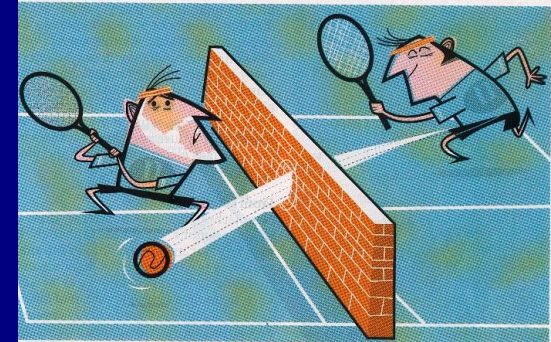


Nanociencia: conceptos y aplicaciones

Angel Rubio



*ETSF and NanoBio Spectroscopy Group,
Dpto. Física de Materiales, Universidad del País Vasco,
Centro Mixto CSIC-UPV/EHU and DIPC
Edificio Korta, San Sebastián, Spain*

<http://nano-bio.ehu.es> E-mail: angel.rubio@ehu.es

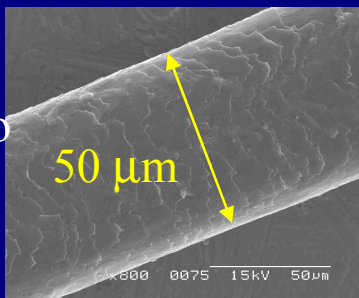


El nanomundo

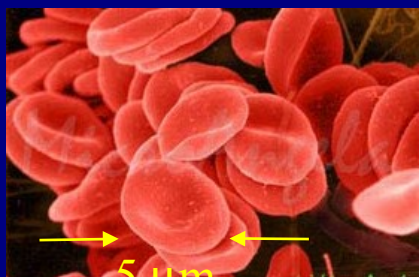


25 mm

Cabello humano



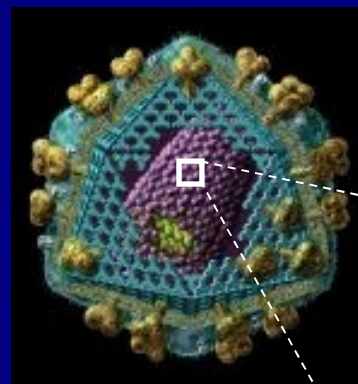
50 μ m



5 μ m

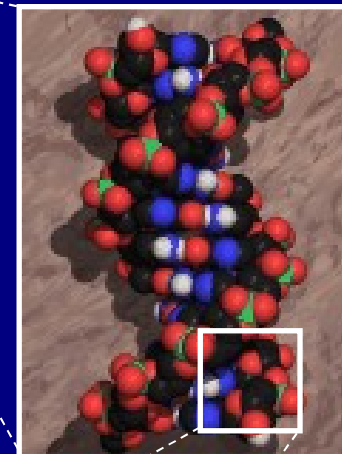
Glóbulos rojos

Virus SIDA

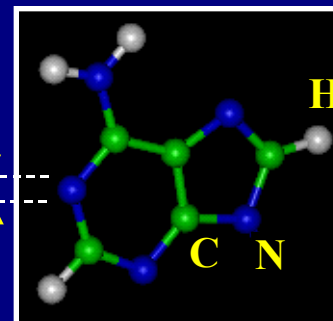


100 nm

ADN
2 nm

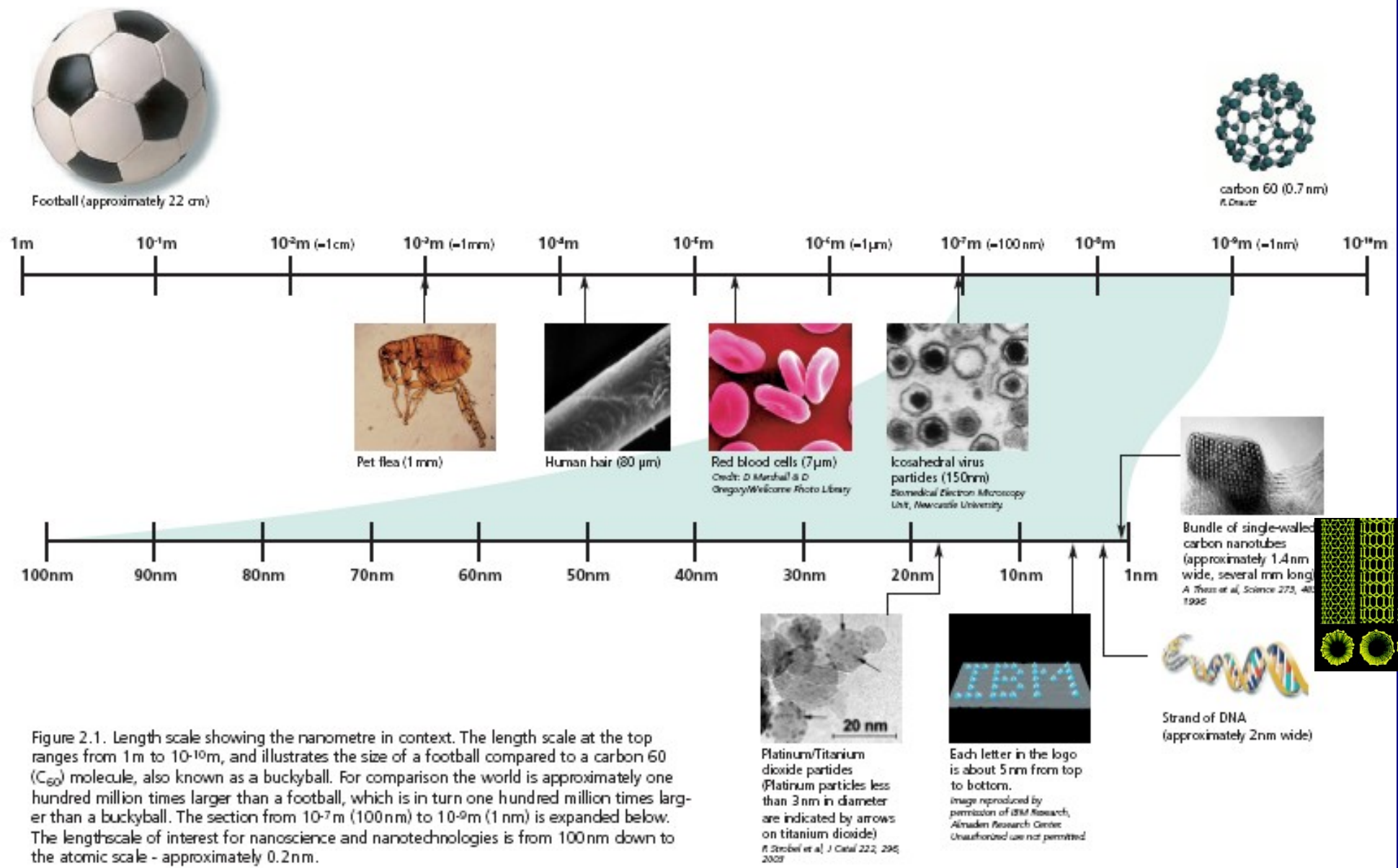


Adenina



0,1 nm

NANO/BIO-CIENCIA



The scale of things – nanometers and more

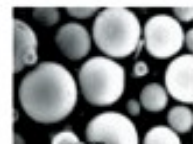
things natural



Dust mite
200 μm



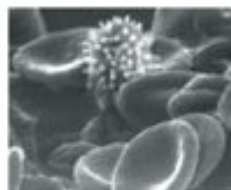
Ant
-5 mm



Fly ash
-10-20 μm



Human hair
-60-120 μm wide



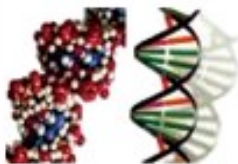
Red blood cells
with white cell
-2-5 μm



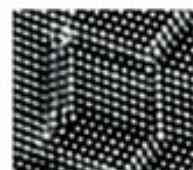
-10 nm diameter



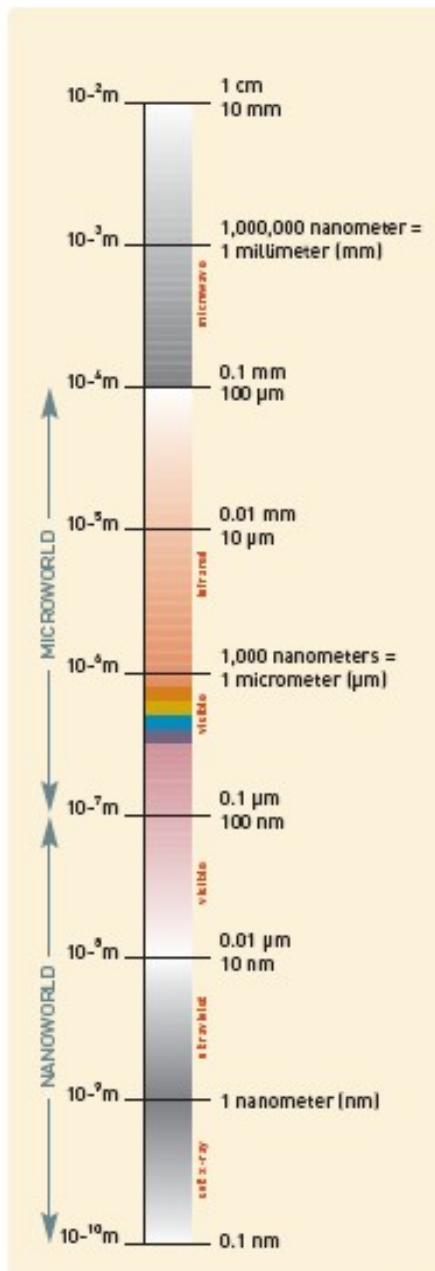
ATP synthase



DNA
-2-12 nm diameter



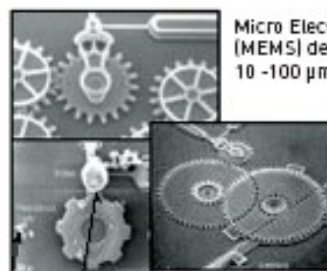
Atoms of silicon
spacing -tenths of nm



things man made

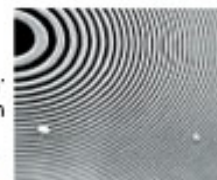


Head of a pin
1-2 mm

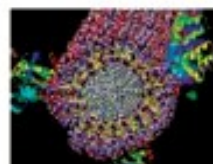


Micro Electro Mechanical (MEMS) devices
10 -100 μm wide

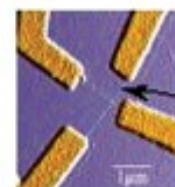
Pollen grain
Red blood cells



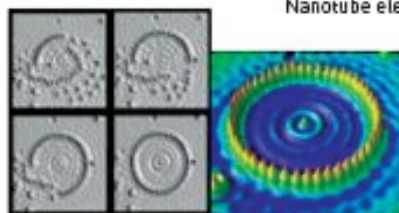
Zone plate x-ray 'Lens'
outer ring spaces -35 nm



Self-assembled,
nature-inspired structure
many 10s of nm

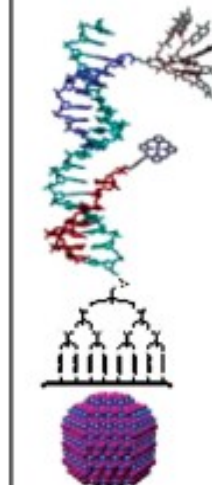


Nanotube electrode



Quantum corral of 48 iron atoms on copper
surface positioned one at a time with an STM
tip Corral diameter 14 nm

THE CHALLENGE



Fabricate and combine
nanoscale building blocks
to make useful devices,
e.g., a photosynthetic
reaction center with inte-
gral semiconductor storage



eman ta zabal 2008



Imagen clásica



En la física clásica, el electrón es repelido por el campo eléctrico siempre que la energía del electrón es inferior al nivel de energía del campo.

