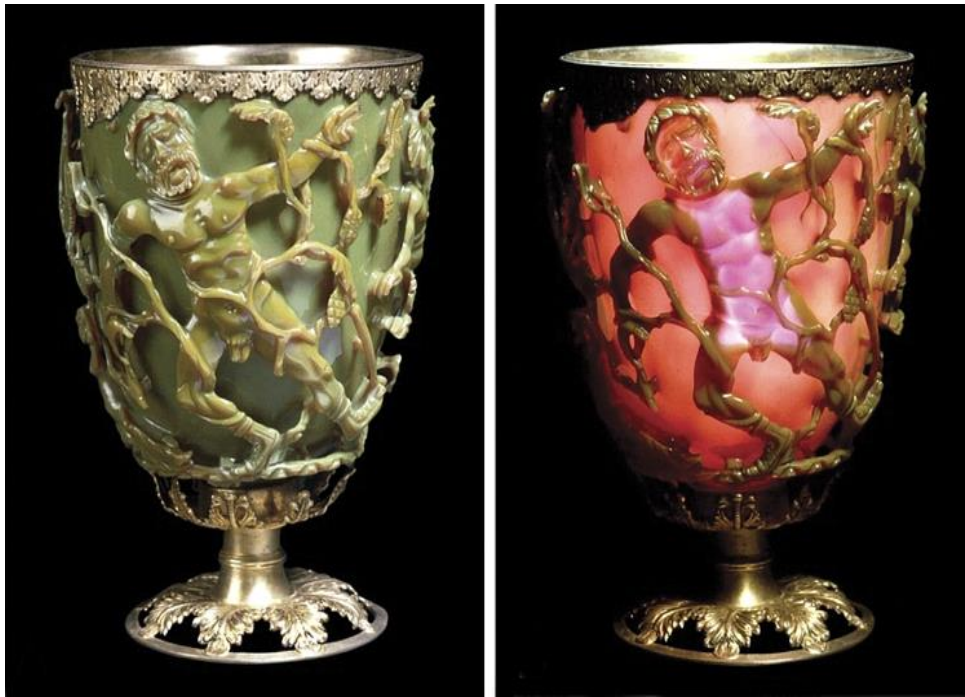
- Reflexión y refracción de la luz.

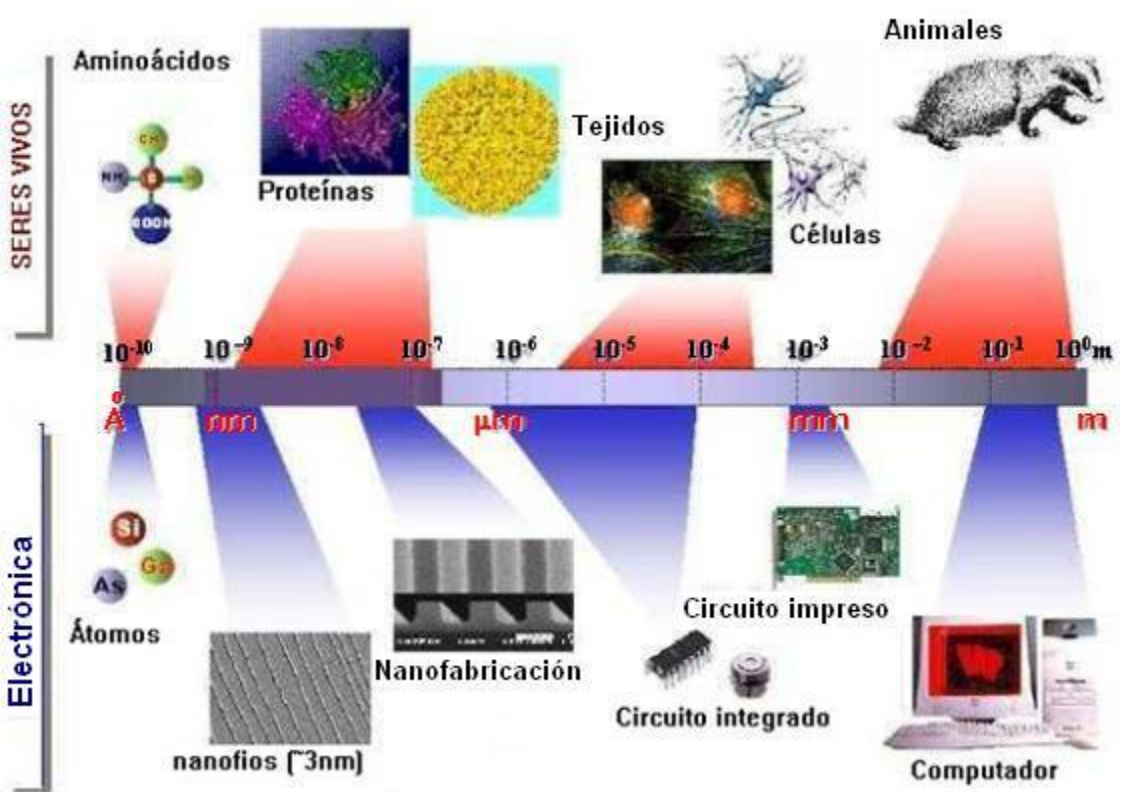
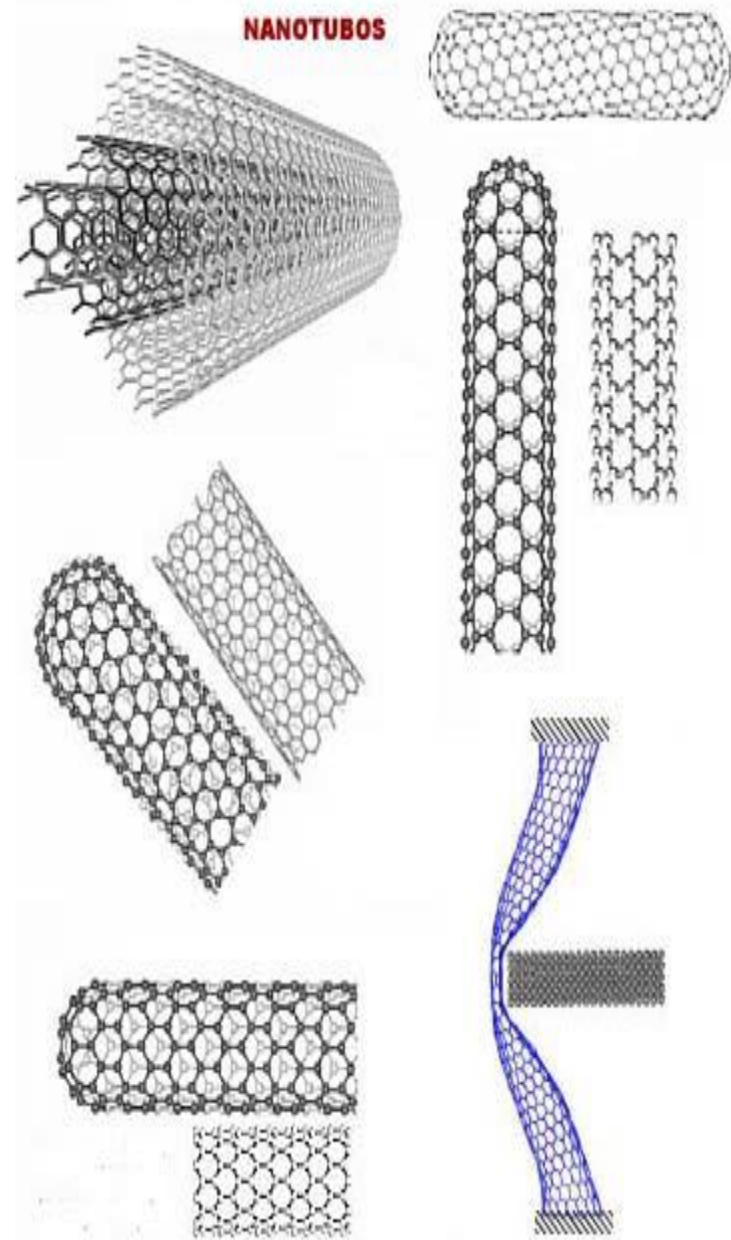
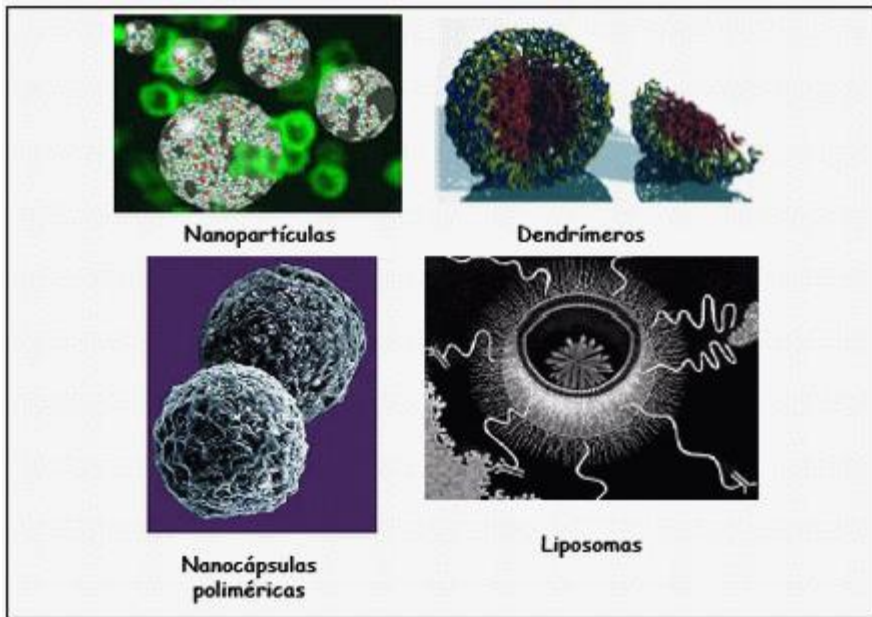
Puntos de fusión, pto de evaporación: Materiales de memoria: NITINOL

