Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

¿Puede la nanotecnología revolucionar la medicina del futuro?

José Manuel Costa Fernández
jcostafe@uniovi.es

06.02.2017

cpr Oviedo

CIENCIA VIVA
OVIEDO
UNIVERSIDAD DE OVIEDO

Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

cpr Oviedo

CIENCIA VIVA
OVIEDO
UNIVERSIDAD DE OVIEDO

¿Puede la nanotecnología revolucionar la medicina del futuro?

- ¿Porqué un Químico?
- Nanotecnología: definición y herramientas
- Aplicaciones en medicina
- Toxicología: un reto actual

Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

cpr Oviedo

CIENCIA VIVA
OVIEDO
UNIVERSIDAD DE OVIEDO

¿Puede la nanotecnología revolucionar la medicina del futuro?

- **¿Porqué un Químico?**
- Nanotecnología: definición y herramientas
- Aplicaciones en medicina
- Toxicología: un reto actual

rld clock population

bing.com/search?q=world+clock+population&form=EDGEAR&qs=PF&cvid=df10bfd2b0344f3fa98d00ff59ac02d

world clock population

Web Imágenes Vídeos Mapas Noticias Explorar

7.670.000 RESULTADOS Fecha Idioma Región

World Population Clock: 7.4 Billion People ... Traducir esta página

www.**worldometers**.info/**world-population**

Vídeo insertado · How many people are there in the **world**? **World population** has reached 7 billion. **World population** live counter with data sheets, graphs, maps, and ...

U.S. and World Population Clock - Census.gov Traducir esta página

www.census.gov/pop**clock**

We measure the state of the nation's workforce, including employment and unemployment levels, weeks and hours worked, occupations, and commuting.

Poodwaddle World Clock Traducir esta página

www.poodwaddle.com/**worldclock**

Poodwaddle World Clock World Stats, **clocks**, and calendar - Each minute 250 new babies will be born, more than 100 people will die, and 20 violent crimes are committed.

http://www.census.gov/popclock/

United States Census Bureau

U.S. Department of Commerce | Blogs | Index

Search

Topics (Population, Economy) | Geography (Maps, Products) | Library (Infographics, Publications) | Data (Tools, Developers) | Surveys/Programs (Respond, Survey Data) | Newsroom (News, Blogs) | About Us (Our Research)

U.S. and World Population Clock

03/02/2017 22:38 horas

The United States | The World (New!)

Feb 03, 2017 21:38 UTC (+-1)

Learn More | Download and Share

U.S. Population

324,478,450

World Population

7,369,513,329

COMPONENTS OF POPULATION CHANGE

21:38:11 UTC

- One birth every **8 seconds**
- One death every **11 seconds**
- One international migrant (net) every **29 seconds**
- Net gain of one person every **15 seconds**

TOP 10 MOST POPULOUS COUNTRIES

1. China	1,379,302,771	6. Pakistan	204,924,861
2. India	1,281,935,911	7. Nigeria	190,632,261
3. United States	326,625,791	8. Bangladesh	157,826,578
4. Indonesia	260,580,739	9. Russia	142,257,519
5. Brazil	207,353,391	10. Japan	126,451,398