Imagen cuántica



En la física cuántica, la función de onda del electrón se encuentra con el campo eléctrico, y se extiende más allá de la barrera impuesta por el campo eléctrico, de manera que existe una probabilidad finita de que el electrón atravesase la barrera.

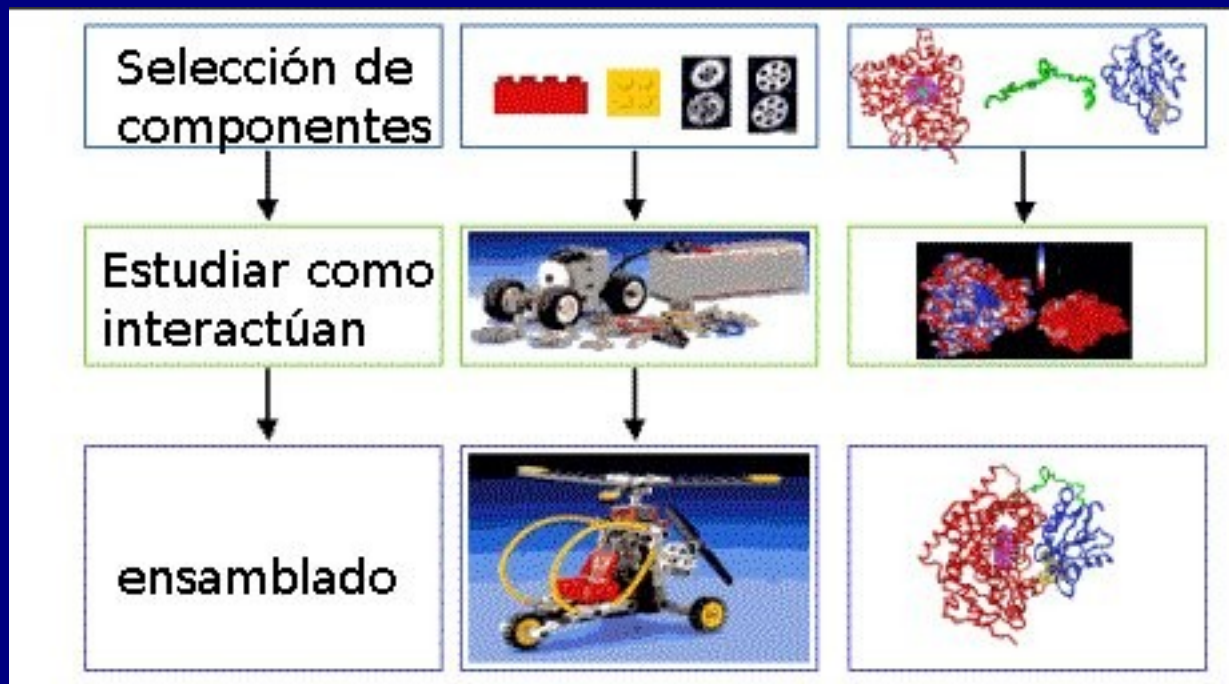


Nanociencia: conceptos y aplicaciones
Garrigues, 2008

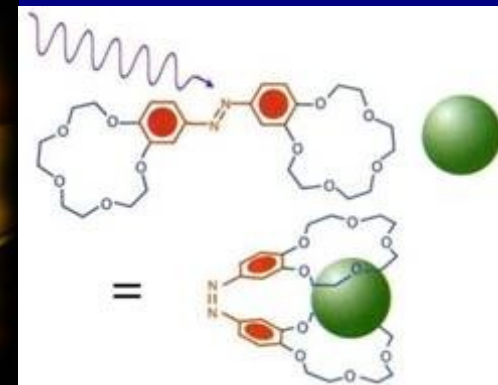
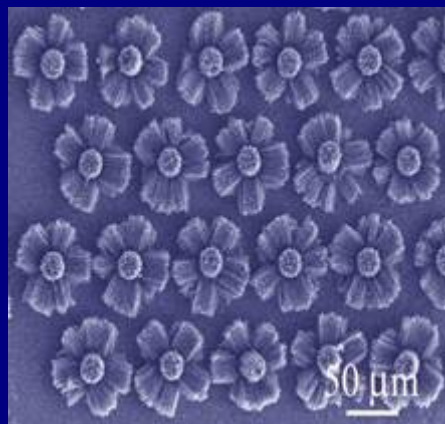
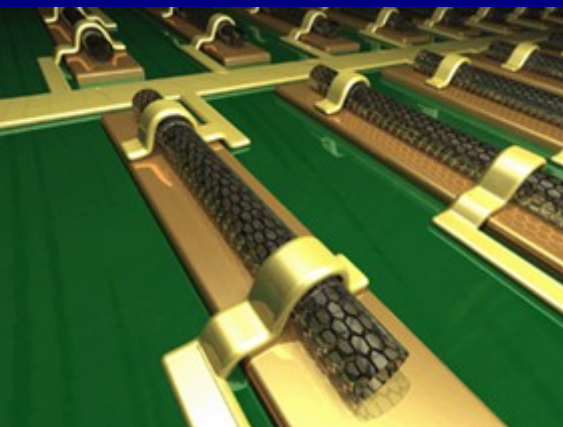
eman ta zabal 2020



Motivación: niños “lego con átomos y moléculas”



“there is plenty of room at the bottom” R. Feynman (1959) “Small is different” NANO/BIO-CIENCIA



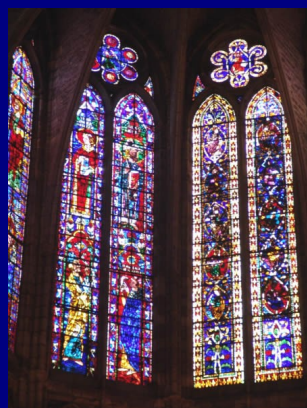
Breve historia de la Nanotecnología

P
r
e
n
a
n
o
t
e
c
n
o
l
o
g
í
a

Siglo IV dC Copa Lycurgus (antigua Roma)



Edad Media Vidrieras de las catedrales góticas

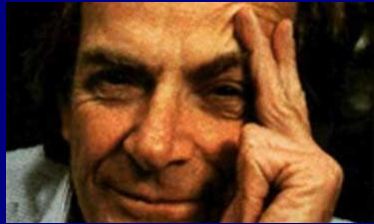


1920 Irving Langmuir y Katharine B. Blodgett introducen el concepto de monocapa,
Langmuir – Premio Nobel en Química



Breve historia de la Nanotecnología

1959 Richard Feynman (reunión de la American Physical Society en Caltech):



“There is plenty of room at the bottom”

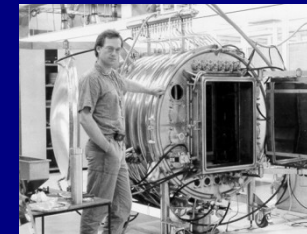
...en su discurso futurista habla sobre máquinas moleculares construidas con precisión atómica

1974 Norio Taniguchi publica ***On the Basic Concept of 'Nano-Technology'***

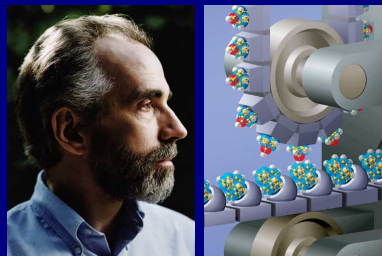
El término nanotecnología es definido por primera vez

Atomic layer deposition

Dr. Tuomo Suntola y sus colaboradores consiguen la deposición de capas monoatómicas



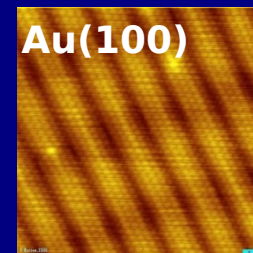
1977 Drexler crea el concepto de nanotecnología molecular en el MIT



Breve historia de la Nanotecnología

1981 Se publica el primer artículo técnico sobre ingeniería molecular

Se inventa el microscopio de efecto túnel STM
Heinrich Rorher y Gerd Binnig - P. Nobel en Física



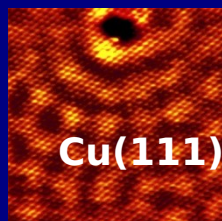
1985



Se descubre la Buckyball: los Fulerenos entran en escena

1986

Se inventa el microscopio de fuerza atómica AFM

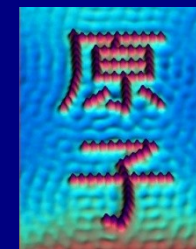
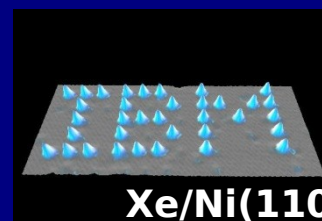


*Charge density waves
"vistas" con
AFM*

1989

La manipulación atómica es una realidad:

El logo de IBM escrito con átomos



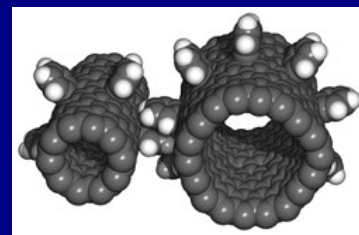
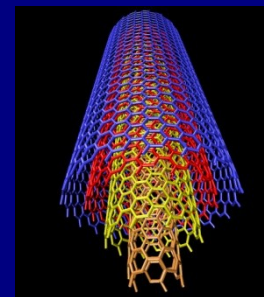
Breve historia de la Nanotecnología

1991 El Ministerio japonés de Economía, Comercio e Industria MITI anuncia *la bottom-up "atom factory"*

IBM aprueba el plan hacia el bottom-up

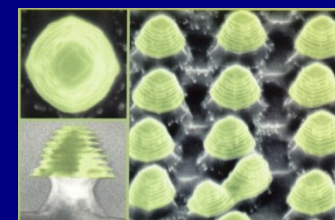
El MITI aprueba \$200 million en el proyecto *bottom-up*

Se descubren los nanotubos de Carbono



1993 Primer informe sobre nanotecnología realizado por la casa Blanca

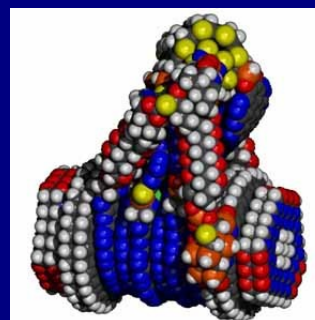
El libro "Engines of Creation" enviado a la administracion Rice, estimula la creación del primer centro de nanotecnología



MBE: Si etching of multilayer GeSi/Si islands.