Propiedades eléctricas

Propiedades magnéticas

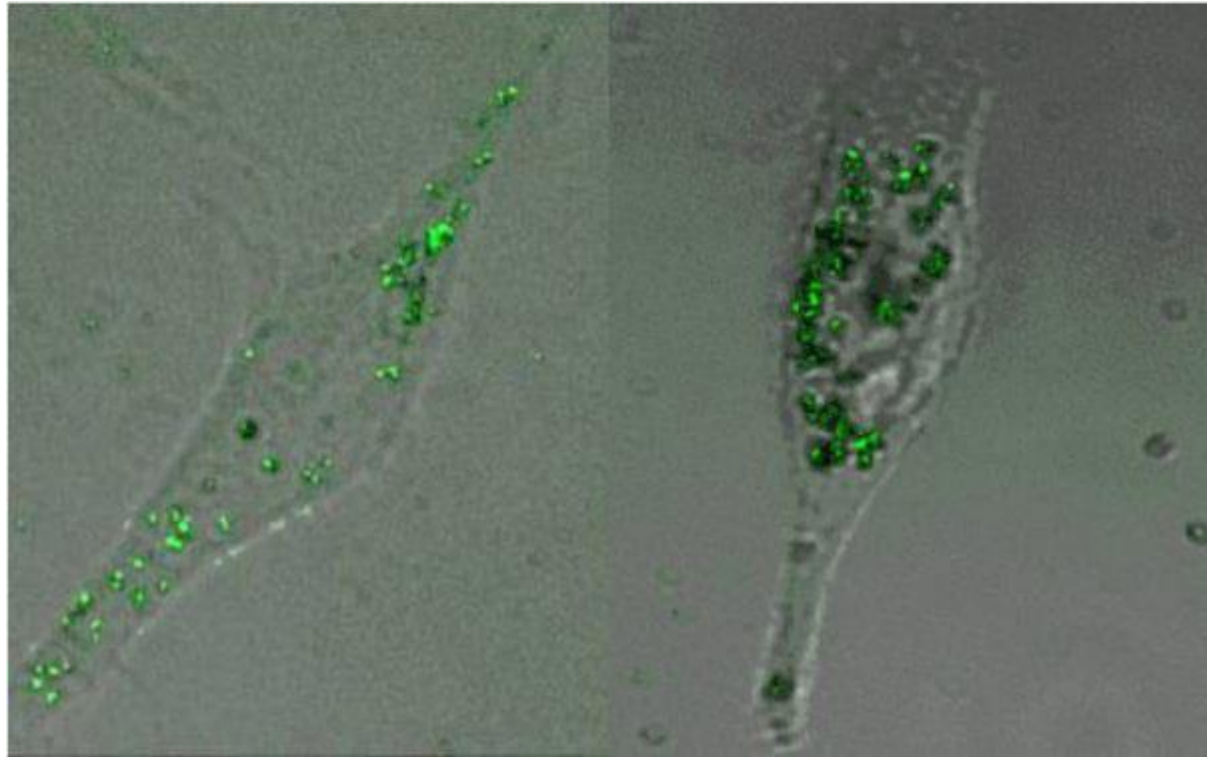
El color amarillo del oro cambia a naranja cuando las partículas tienen un diámetro cercano a 100 nanómetros, y a verde conforme se acercan a los 50 nanómetros.