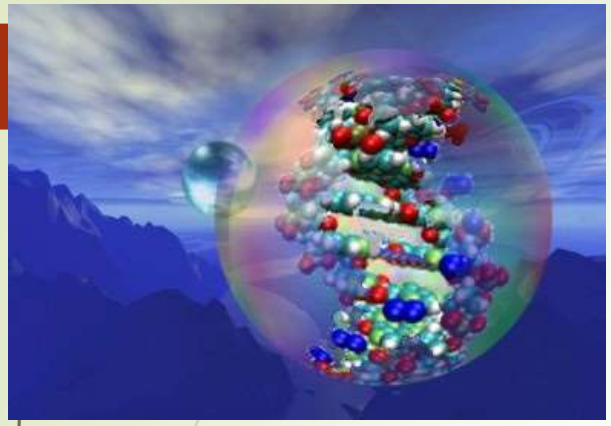
03/02/2017 22:38 horas

8,947 personas más en 60 minutos

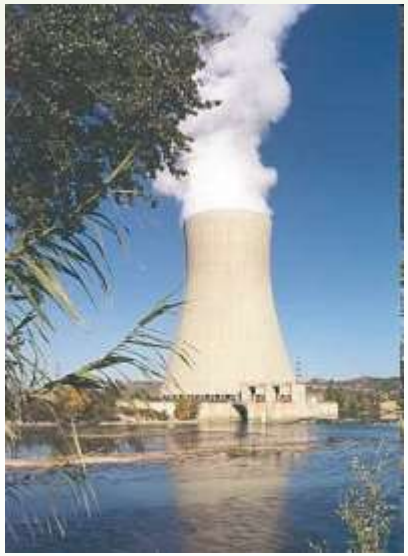
6,441,840 personas más en 1 mes

77,302,080 personas más en 1 año

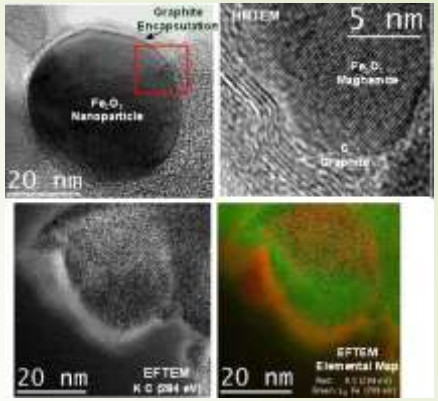
03/02/2017 23:38 horas



Medicina y Salud



Energía



Materiales

Medioambiente

Alimentos y agricultura

QUÍMICA

Se ocupa del estudio de la *materia* y de los <u>cambios</u> que experimenta.

- Estudio de los elementos y sus compuestos
- Estudio de la materia y su transformación
- Estudio de los cambios energéticos que tienen lugar

¿Cómo puede ayudar la Química?

Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

cpr Oviedo

CIENCIA VIVA
OVIEDO
UNIVERSIDAD DE OVIEDO

¿Puede la nanotecnología revolucionar la medicina del futuro?

¿Porqué un Químico?

Nanotecnología: definición y herramientas

Aplicaciones en medicina

Toxicología: un reto actual

Google

España

Nanotechnology news

Buscar con Google | Voy a tener suerte

Google.es también en: català galego euskara

En el año 2010, los laboratorios RNB lanzaban al mercado su nueva gama a base de nanopartículas de oro

APLICACIONES | ¿Sabías qué...

Las raquetas de tenis son más resistentes gracias a los nanotubos de carbono

El tenista Rafael Nadal, en un partido de Roland Garros. | Reuters.

ELMUNDO.es | Madrid

Actualizado miércoles 25/05/2011 19:26 horas

neveras con *nanopartículas* de plata con efectos antibacterianos

Que entendemos por NANOtecnología?

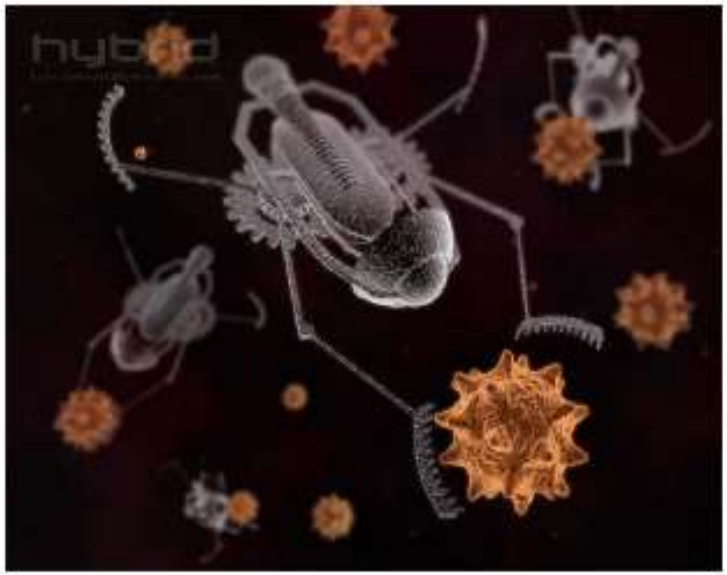
El Ascensor Espacial?

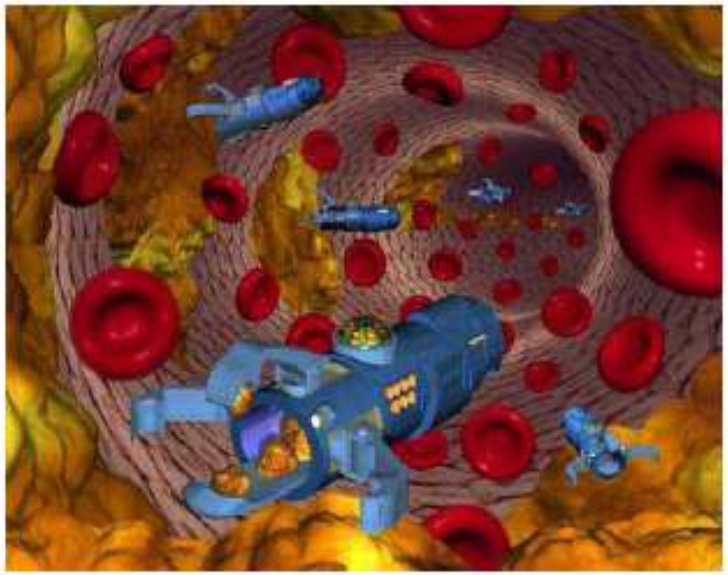
Materiales con ultra alta-resistencia permitirán la construcción de una torre gigante en el espacio! (?)

http://www.spaceelevator.com/docs/General.SE.presentation.ppt

Que entendemos por NANOtecnología?