1997 Se funda la primera compañía en nanotecnología: Zyvex

Diseño del primer nanorobot



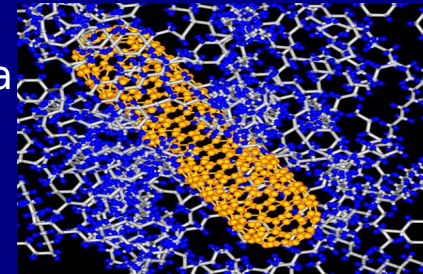
Breve historia de la Nanotecnología

2000 El presidente Clinton anuncia la *U.S. National Nanotechnology Initiative*
Primera inversión estatal en investigación: \$100 million in California

2001 Primer informe sobre la industria nanotecnológica

2004 Llamamiento de las Academias Americanas a la investigación experimental dirigida a la fabricación molecular

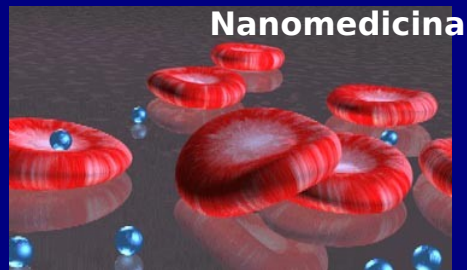
2008-... Un futuro abierto:



NASA: simulación por ordenador
compuesto polímero-nanotubo de carbono



Nanorobótica



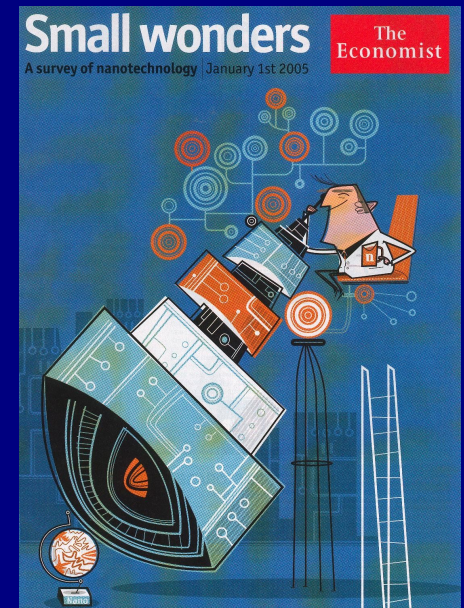
Nanomedicina



Objetivos en Nanociencia

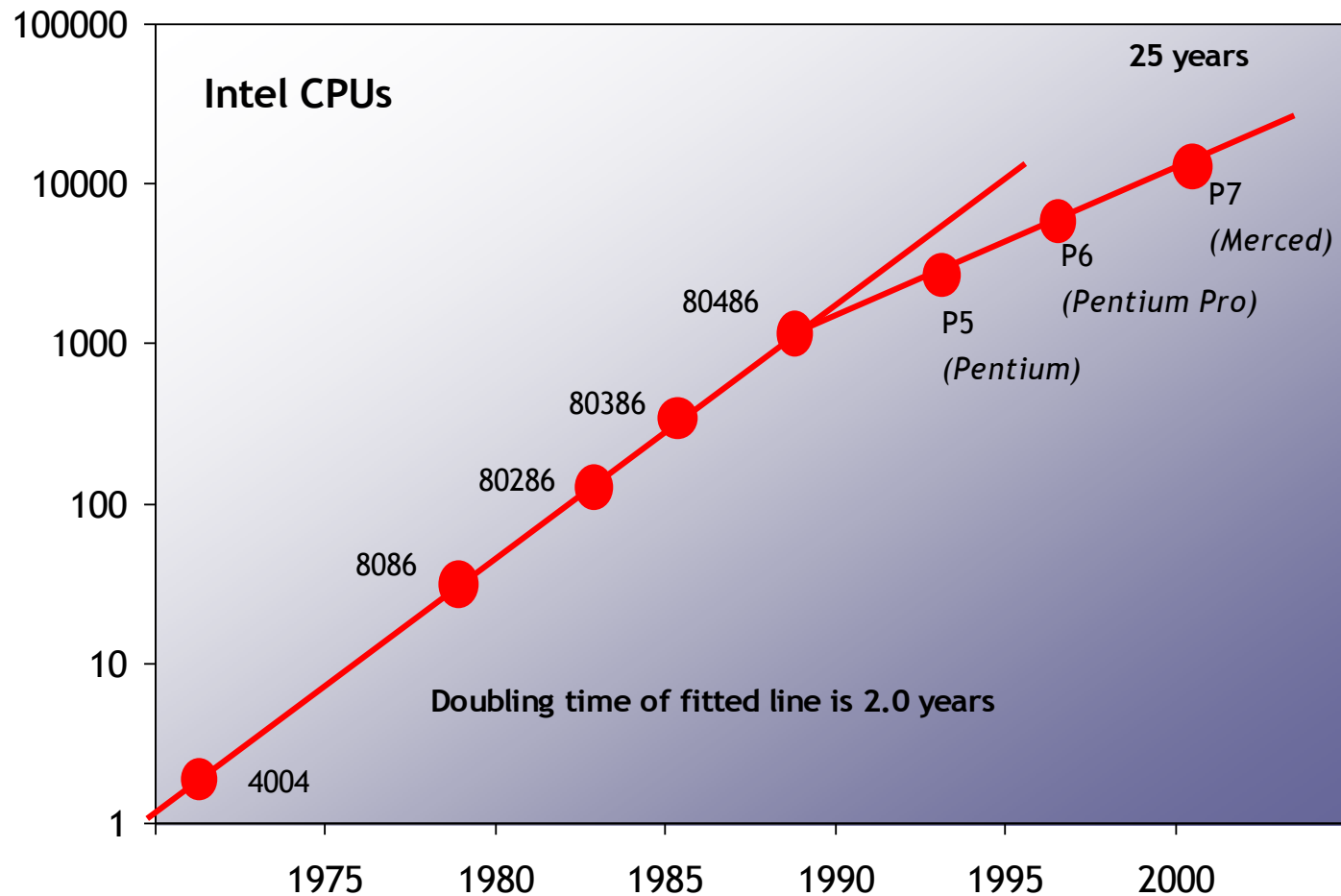
¿Dónde estamos y a dónde vamos?

- *Materiales de alta dureza y resistencia*
- *Nuevos materiales para MEMS y sensores*
- *Materiales inteligentes con sensores y actuadores mecánicos*
- *Disipación térmica*
- *Nuevas energías*
- *Dispositivos nanoelectrónicos, ópticos y magnéticos*
- *Biomateriales*



LEY DE MOORE

“El número de transistores en un circuito integrado se dobla cada dos años”

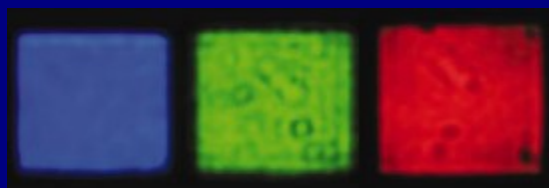


Towards atomic scale technologies: bottom-up approach

- Molecular electronics; Moore's law-----beyond Moore

- quantum information; communication

- photonic materials



(holes)

- Composite materials, Metamaterials

- Alternative energies (photovoltaic, fuel cells, etc...)

self-assembly supramolecular chemistry

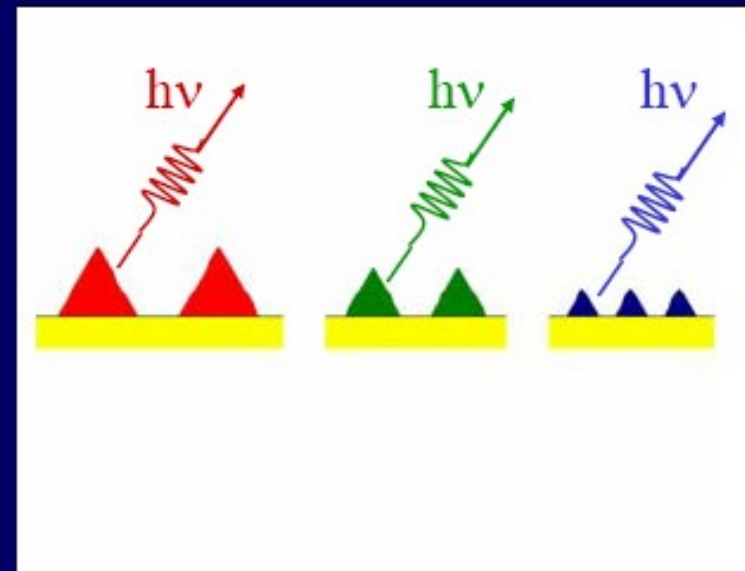
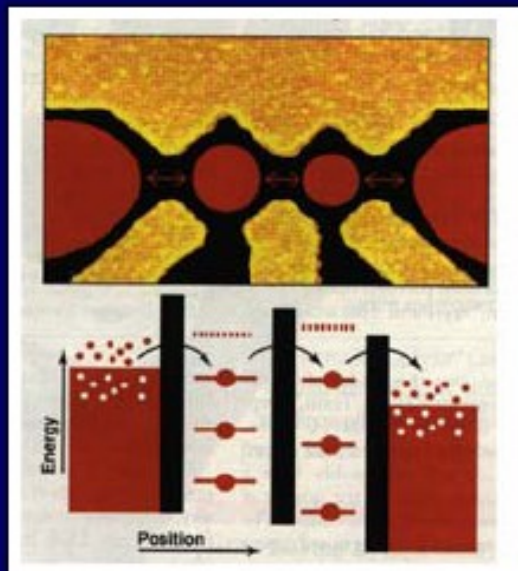


Self-Assembly of Nano-Scale Structures at Semiconductor Surfaces

Motivation:

Single-electron transistor

LEDs and
laser diodes



And many more



H₂-Storage

H₂: Ecological fuel for fuel cells

Necessary for a distance of 400 km:

- 24 kg Petrol
- 8 kg H₂ Combustion Engine
- 4 kg H₂ Fuelcell



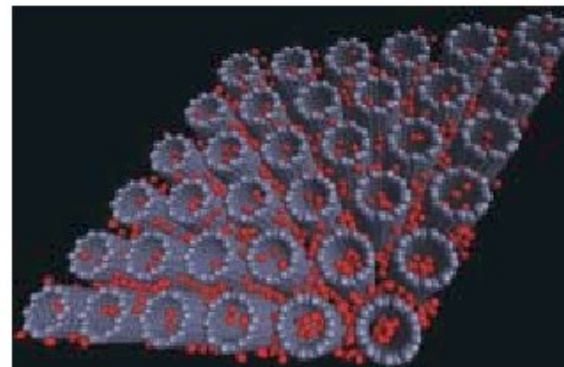
Necessary for 4 kg H₂:

45 m³-Tank

at Roomtemperature or Storagein Metallhydrides Cooling Pressure



Possible Solution?