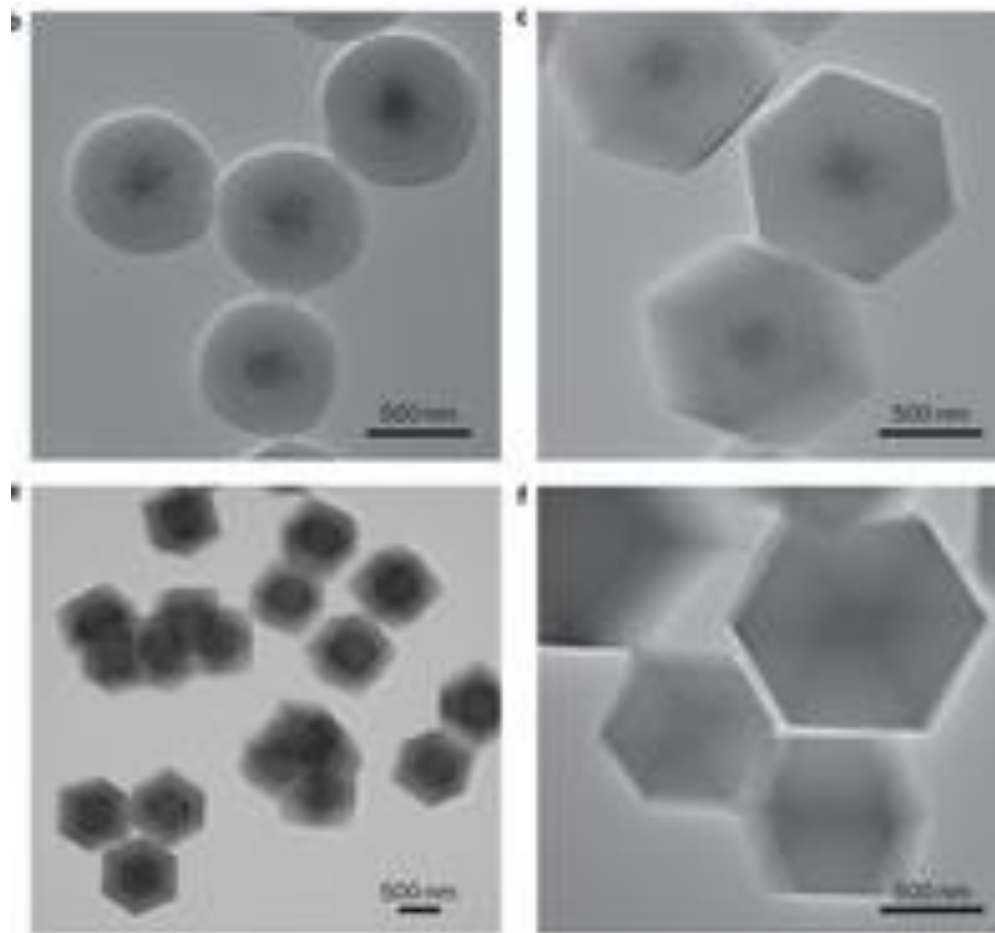


# Ejemplos

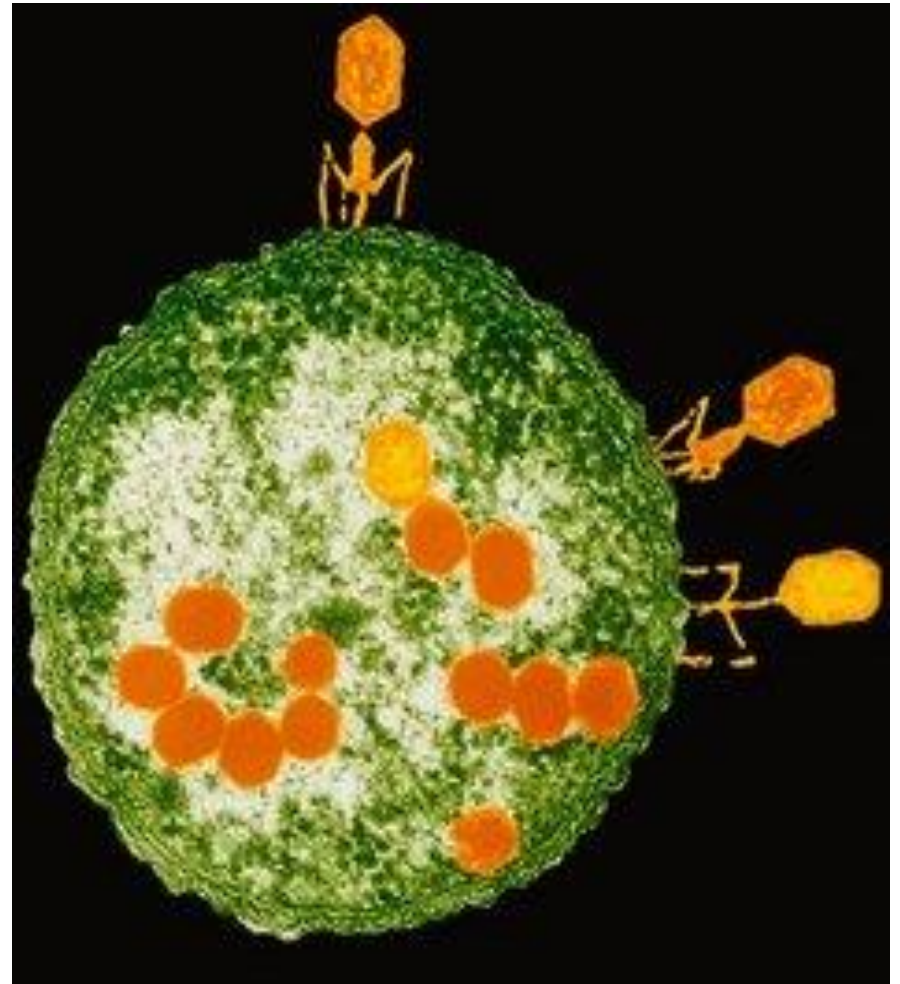
- Nanopartículas de plata

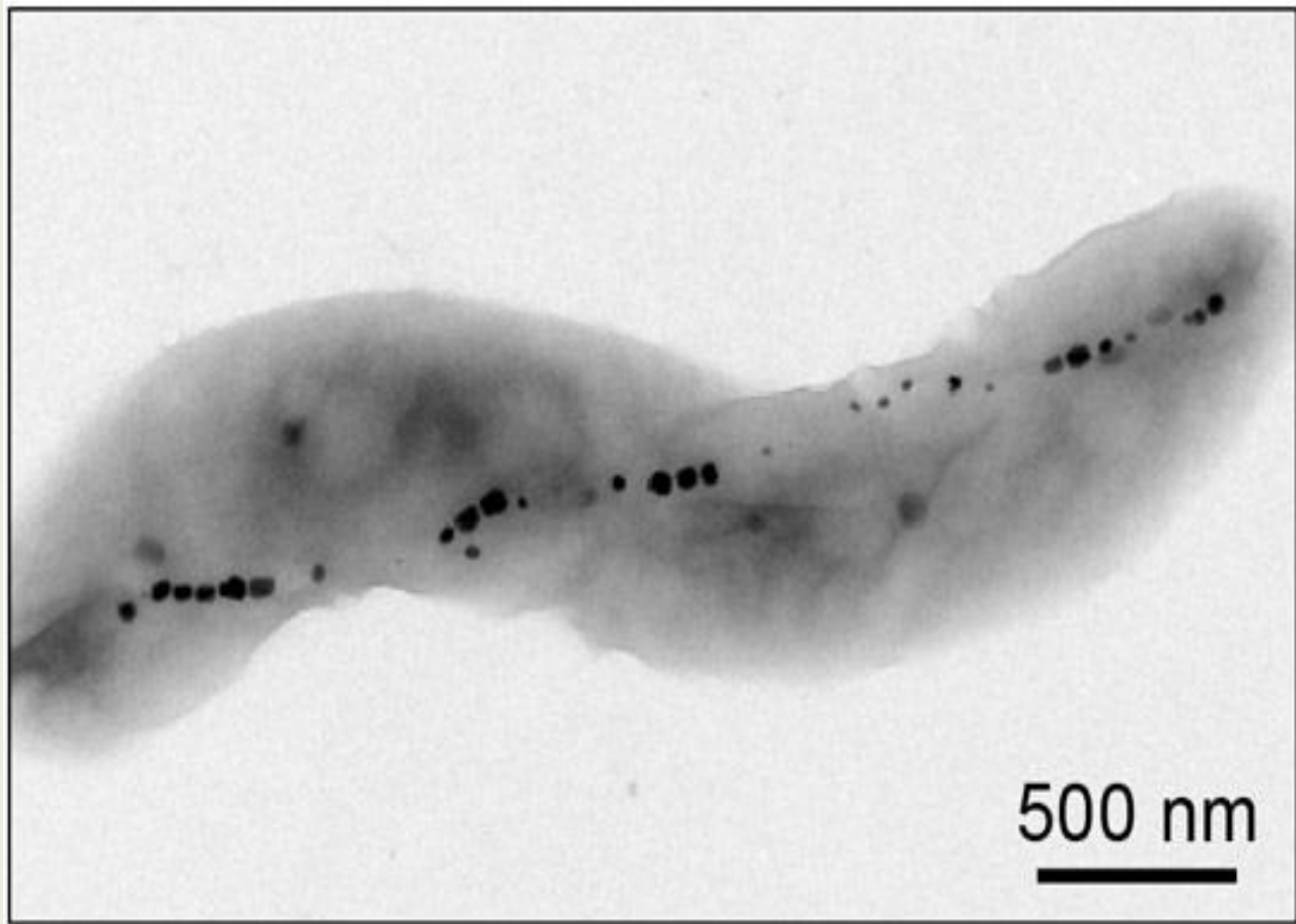


- Nanopartículas  
ORO



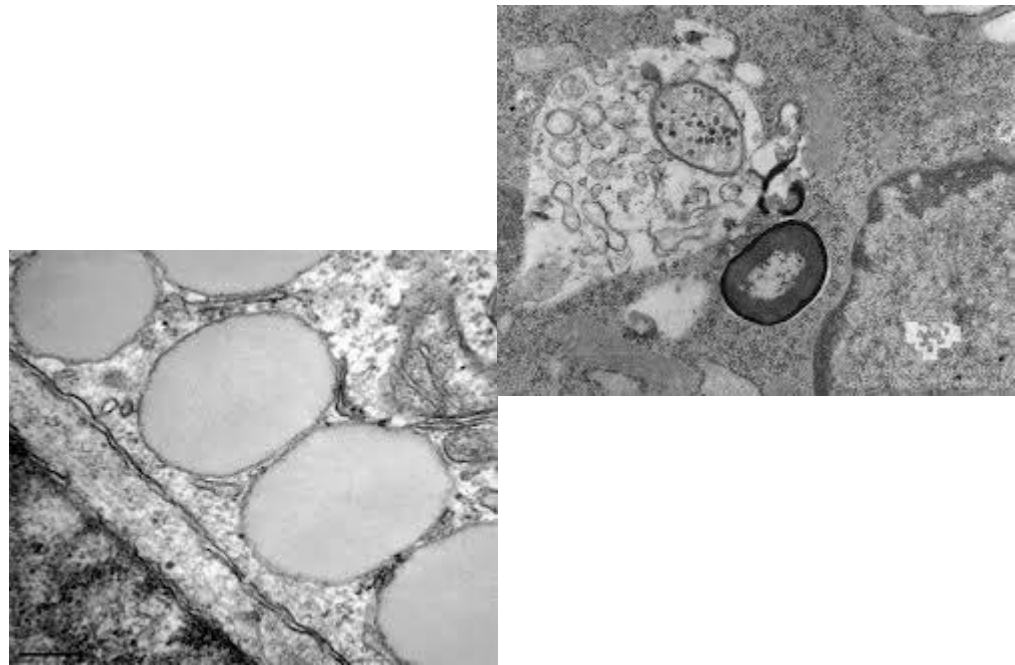
- Combinaciones  
Metálicas y biológicas







- Utiliza un haz de electrones para visualizar un objeto, debido a que la potencia amplificadora de un microscopio óptico está limitada por la longitud de onda de la luz visible.
- Uso de una muestra ultrafina y la imagen se obtiene de los electrones que atraviesan la muestra.
- Pueden aumentar un objeto hasta un millón de veces.



# Nanotechnology Lab Equipment



**Atomic Force  
Microscope**



**Quant50-TM  
Energy Dispersive  
X-Ray Analysis**



**Flex Atomic Force Microscope.**



**TEM**



**Scanning Tunneling  
Microscope**

**Plasma Enhanced  
CVD Reactor**

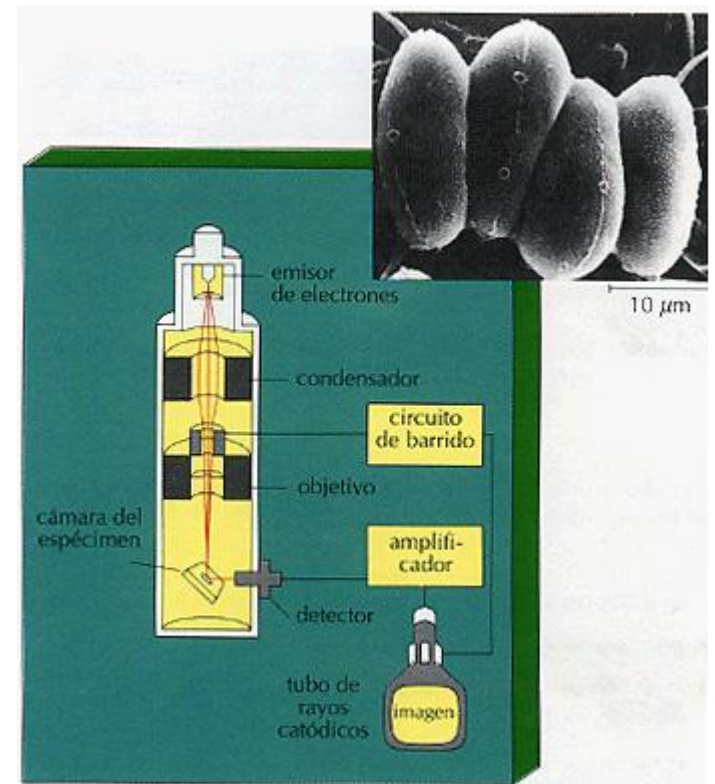
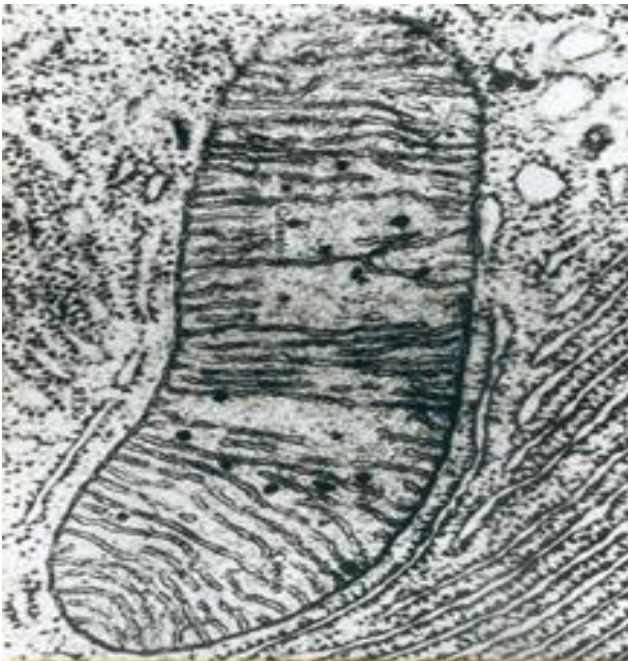