Robots inyectables?





Máquinas pequeñas en el cuerpo para curar enfermedades?

Que entendemos por NANOtecnología?

Inmortalidad?

Kurzweil writes of millions of blood cell-sized robots, which he calls "nanobots," that will keep us forever young by swarming through the body, repairing bones, muscles, arteries and brain cells. Improvements to our genetic coding will be downloaded via the Internet.

CNN.com MEMBER SERVICES

SEARCH The Web CNN.com

Home Page
World
U.S.
Weather
Business
Sports
Politics
Law
Technology
Science & Space
Health
Entertainment
Travel
Education
Special Reports

SERVICES
Video

HEALTH

Inventor preserves self to witness immortality

Tuesday, February 15, 2005 Posted: 9:59 AM EST (1459 GMT)

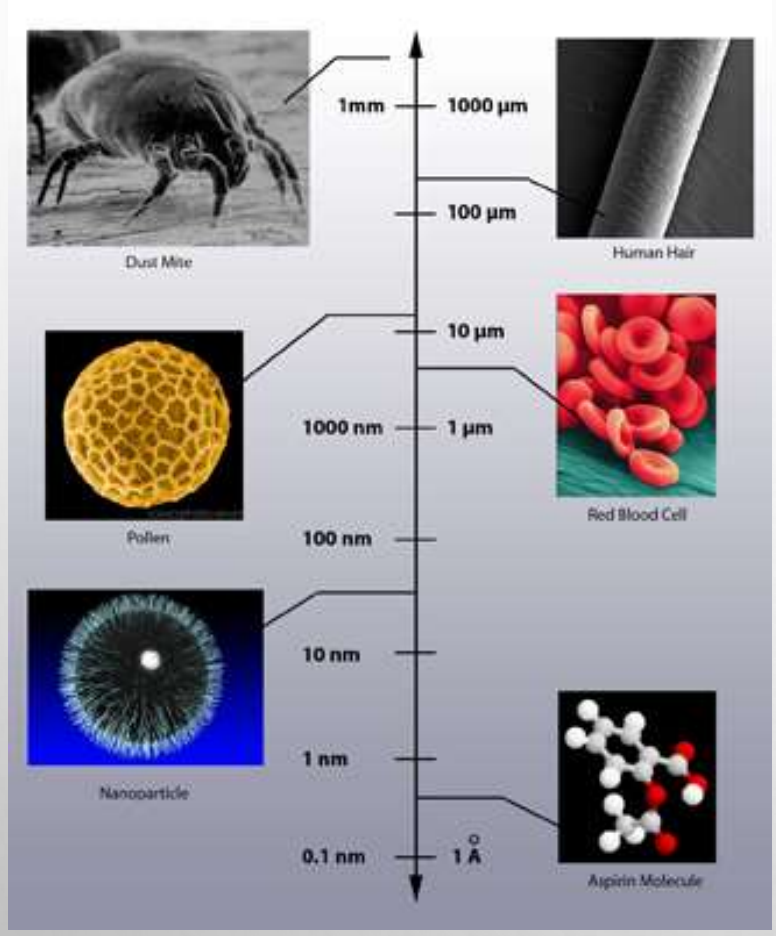
WELLESLEY, Massachusetts (AP) -- Ray Kurzweil doesn't tailgate. A man who plans to live forever doesn't take chances with his health on the highway, or anywhere else.

As part of his daily routine, Kurzweil ingests 250 supplements, eight to 10 glasses of alkaline water and 10 cups of green tea. He also periodically tracks 40 to 50 fitness indicators, down to his "tactile sensitivity." Adjustments are made as needed.

Inventor and author Ray Kurzweil predicts human immortality is no more than 20 years away.

Nano-tecnología y Nano-ciencia

La escala nanométrica



El significado de la "**nano**" es una dimensión: 10 elevado a -9.

Esto es: 1 **nanometro** = 0,000000001 metros.

Es decir, un **nanometro** es la mil millonésima parte de un metro, o millonésima parte de un milímetro.