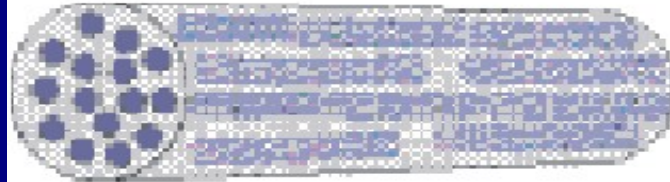


H₂ Storage in Carbon nanotubes

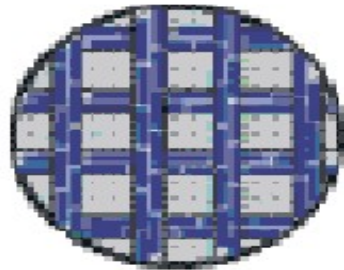


Composites

Optimizing of electrical and mechanical properties for different applications



Elastic Fiber



Light weight
Constructions



2D-Network



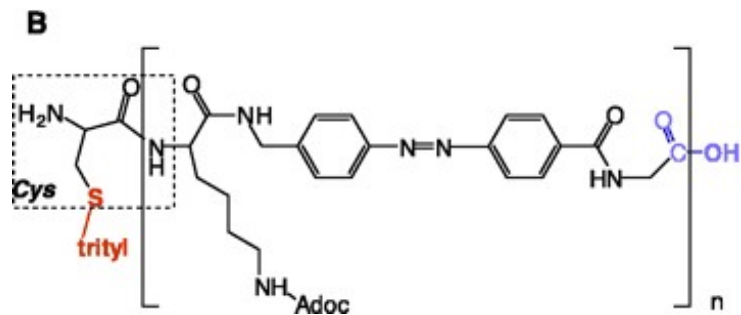
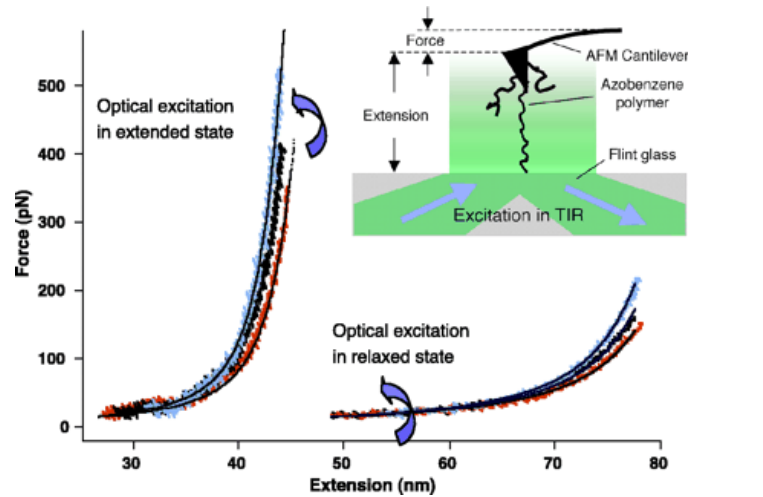
Electromagnetic
Shielding

Nanociencia: conceptos y aplicaciones

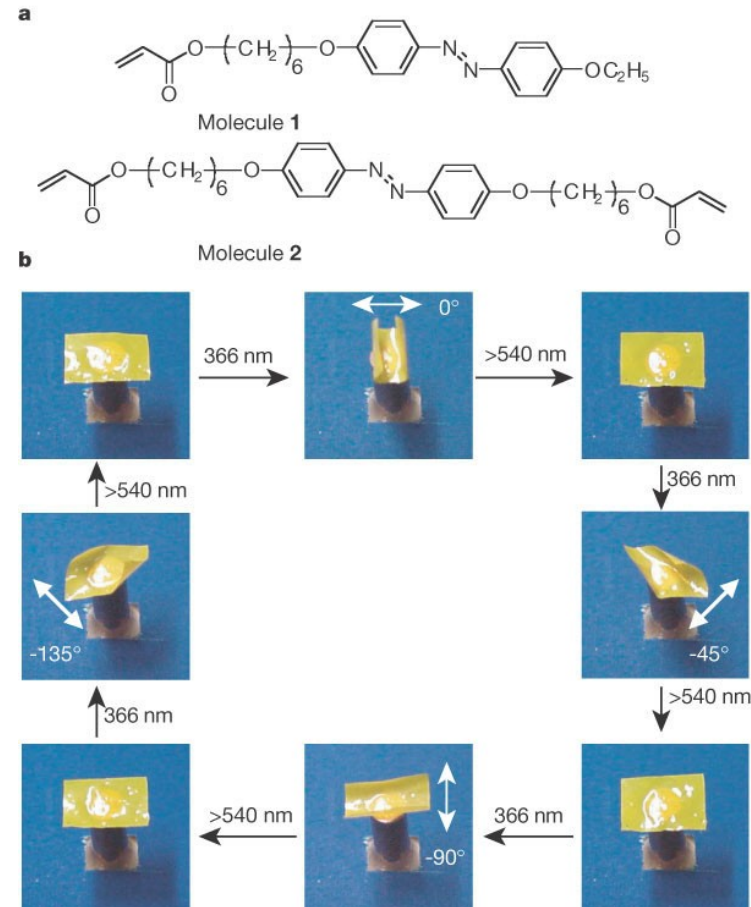
Garrigues, 2008



Single-Molecule Optomechanical Cycle



T. Hugel et al, *Science*, 296, 1103 (2002)

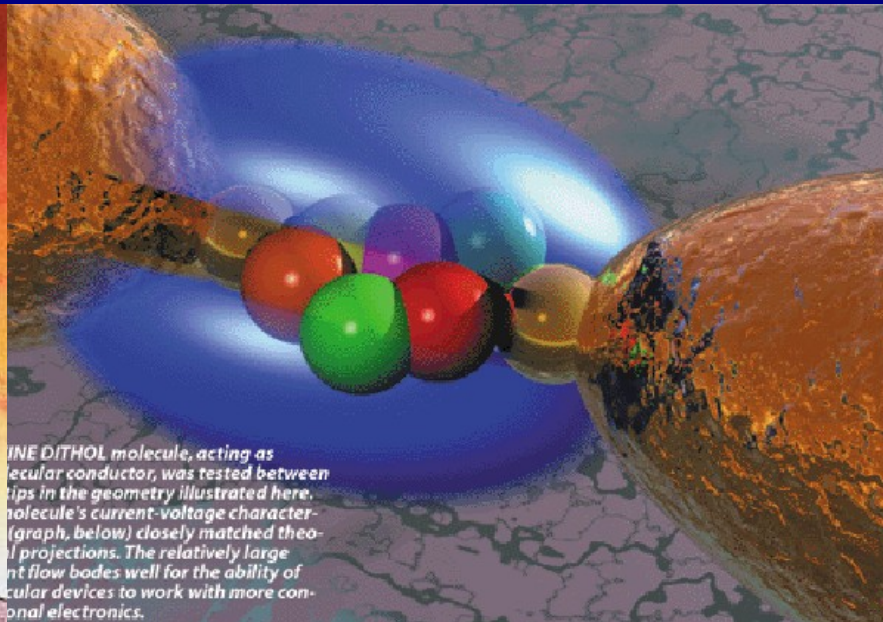


Y. Yu et al, *Nature* 425, 145 (2003)

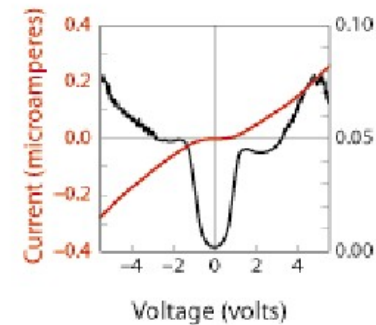


Computing with Molecules

Nanoelectronic Molecular



PNE DITHOL molecule, acting as a molecular conductor, was tested between tips in the geometry illustrated here. The molecule's current-voltage characteristics (graph, below) closely matched theoretical projections. The relatively large current flow bodes well for the ability of molecular devices to work with more conventional electronics.



Economist, May 2003

Mark Reed and Jim Tour, Scientific American, 2001



Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea



Nanociencia: conceptos y aplicaciones

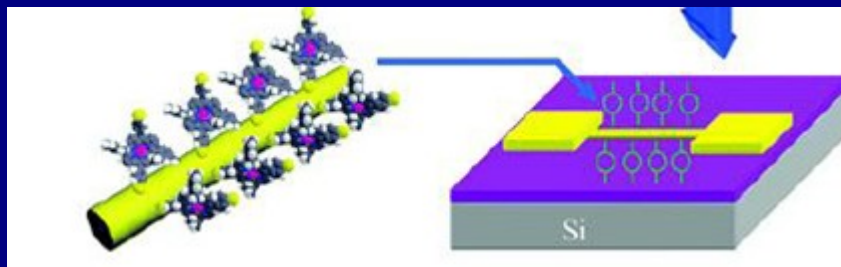
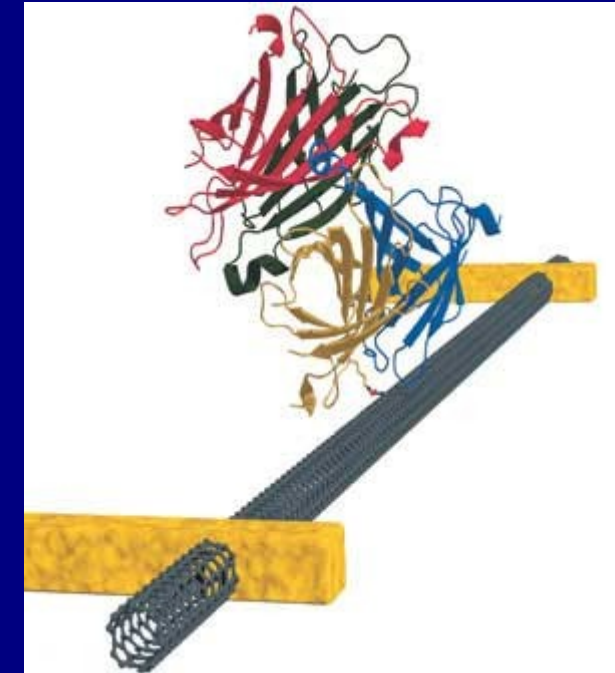
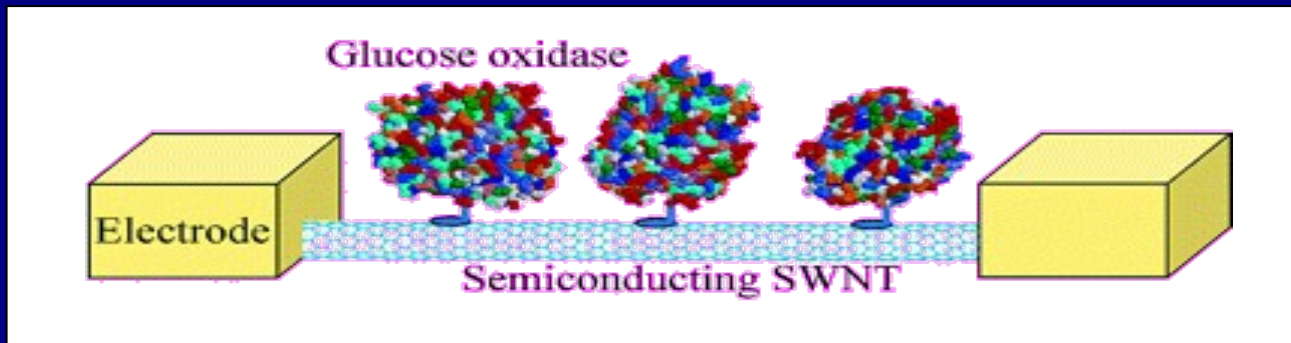
Garrigues, 2008