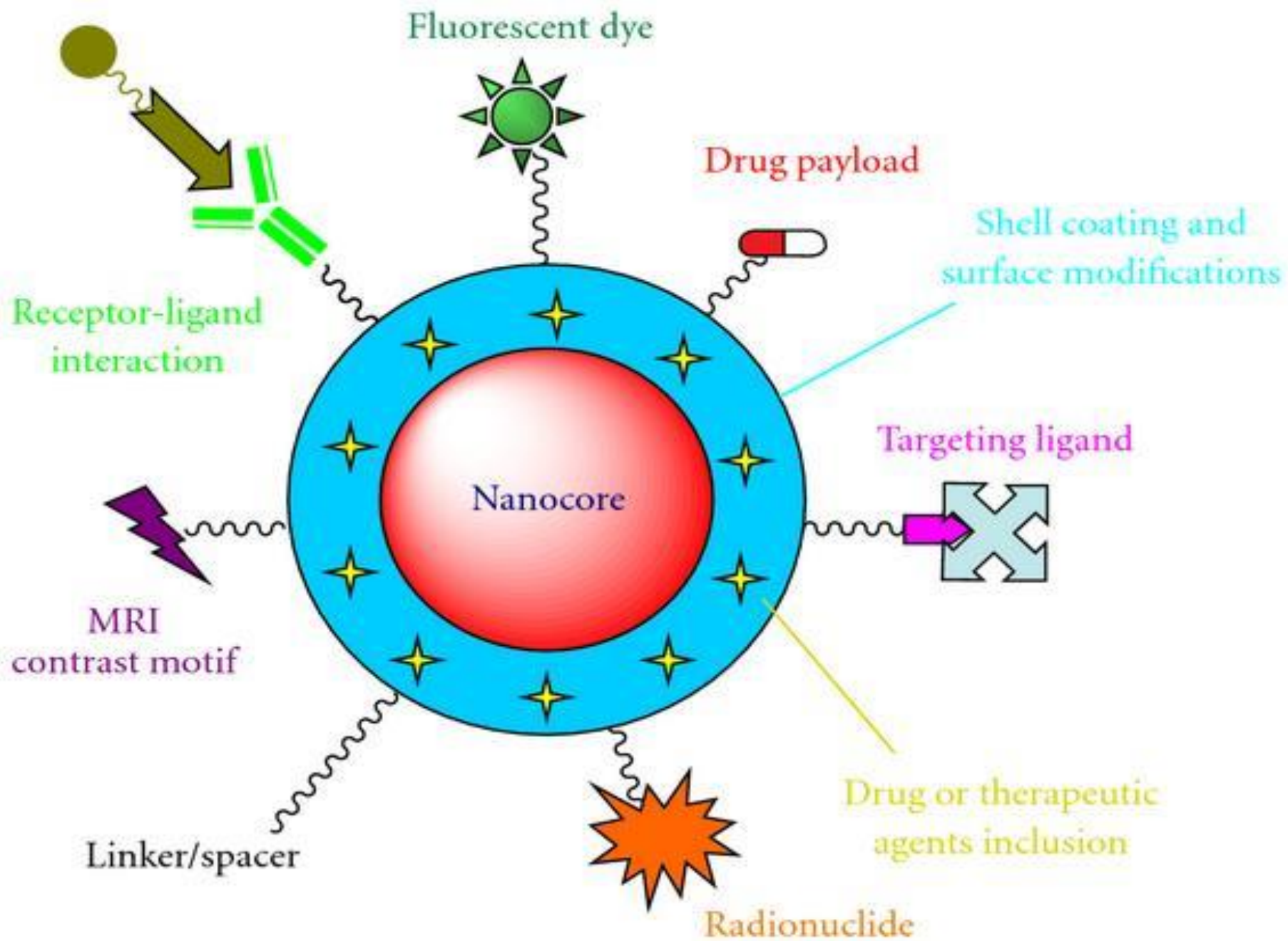
**SEM Hitachi TM 3000 y TM1000**



**Source Meter Unit by  
Keithley**

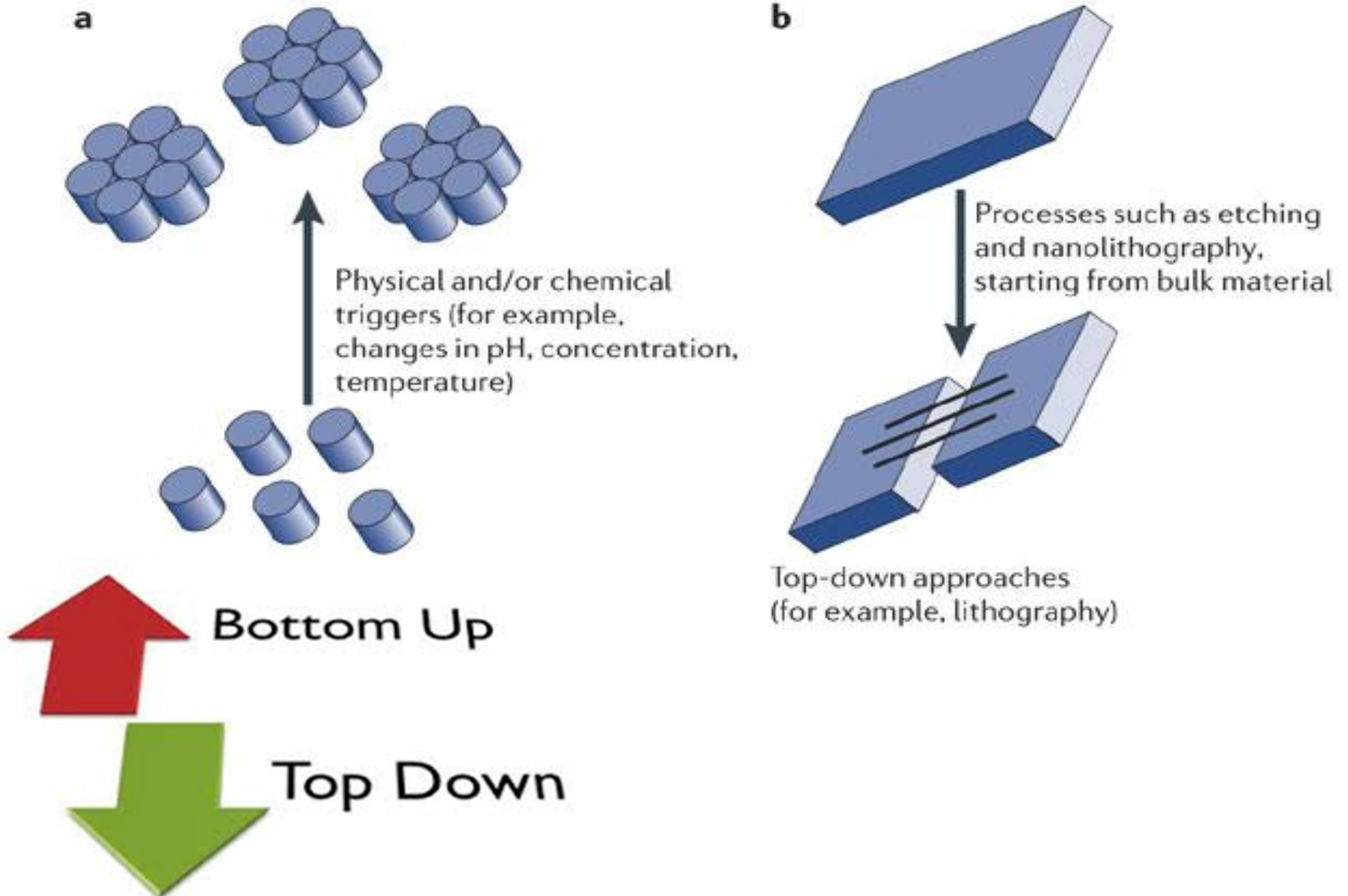
- Existen dos tipos de microscopios electrónicos. El Microscopio electrónico de Transmisión (MET) y el Microscopio electrónico de Barrido (MEB) El MET tiene mayor poder de resolución pero el MEB produce imágenes tridimensionales de gran calidad







# Procesos de fabricación

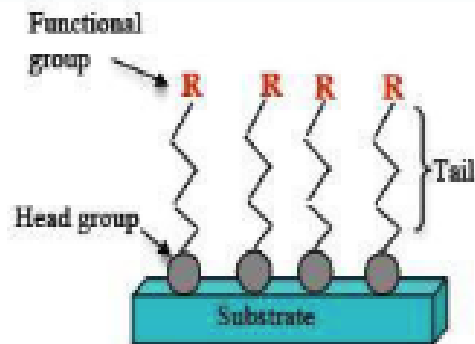


# Procesos de fabricación

- Abajo - arriba

An example of such self assembly is "self assembled monolayer's"

- Molecules are organized in an orderly fashion
- The addition of further layers, forming multilayer's, is possible



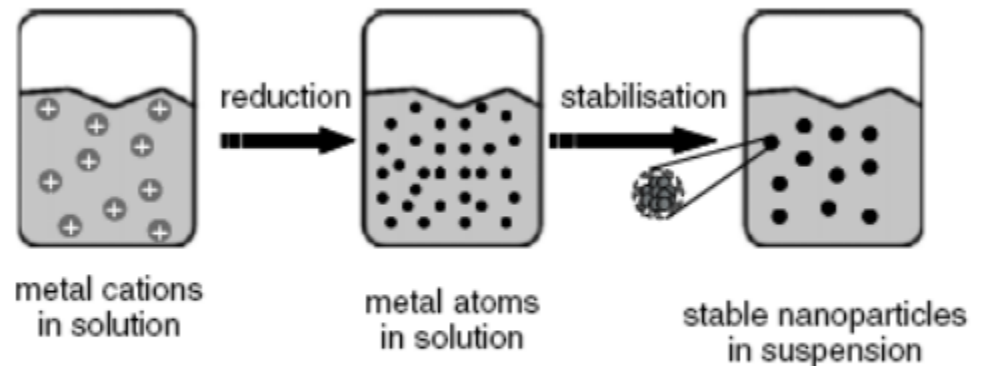
# Procesos de fabricación



-Reduction of metal cations.

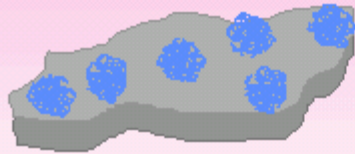
-Aqueous/non aqueous media.

- **Stabilizers.** As a result of the unstable nature of NPs stabilizers are used to prevent aggregation.