European Theoretical
Spectroscopy Facility

Combinar bio y nano: nuevos dispositivos

Sensores: químicos y biológicos

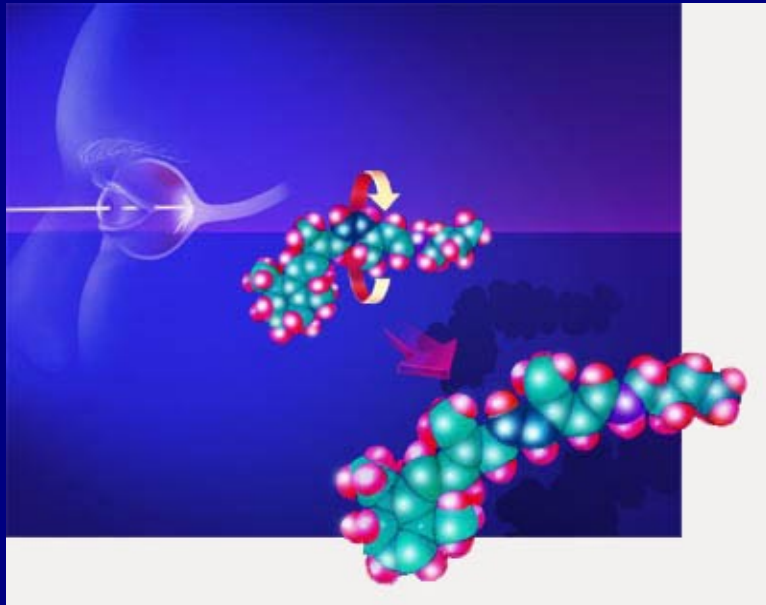


Células fotovoltaicas
y dispositivos de
memoria

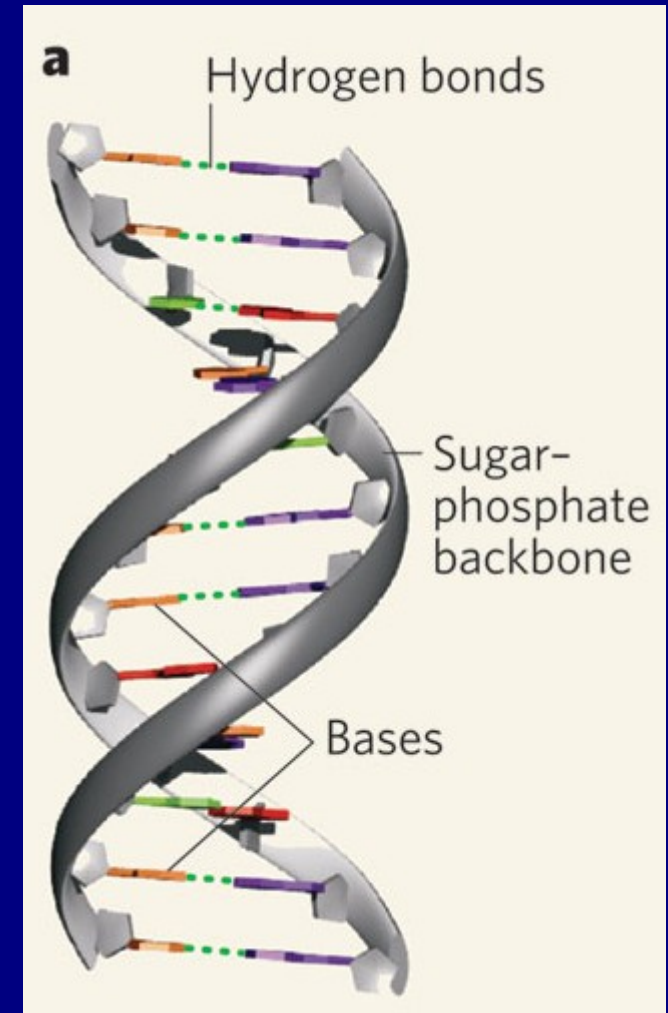


Aplicaciones: fotoreceptores biológicos

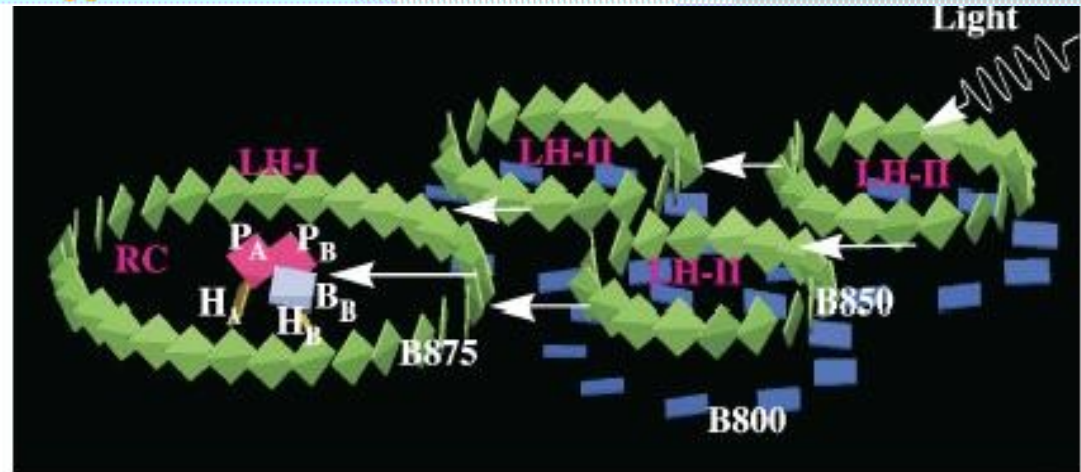
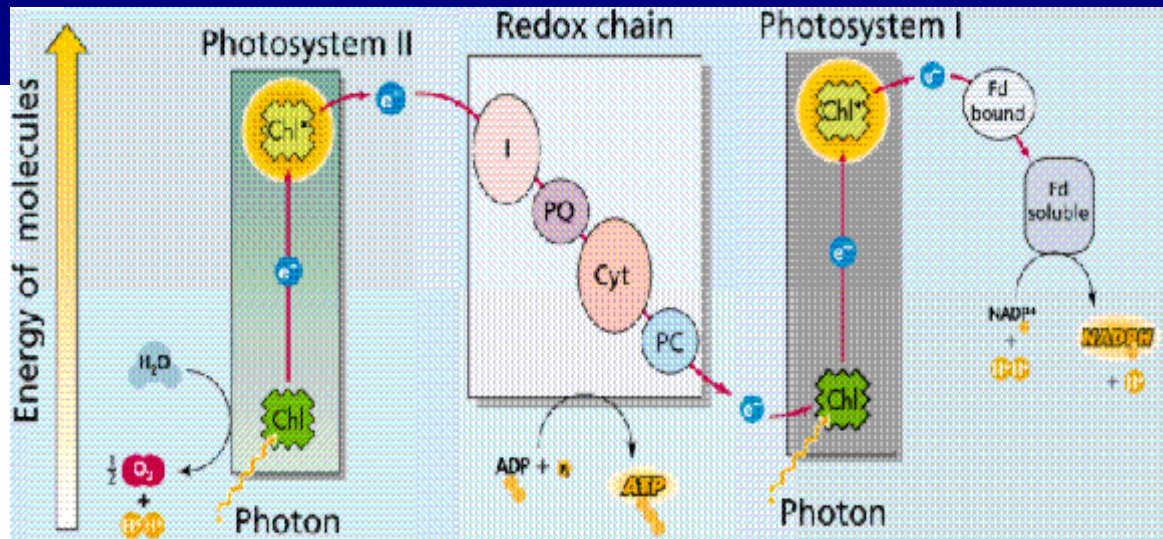
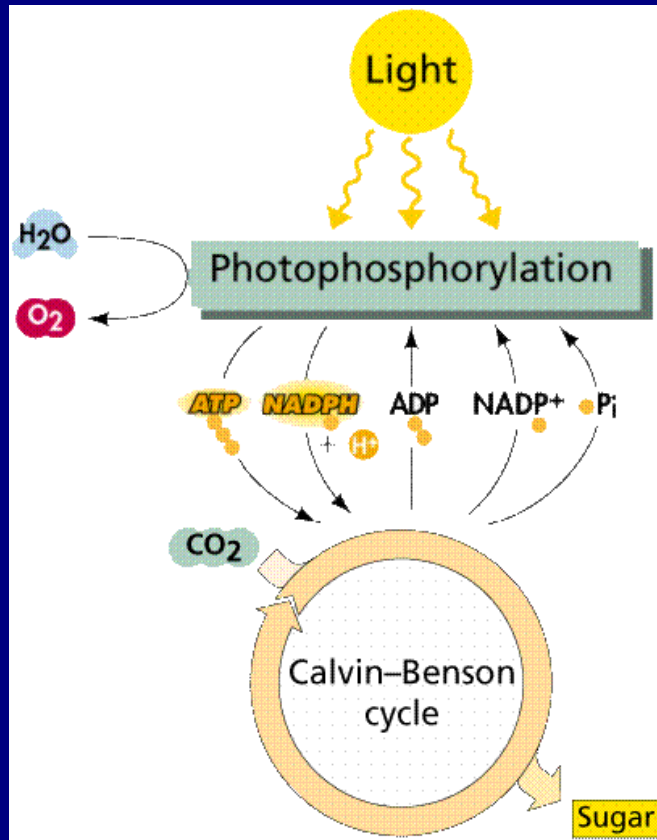
Vision: se usa la luz para provocar un cambio de estructura del fotoreceptor



ADN



Photosynthesis. Process by which the plants cells use solar energy to produce ATP. The conversion of sunlight energy into usable chemical energy. Our atmosphere is oxidant thanks to this process.



Chlorophylls are used to create a series of redox potentials that will give energy and e⁻ to yield chemical energy



UN PLAN PARA LA MEDICINA

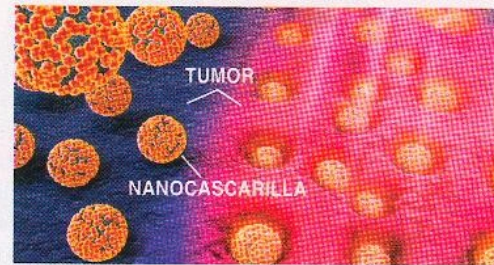
La Iniciativa Nanotécnica Nacional incluye entre sus objetivos, o “grandes retos”, una serie de mejoras previsibles de la detección, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades. Recogemos algunas. Entre los objetivos, se proponen nuevas ayudas para la visión y el oído, pruebas rápidas para la detección de la propensión a enfermedades y de la reacción a fármacos, y dispositivos minúsculos capaces de descubrir riesgos en el cuerpo, como tumores incipientes, infecciones o problemas cardíacos, y transmitir la información a un receptor externo, cuando no arreglarlos sobre la marcha.



1 OBJETIVO: Mejorar los métodos de formación de imágenes

Medios de contraste de nuevo cuño detectarían los problemas en fases más tempranas y tratables. Podrían, por ejemplo, descubrir tumores (rojo) en su estadio precoz de pocas células.

2 OBJETIVO: Nuevas formas de tratar las enfermedades



Las nanopartículas administrarían los tratamientos en sitios indicados, incluidos los que resultan de difícil acceso para los fármacos conocidos. Así, unas nanocascarillas de oro (esferas) dirigidas contra un tumor podrían, sometidas a luz infrarroja, calentarse lo bastante como para destruir las neoformaciones.

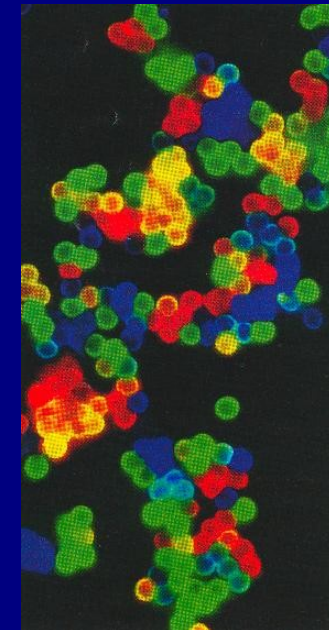
3 OBJETIVO: Implantes superiores



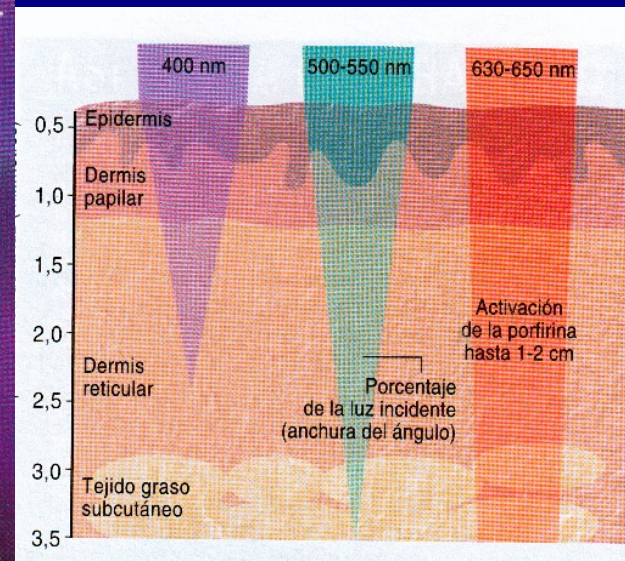
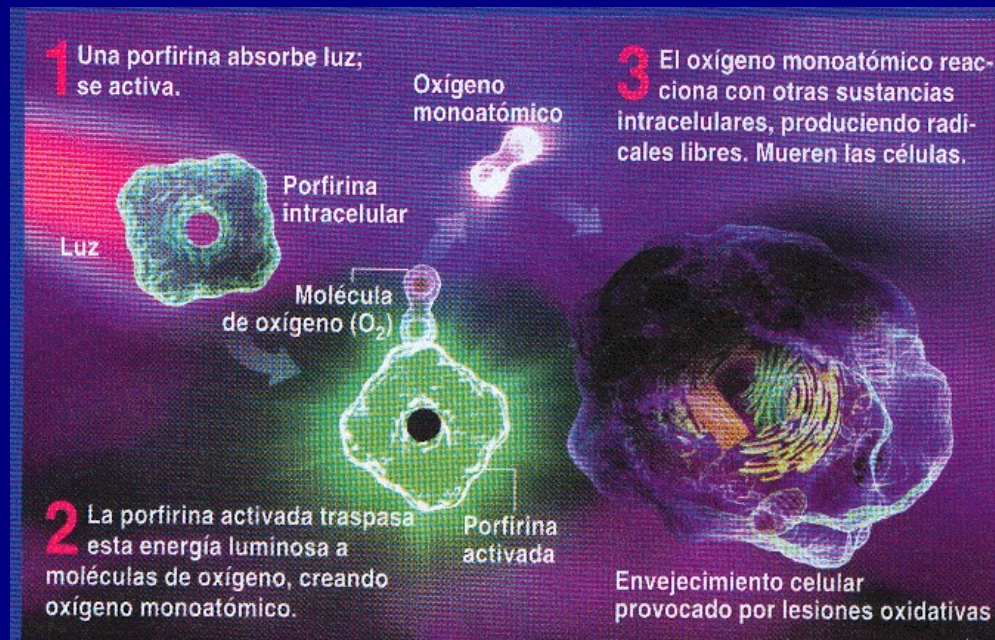
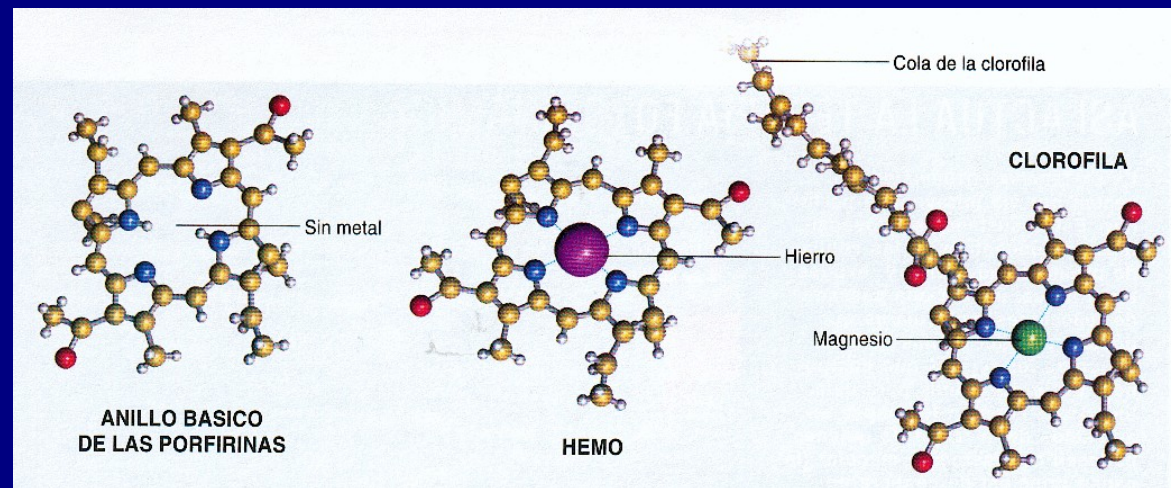
Las modificaciones nanométricas de los implantes superficiales mejorarían la duración del implante y su biocompatibilidad; como botón de muestra, una cadera artificial recubierta con nanopartículas podría conectarse al hueso circundante más firmemente de lo normal, con lo que se evitaría su desprendimiento.