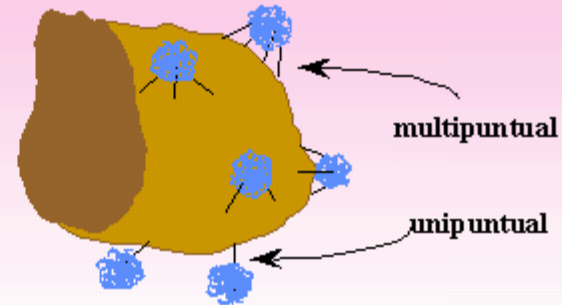


# 1. Unión a soportes

a. Adsorción

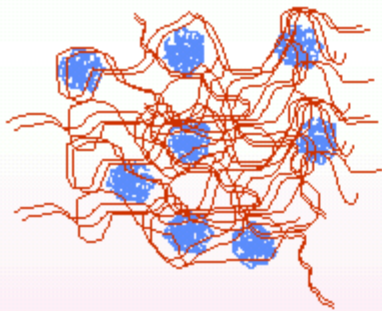


b. Unión covalente

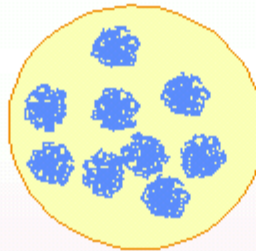


# 2. Atrapamiento

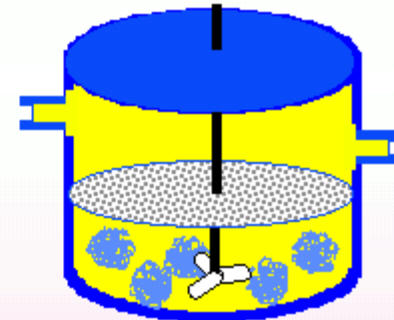
a. En gel



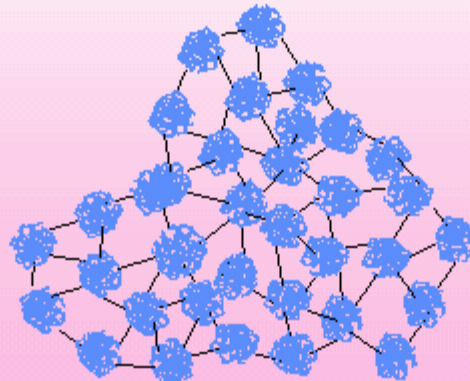
b. Encapsulación



c. Confinamiento en un reactor de membrana



# 3. Entrecruzamiento intermolecular

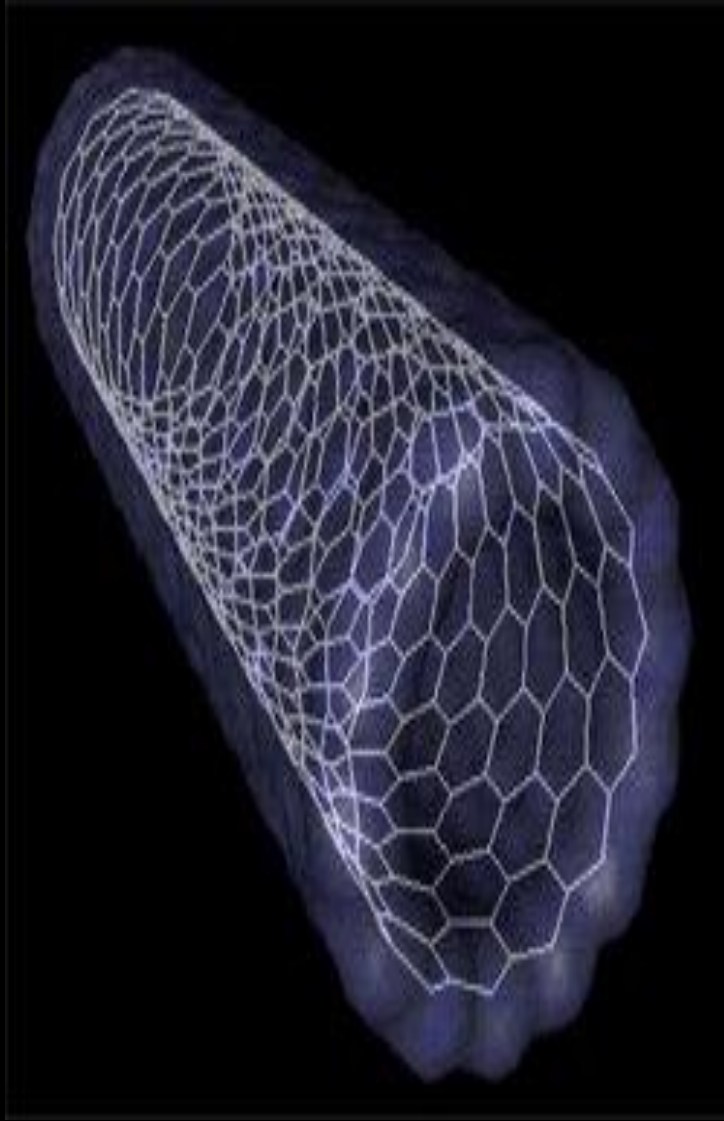


En medicina partículas nanométricas detectan enfermedades.

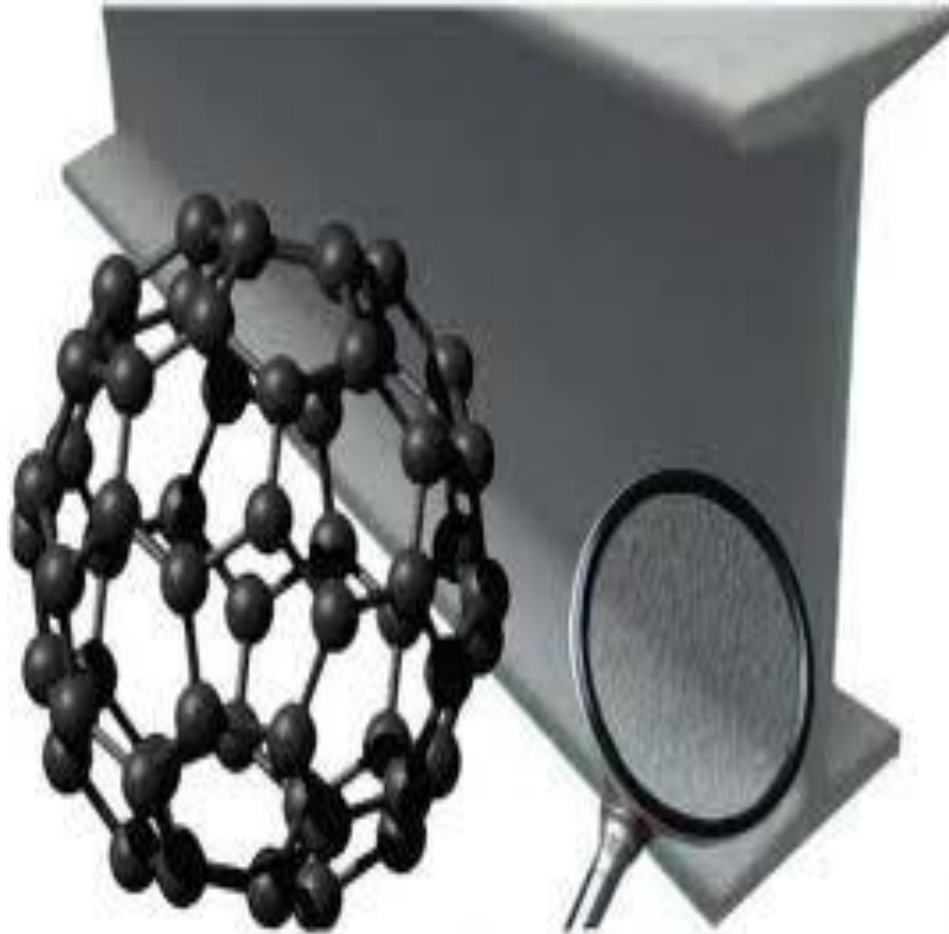
# Aplicaciones

- La pintura de los autos es más resistente al rayado.
- Las raquetas de tenis son más duras pero a la vez ligeras.
- Las pantallas de computadoras requieren menos energía y ofrecen mayor resolución.
- Los discos duros tienen más capacidad de almacenamiento.
- Las baterías duran más y hay una nueva generación de transistores.





- Los nanomateriales podrían reforzar el acero y el hormigón, evitar que la tierra se pegue a las ventanas, matar bacterias en las paredes de los hospitales, volver a algunos materiales resistentes al fuego, mejorar drásticamente la eficiencia de los paneles solares y de la iluminación interior, e incluso permitir que los puentes y edificios “sientan” las grietas, la corrosión y el estrés que con el tiempo conducirán a fallos estructurales.



- **Empresas desarrollan nanomateriales para mejorar construcción y habitat**

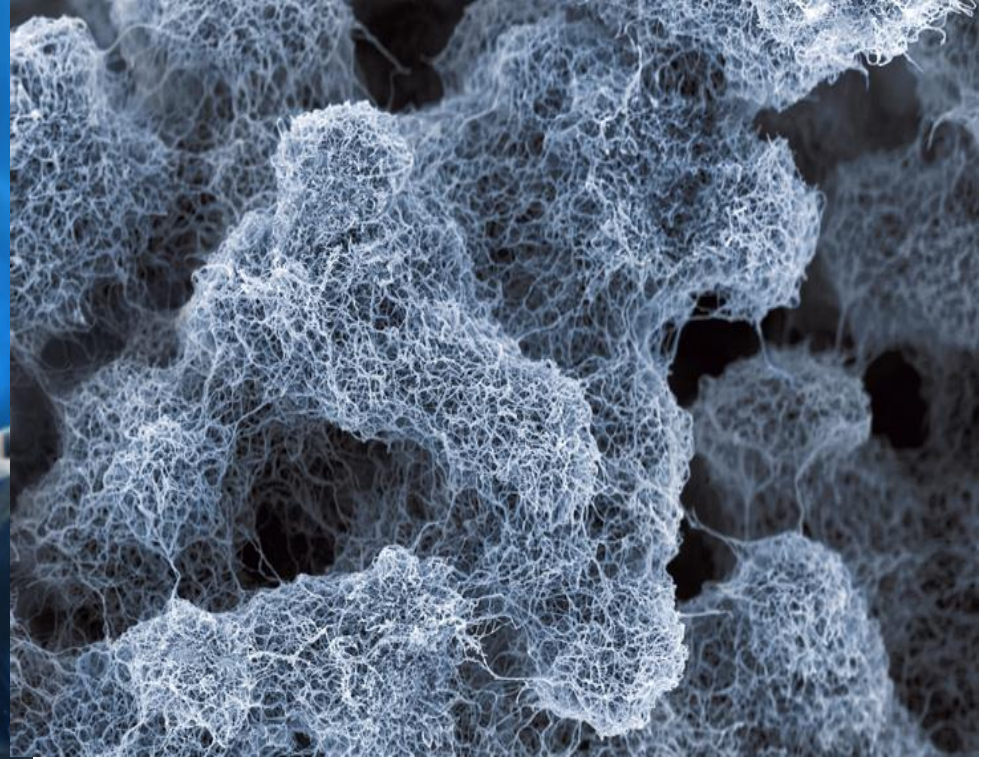
Un consorcio integrado por ocho empresas del sector de la construcción, la madera, la cerámica y polímeros han desarrollado nuevos nanomateriales que mejoran la edificación y el hábitat, maderas repelentes a la humedad y suelos antiestáticos



- El reto actual es conseguir fármacos "inteligentes" intentando que se liberen "en el momento y zona precisa del cuerpo y actúen únicamente en las células tumorales"
- Confinar nanopartículas magnéticas junto con el fármaco de manera que vayan directamente a la diana de un tumor. La quimioterapia, es un tratamiento muy agresivo para el cuerpo; conseguir que ese fármaco solo actúe de forma específica y local donde está el tumor, evitaría el daño a todo el organismo

# Nanomateriales para un microchip que detecte el cáncer en menos de una hora

- En medicina toda reducción del tiempo es poca, y más cuando se habla de diagnóstico oncológico. Un equipo de la Universidad de Toronto está trabajando en un microchip que emplea nanomateriales para diagnosticar el cáncer en menos de una hora. Otra de las aplicaciones del dispositivo es la detección de enfermedades infecciosas.