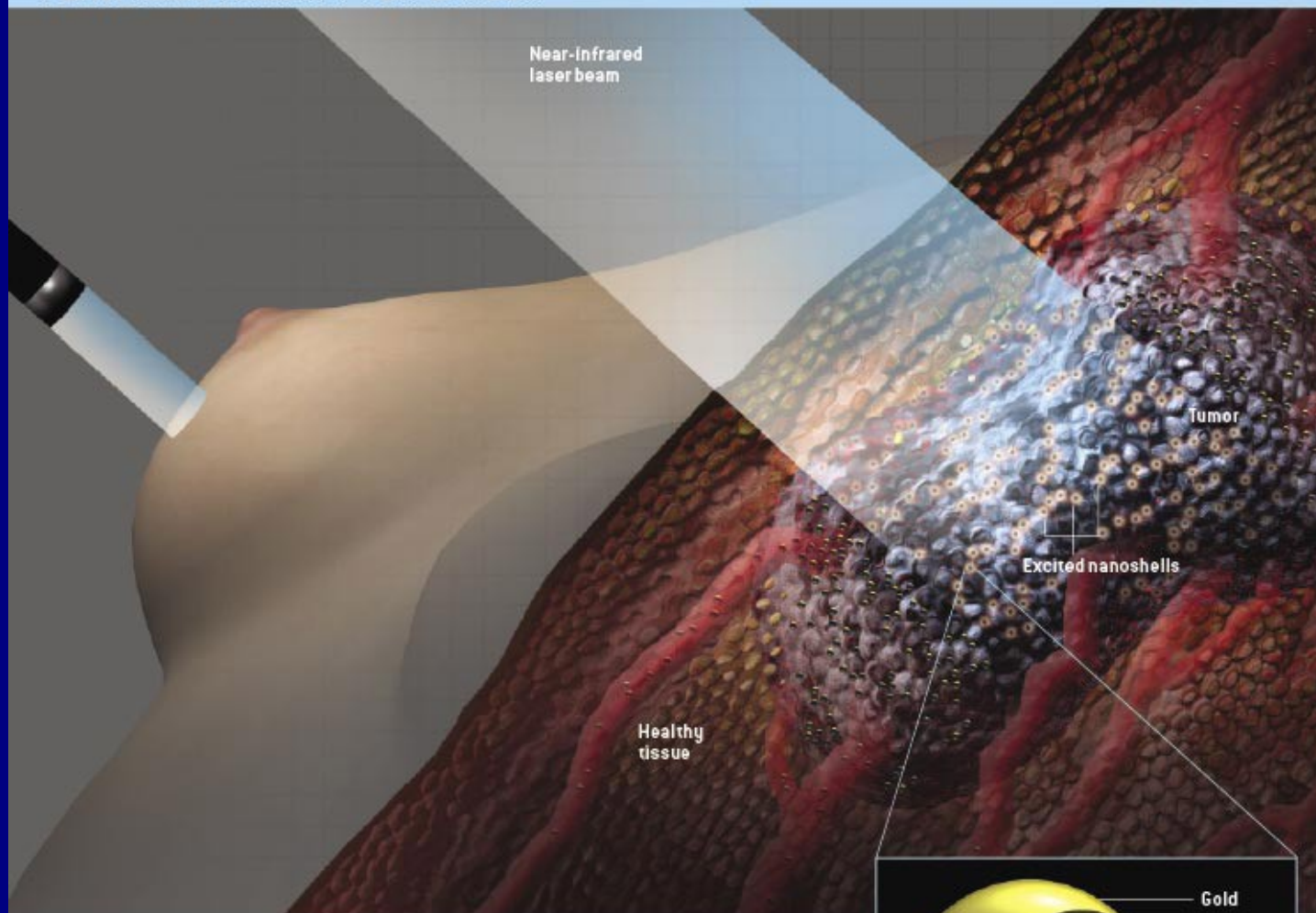
CODIGOS DE BARRAS NANOMETRICOS



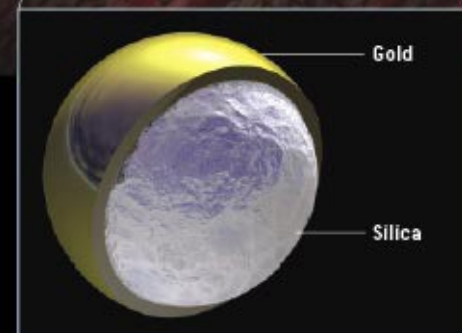
Fototerapia con porfirinas



PLASMONIC THERAPY FOR CANCER



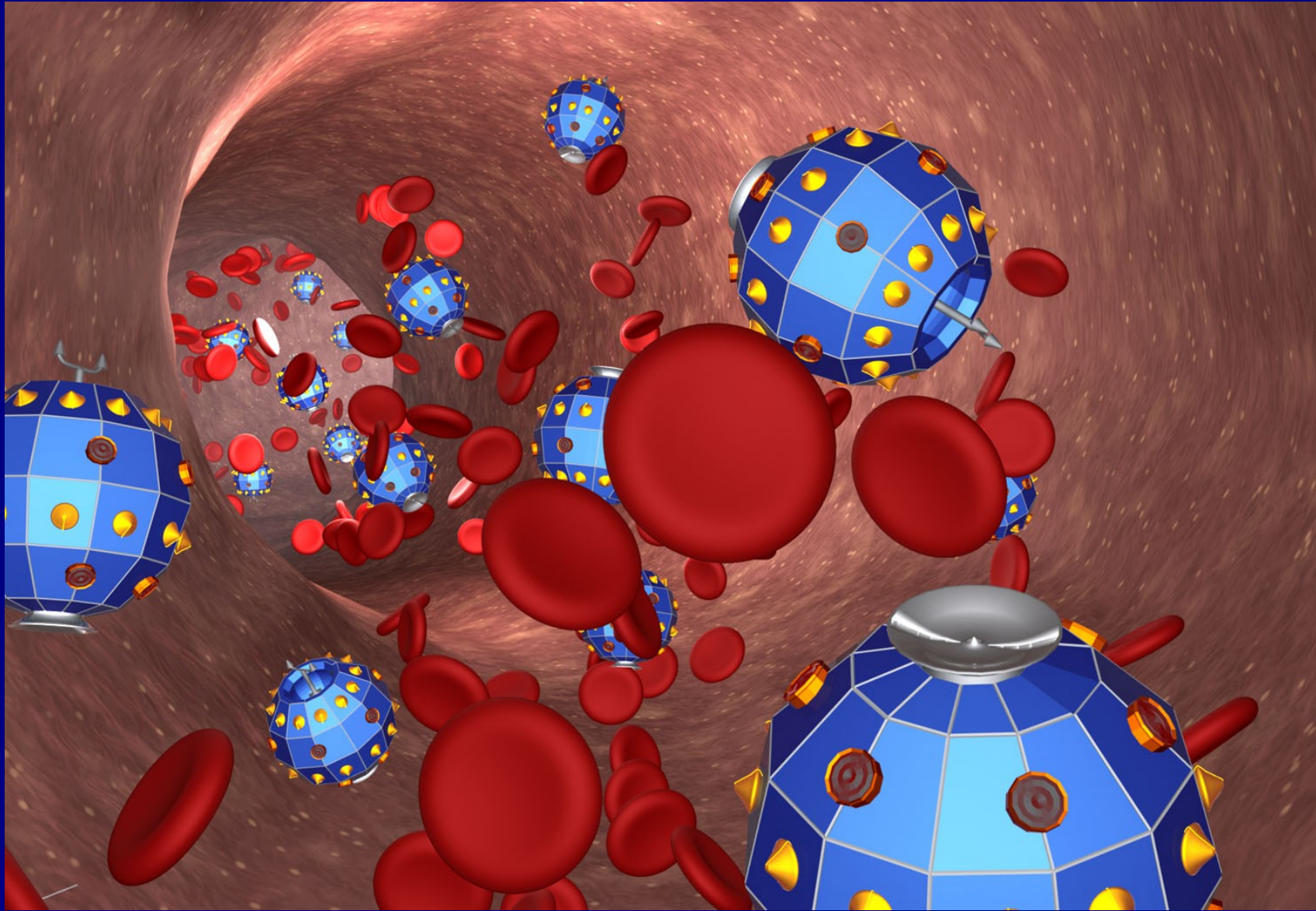
A proposed cancer treatment would employ plasmonic effects to destroy tumors. Doctors would inject nanoshells—100-nanometer-wide silica particles with an outer layer of gold (*inset*)—into the bloodstream. The nanoshells would embed themselves in a fast-growing tumor. If near-infrared laser light is pointed at the area, it would travel through the skin and induce resonant electron oscillations in the nanoshells, heating and killing tumor cells without harming the surrounding healthy tissue.



PHIL SAUNDERS Space Channel Ltd.



Objetivo final de la nanociencia en biotecnología



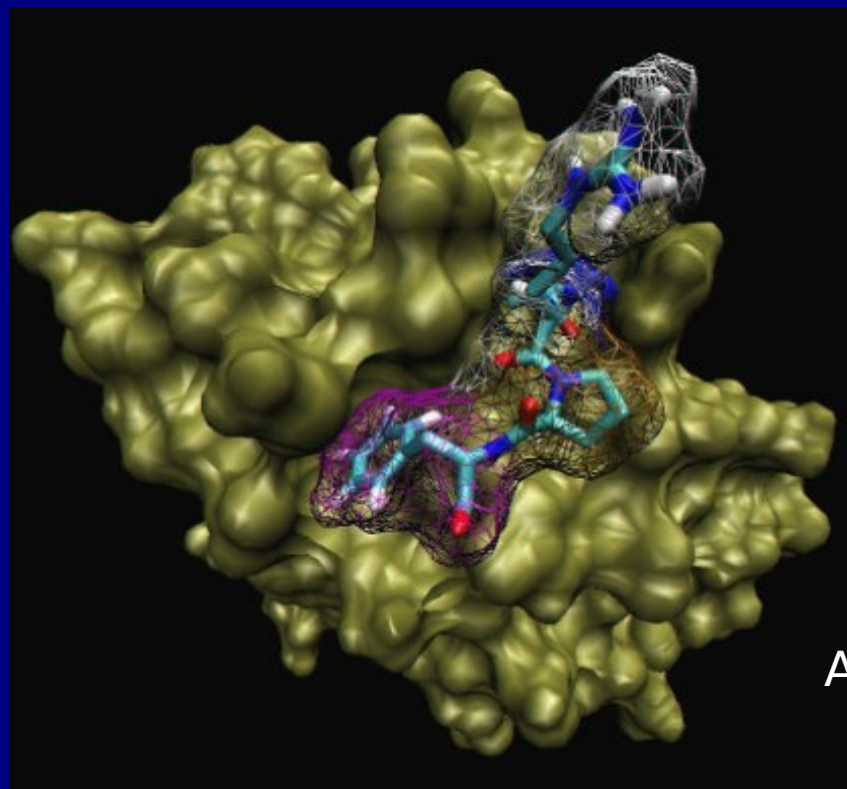
Adapted from Time Magazine, Nov. 1999 by A. P. Tomsia



Variational approach for rational compound design

Structure property relationship and rational compound design

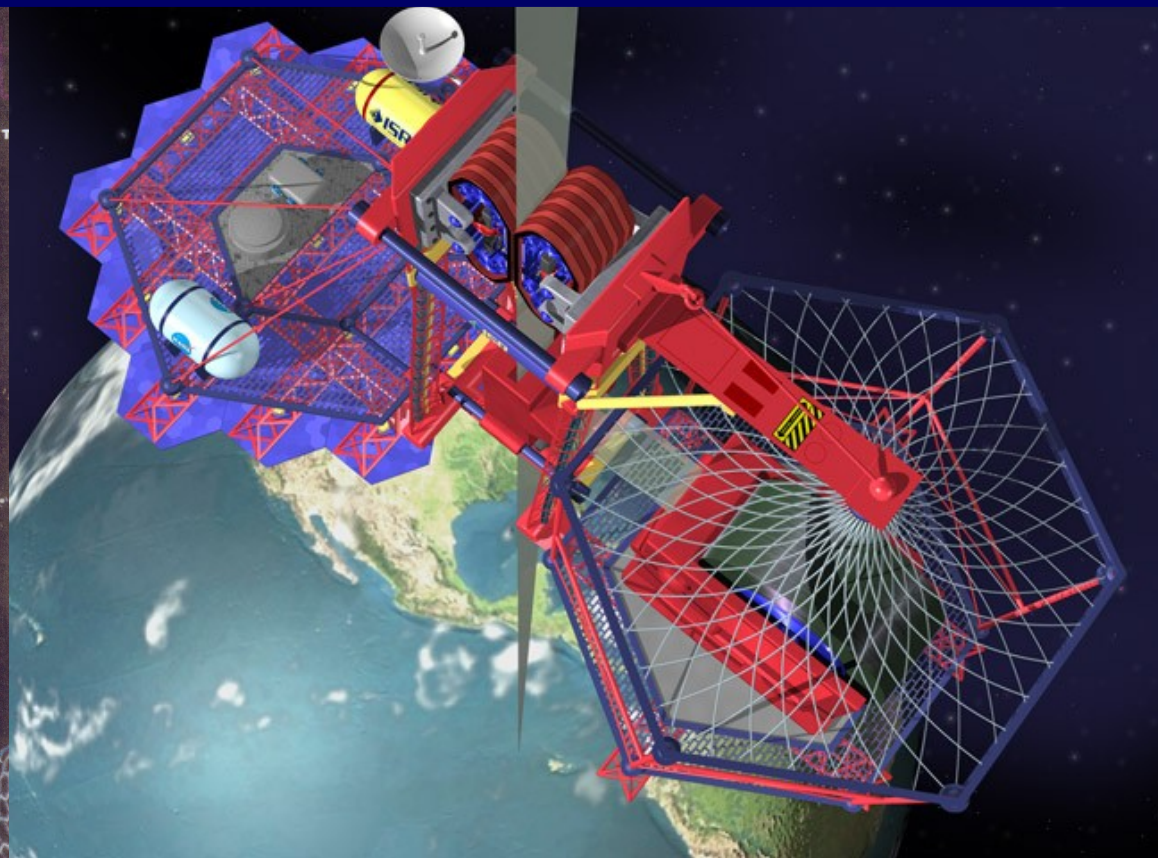
Inhibitor of Apoptosis Proteins are over expressed in cancer cells. How needs the peptidic inhibitor to be modified under the constraint that is not longer peptidic but still active?