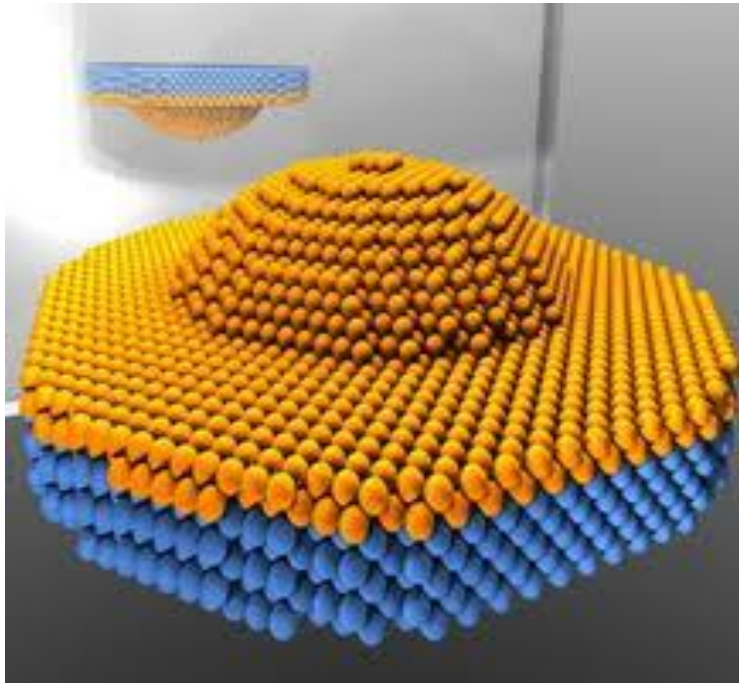


- Los nanocubos de la imagen sirven para almacenar hidrógeno y están pensados para aplicar en mini-pilas de combustión (Foto: BASF)

- La empresa química BASF trabaja en una nueva generación de gomaespuma. La distancia entre las nanopartículas puede ser tan pequeña que a penas pase una molécula de gas. Esto puede convertirlo en un aislante muy bueno (Foto: BASF)

# Los cinco nanomateriales que pueden cambiar el mundo

## 1. Puntos cuánticos: el sol en la Tierra

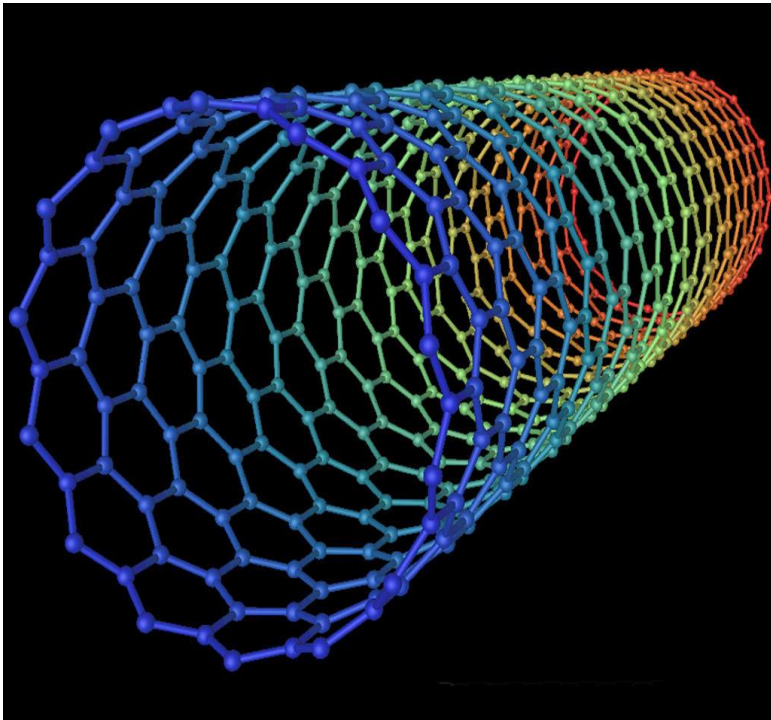


- Se trata de un nanomaterial cerodimensional con forma esférica. Se descubrieron a finales de los 80, pero están cobrando importancia en la actualidad porque se han encontrado formas sencillas para su fabricación, mediante procesos de disolución. Una de sus principales propiedades es que es capaz de absorber todos los colores del espectro electromagnético de la luz solar. El astro suma los siete colores del arcoiris, además de proyectar haces infrarrojos e ultravioleta.

- En ese sentido, se esperan importantes aplicaciones en el campo de la iluminación, en distintos nuevos tipos de focos y bombillas.
- No obstante, su aplicación estrella es la fabricación de células solares mucho más eficientes y baratas, teniendo en cuenta que con las actuales, de silicio, solamente se absorbe uno de los componentes del espectro solar, desperdiciando el resto.
- De momento, aún se está trabajando en esa dirección en los laboratorios y no se ha desarrollado una producción comercial de este tipo de células.

# Los cinco nanomateriales que pueden cambiar el mundo

- **2. Nanotubos de carbono: el futuro de la construcción**



- Es cien veces más fuerte que el acero y entre seis y diez veces más ligero. Además, es elástico. Por eso se utiliza ya en la fabricación de determinados productos de uso cotidiano, por ejemplo artículos deportivos como pueden ser bicicletas o raquetas. No es necesario que el artículo esté íntegramente fabricado a base de nanotubos de carbono, sino que basta con añadir una serie de trazas para que el producto resultante sea más ligero y resistente.

# Los cinco nanomateriales que pueden cambiar el mundo

## 3. Grafeno: la esperanza de la electrónica

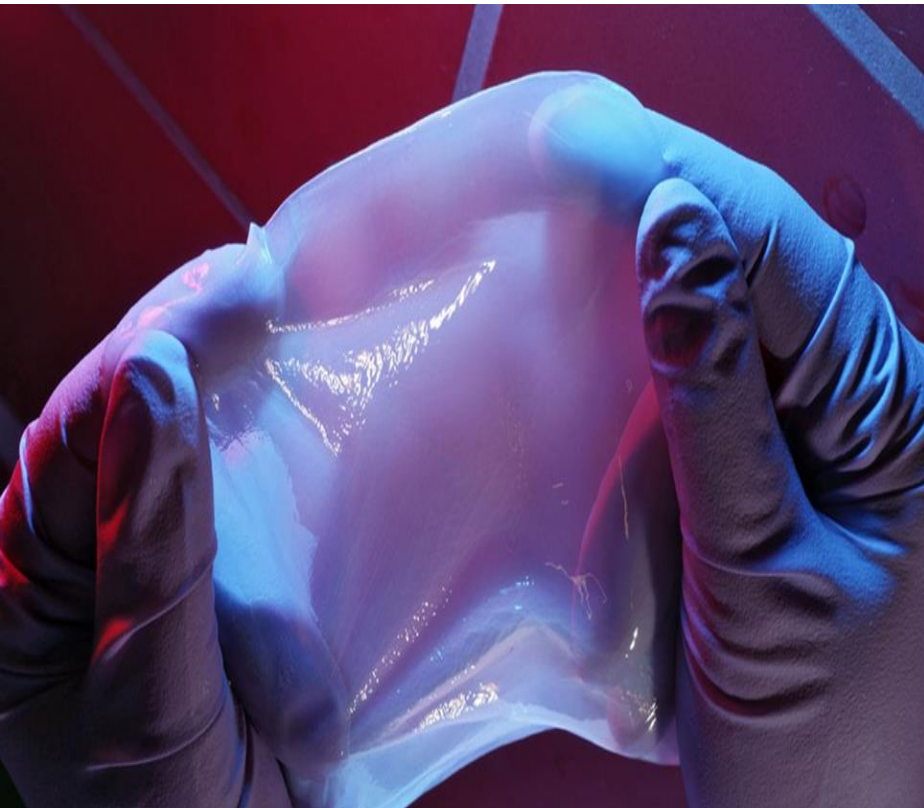


El material de moda por excelencia, es de tipo bidimensional. En esencia, es como una lámina de papel, transparente y con el espesor de una única capa atómica, por eso se trata de un material ultraligero.

Lo que se espera del grafeno desde su descubrimiento es el aprovechamiento de sus propiedades en el campo de la electrónica, donde está llamado a cambiar las reglas de la computación, permitiendo la construcción de ordenadores más rápidos.

# Los cinco nanomateriales que pueden cambiar el mundo

## 4. Nanocelulosa: la alternativa ecológica

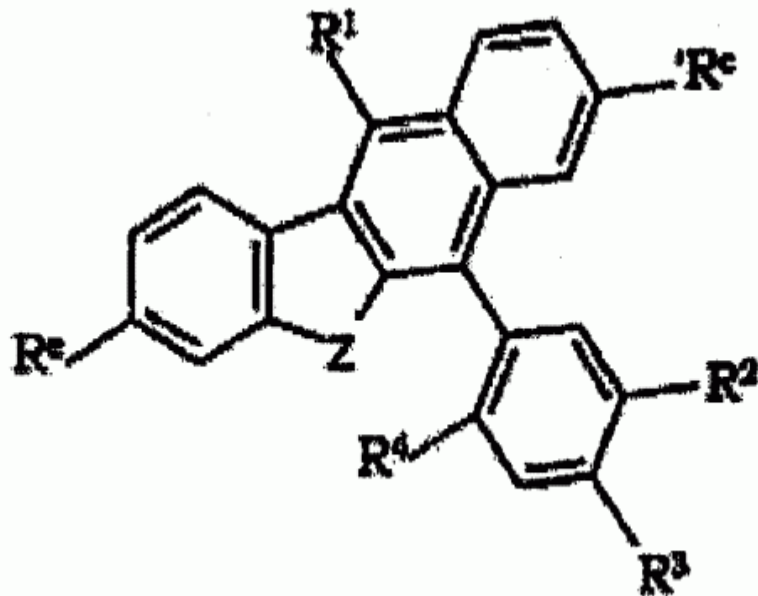


- Es una de las opciones más exóticas y originales entre los nuevos materiales, sobre todo porque su origen está en la madera. Es resistente y, además, igual que el grafeno, posee muchas propiedades electrónicas. Se obtiene a partir de la compresión de fibras vegetales o a través de cultivos naturales donde distintos tipos de bacterias lo producen de forma autónoma, aunque hasta ahora con altos costos y dificultades para generar grandes cantidades de nanocelulosa.