A. von Lilienfeld, et al (2006)



El ascensor espacial



Arthur C. Clarke (1978)
"Fountains of Paradise"

eman ta zabal 2024



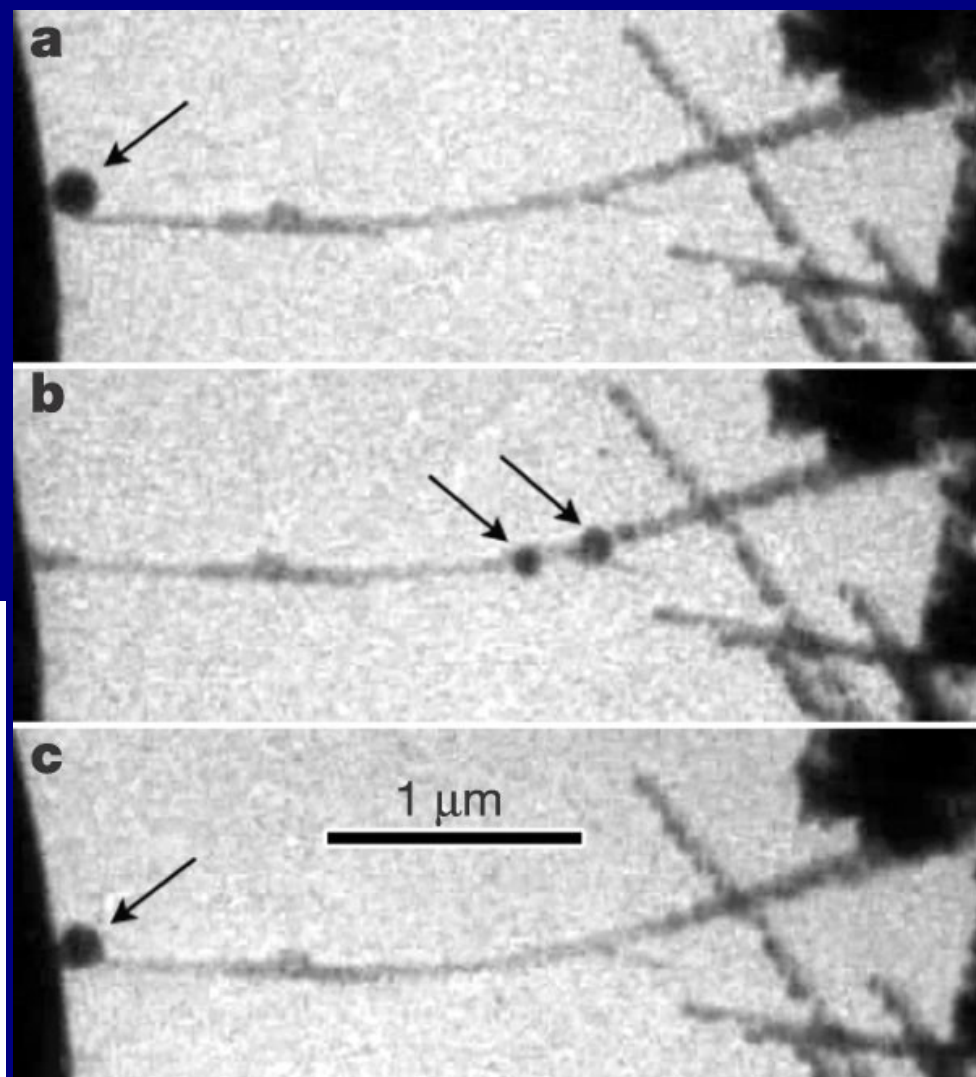
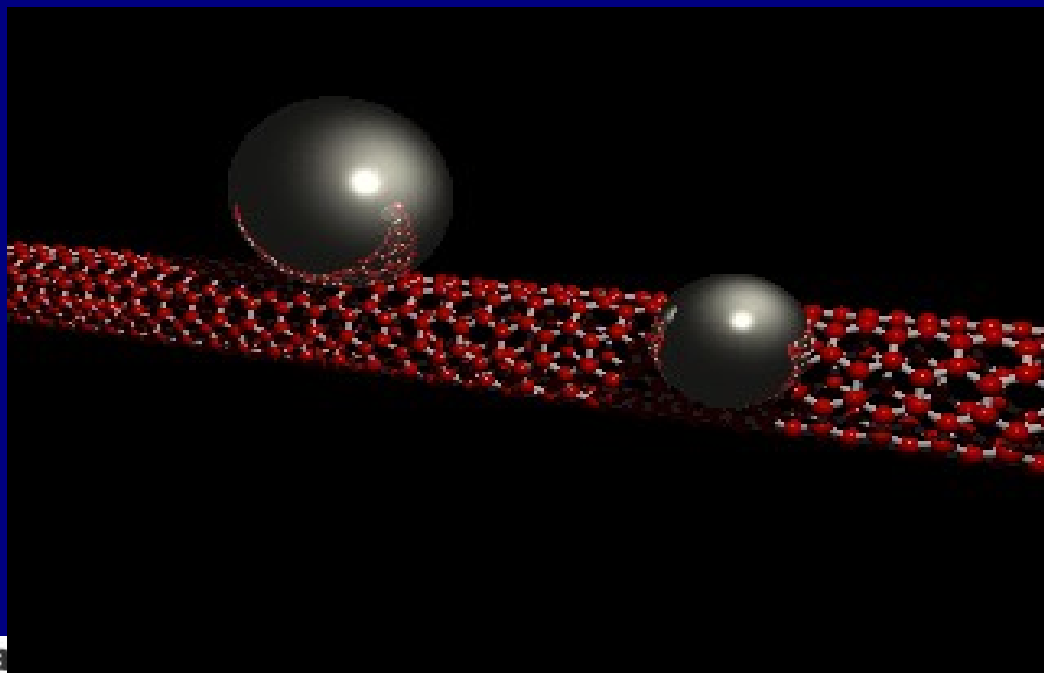
Universidad
del País Vasco

Euskal Herriko
Unibertsitatea

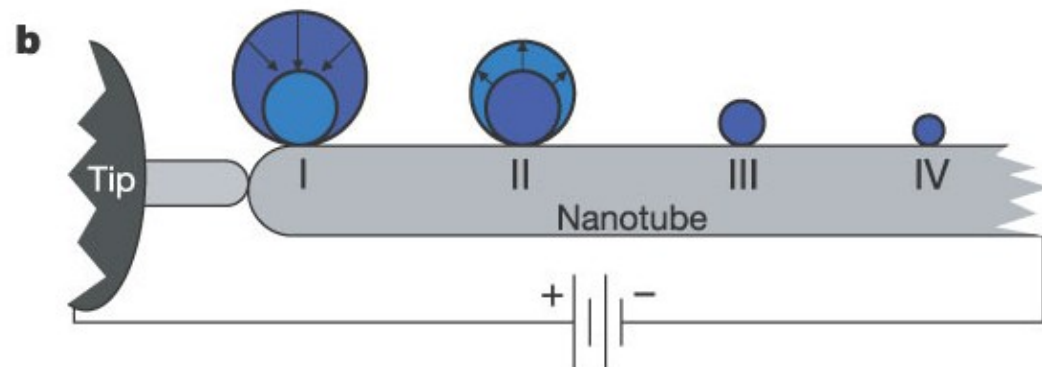
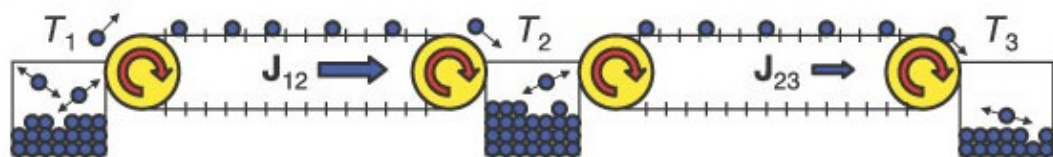


Nanociencia: conceptos y aplicaciones
Garrigues, 2008

Nanotubos de carbono: transporte de masa



B.C. Regan et al, Nature 428, 924 (2004)



erman ta zabal 2020



Mucho mas.....

*Domótica

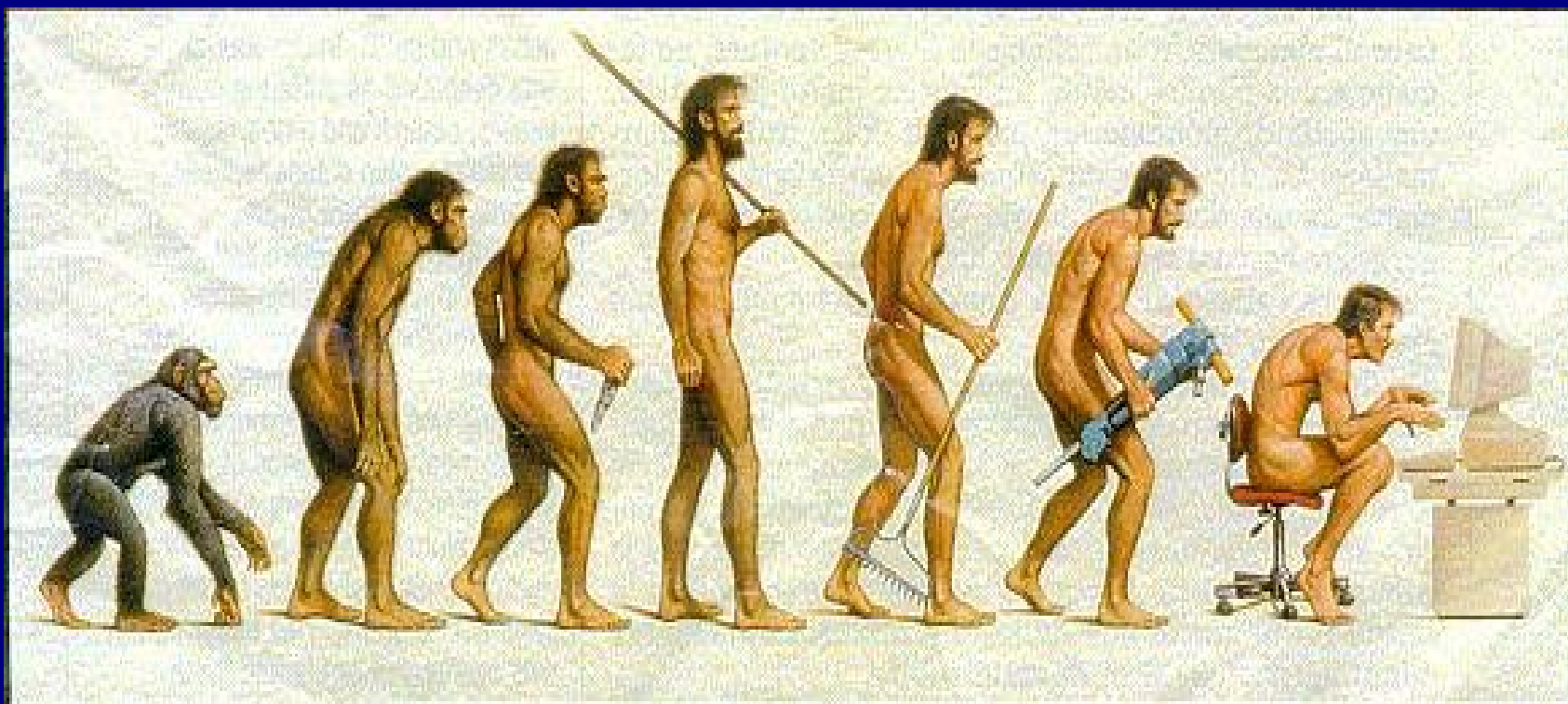
*Física de la atmósfera: “cambio climático”

*Nuevas energías

*Telecomunicaciones

*Geofísica





*Nanotechnology: a higher form of evolution?
(Humility is perhaps appropriate ...)*



Thank you!!!!!!



For more details see:
<http://nano-bio.ehu.es>
<http://etsf.eu>