# Los cinco nanomateriales que pueden cambiar el mundo

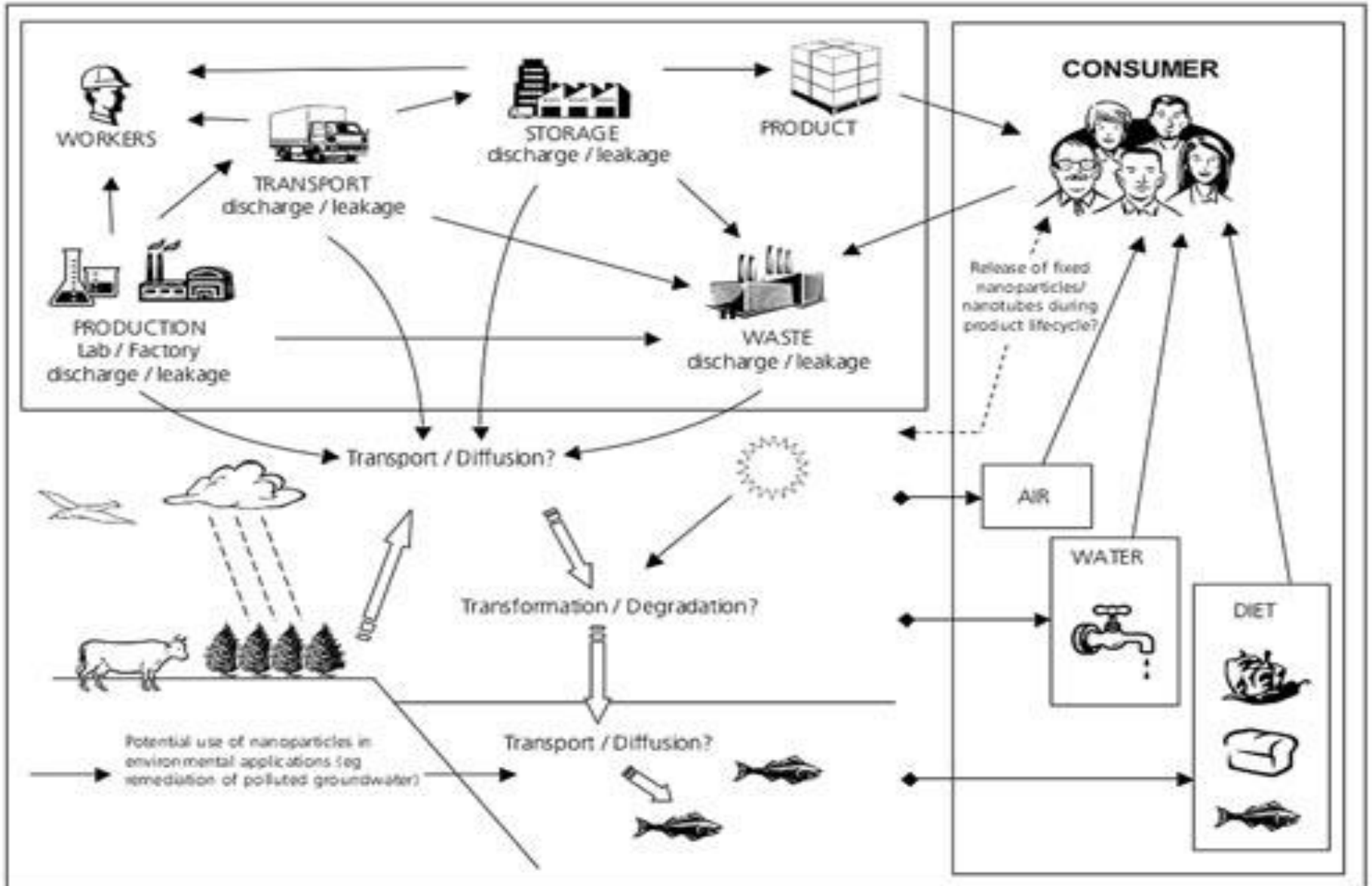
## 5. Fluoreno:

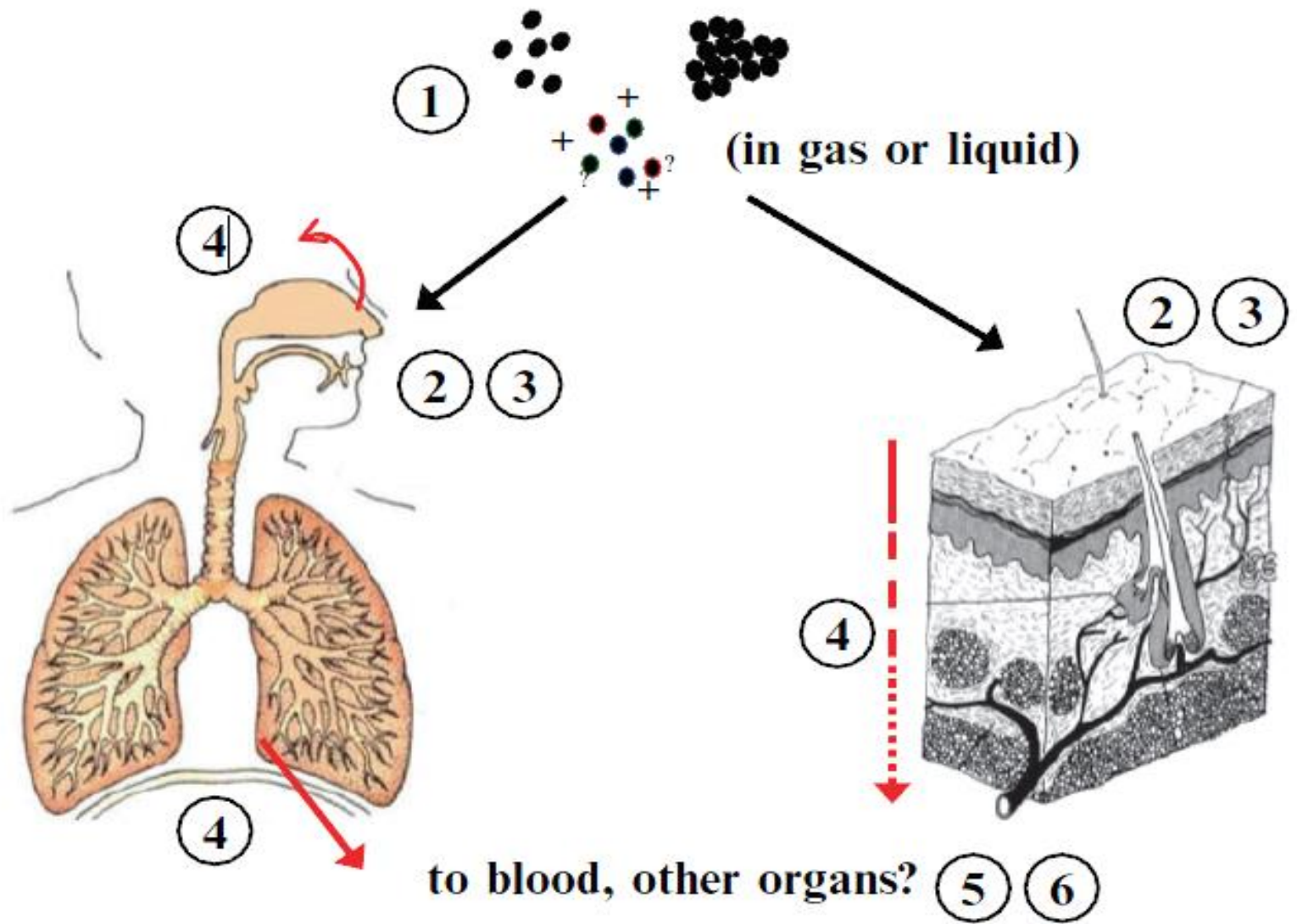
- Su aplicación más relevante, hoy por hoy, es su utilización en el campo de las células solares. El fluoreno ha permitido crear plásticos conductores de electricidad, hito que ha permitido la creación de células solares orgánicas, a base de carbono, y también flexibles. A día de hoy, muchos investigadores siguen trabajando con el fluoreno a nivel de ciencia básica.



Sector de actividad	Ejemplos de aplicaciones actuales
Automoción y aeronáutica	Materiales reforzados más ligeros; pinturas más brillantes, con efectos de color, resistentes a arañazos, anticorrosiones y anti-incrustantes; aditivos para diesel que permiten una mejor combustión; neumáticos más duraderos y reciclables.
Electrónica comunicación	Memorias de alta densidad y procesadores miniaturizados, células solares, tecnología inalámbrica, pantallas planas.
Química y materiales	Pinturas anticorrosión e ignifugas, catalizadores, textiles con recubrimientos antibacterianos y ultrarresistentes, materiales más ligeros y resistentes.
Farmacia, biomedicina y biotecnología	Medicamentos a medida liberados en órganos específicos, kits de autodiagnóstico, biosensores, prótesis, implantes.
Cosmética	Cremas solares transparentes, nanoesferas con antioxidantes.
Salud	Dispositivos de diagnósticos y detección miniaturizados, destrucción de tumores por calor, terapia génica, microcirugía y medicina reparadora, nanoimplantes y prótesis, membranas para diálisis.
Energía	Generación de energía fotovoltaica, nuevos tipos de baterías, ventanas inteligentes, materiales aislantes más eficaces.
Medio ambiente y ecología	Disminución de las emisiones de CO <sub>2</sub> , producción de agua ultrapura a partir de agua de mar, pesticidas y fertilizantes más eficaces y menos dañinos; sensores para la limpieza del medio ambiente.
Defensa	Sistemas de vigilancia miniaturizados, sistemas de orientación más precisos.
Alimentación	Envases con propiedades antimicrobianas, detección de contaminantes patógenos, envases interactivos con sensores, etc. Liberación de forma controlada de nuevos aromas a sabores mediante nanocápsulas, conservantes más eficaces, potenciadores de sabor, etc.

# Exposición a nanomateriales





# Nanomateriales listos para causar impacto en la construcción

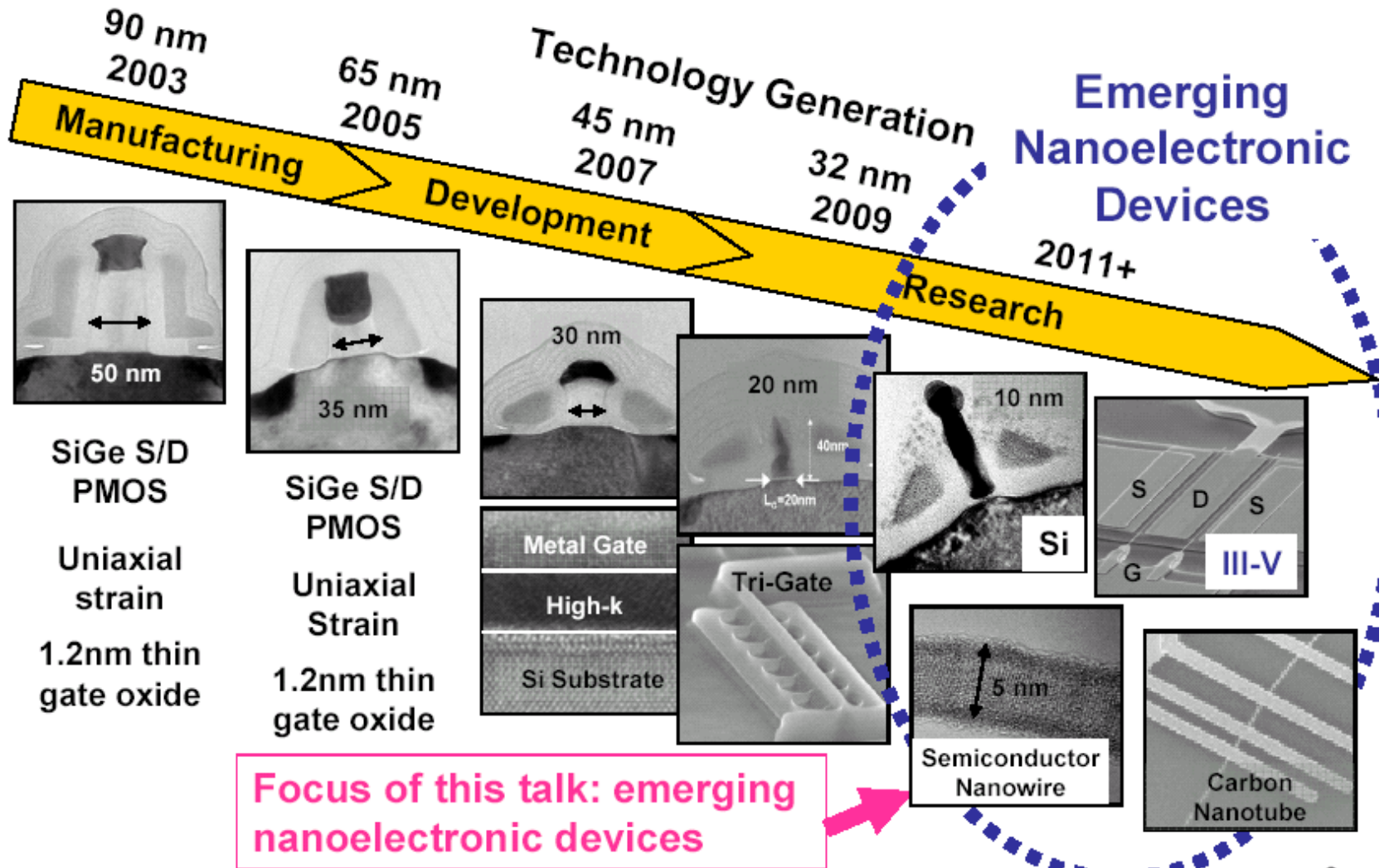
## MOVILIDAD

**Los nanomateriales están listos para su uso generalizado en la industria de la construcción, donde pueden ofrecer ventajas significativas para muchas aplicaciones**

**Pero su uso generalizado como materiales de construcción trae aparejados riesgos potenciales para el medio ambiente y la salud en el momento de ser desechados**



# Nanotecnología en los Transistores



Fuente: Intel

*Note: Future options subject to change*

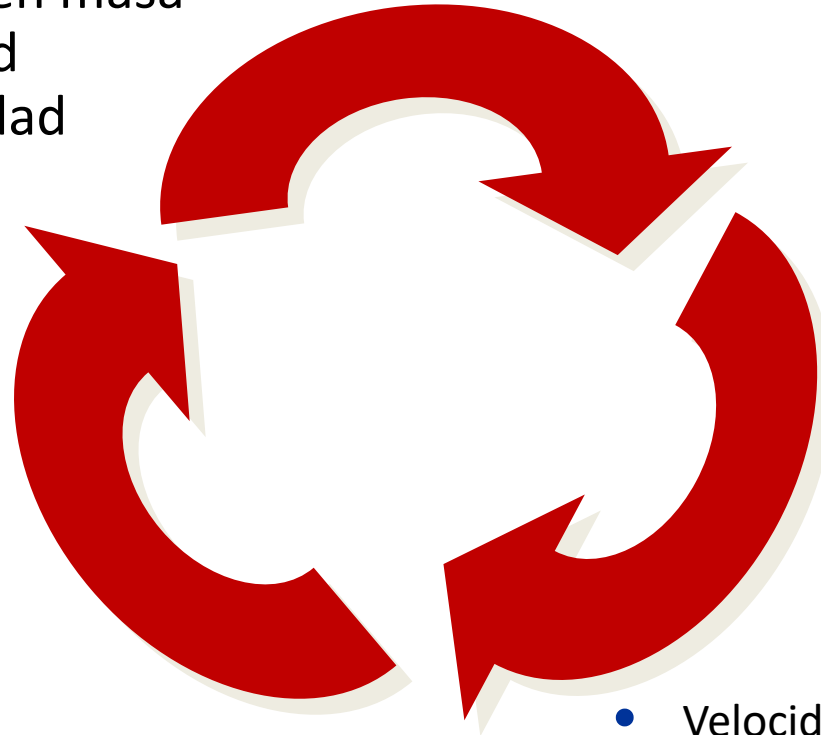
# Retos de la nanoelectrónica

- Producción en masa
- Confiabilidad
- Compatibilidad

COSTO

CONSUMO DE  
ENERGÍA

DESEMPEÑO

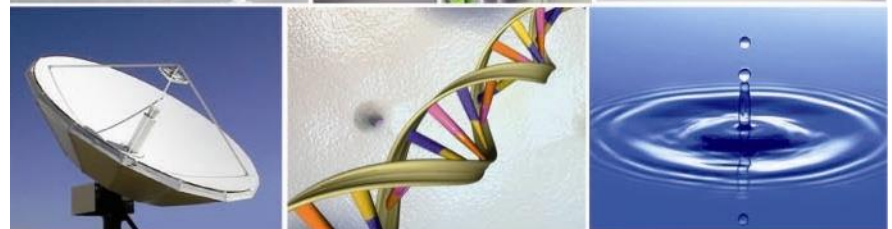


- Menor potencia
- Menor densidad de potencia
- Reducción de voltaje de alimentación

- Velocidad, mayor movilidad
- Pendiente de subumbral baja
- Menor fuga de compuerta
- No electromigración
- Dispositivos complementarios

# Institucional Research Areas

Agriculture  
Biotechnology  
Electronic



Biomedicine  
New Materials  
Environment

# Proyectos ITCR

- Determination in vitro antimicrobial effect of silver nanoparticles, copper and carbon nanotubes in phytopathogenic isolates growing gerberas (*Gerbera jamesonii*) in the area of Llano Grande de Cartago.
- Environmental Applications of Nanotechnology: Development of a sensor for detection of chemical contaminants in surface water of rural water supply and a methodology for treating water using carbon nanotubes.
- ETIPRES

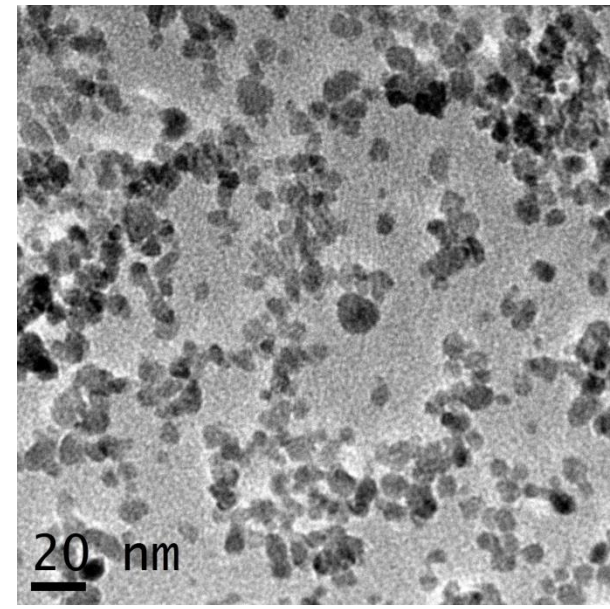
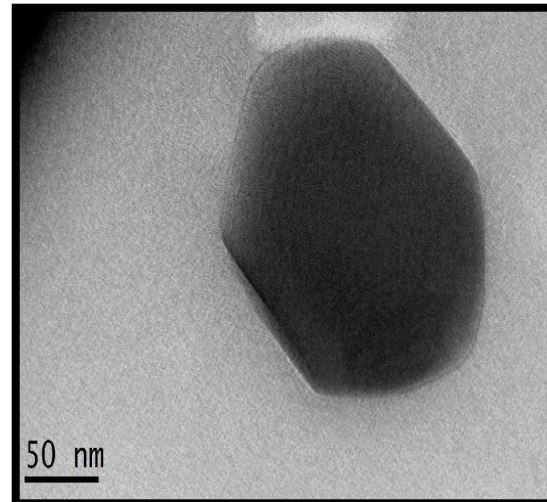
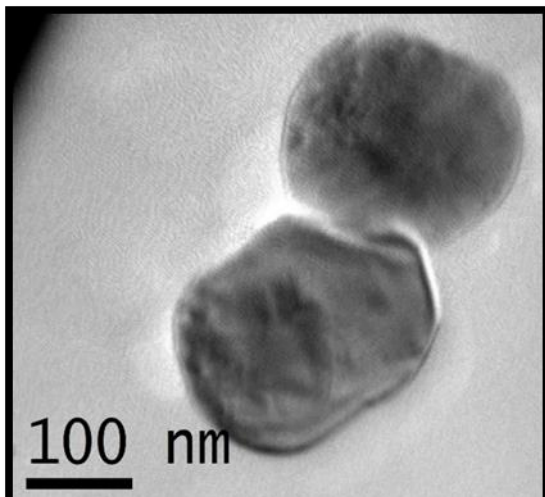
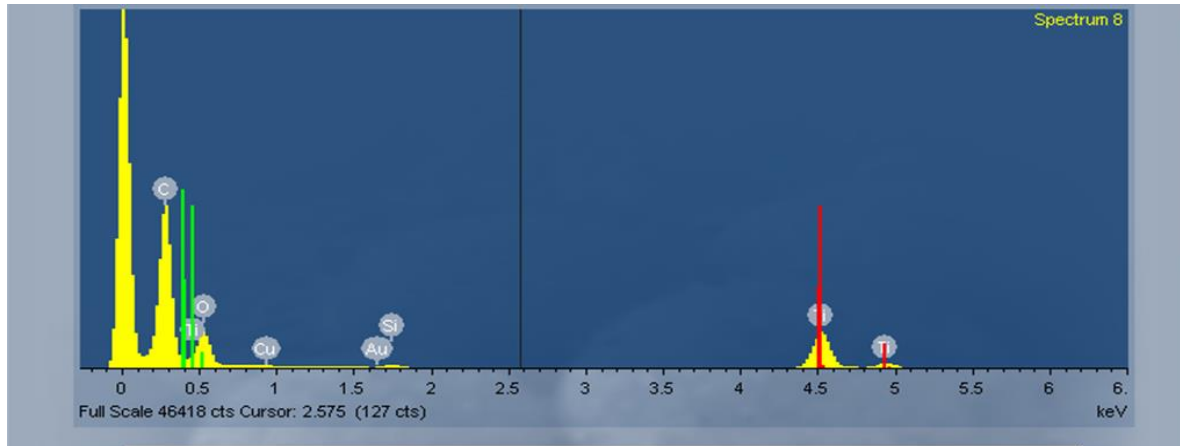
# Proyectos ITCR

- Applications of nanotechnology in strengthening commercial woods of Costa Rica.

# Proyectos ITCR

- Identificación de muestras de pinturas en ciencias forenses utilizando espectroscopia RAMAN.
- Uso de electrodos modificados en el análisis electroquímico de pesticidas, coordinador.
- Aplicaciones de nanopartículas magnéticas en un prototipo de laboratorio para la remoción de arsénico en agua de consumo humano proveniente de acueductos de la zona norte.

# Nanopartículas magnéticas de hierro para biorremediar arsénico en agua.





**GRACIAS**