También: 1 milímetro = 1.000.000 **nanometros.**

ENTENDIENDO EL TAMAÑO

- 1 METRO

SOURCE: CERN
HTTP://MICROCOSM.WEB.CERN.CH/MICROCOSM

ENTENDIENDO EL TAMAÑO

- 10 CENTIMETROS

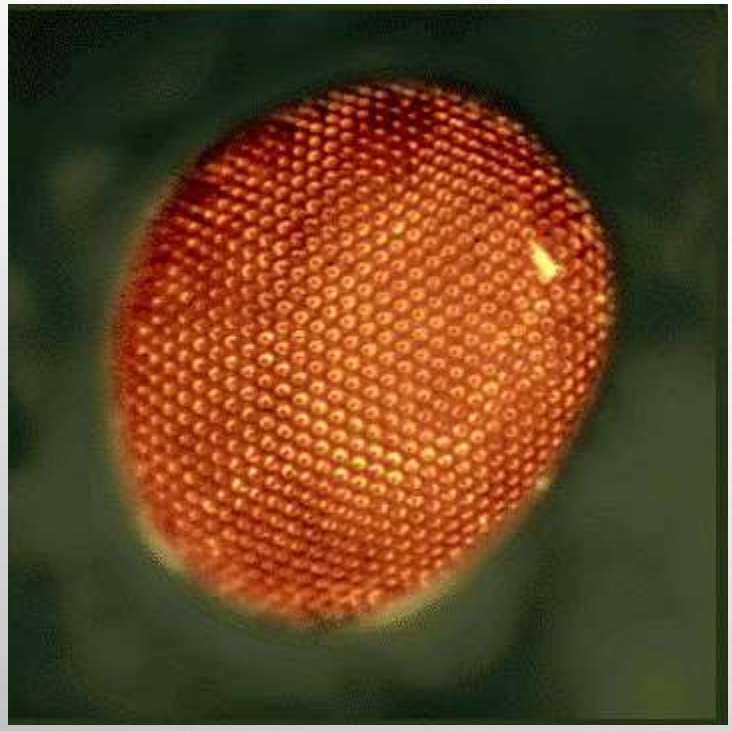
SOURCE: CERN
HTTP://MICROCOSM.WEB.CERN.CH/MICROCOSM

ENTENDIENDO EL TAMAÑO

- 1 CENTIMETRO

SOURCE: CERN
HTTP://MICROCOSM.WEB.CERN.CH/MICROCOSM

ENTENDIENDO EL TAMAÑO

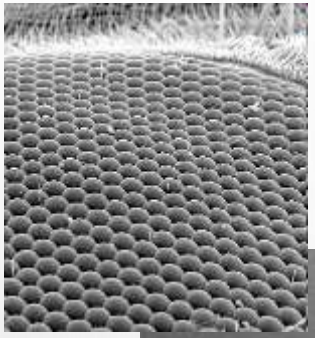


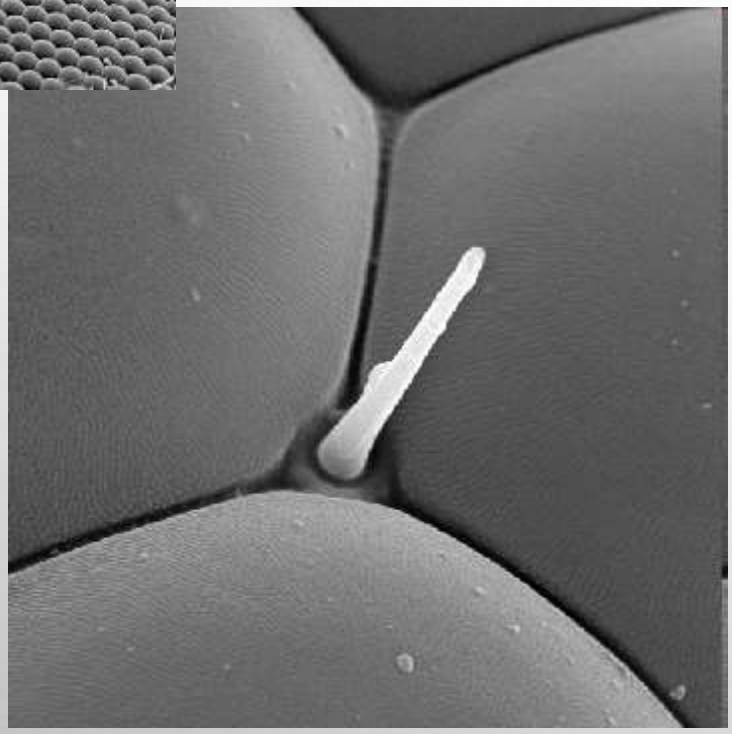
- 100 MICROMETROS

Ojo de la mosca está compuesta por cientos de pequeñas facetas, asemejándose a un panal de miel

SOURCE: CERN
HTTP://MICROCOSM.WEB.CERN.CH/MICROCOSM

ENTENDIENDO EL TAMAÑO



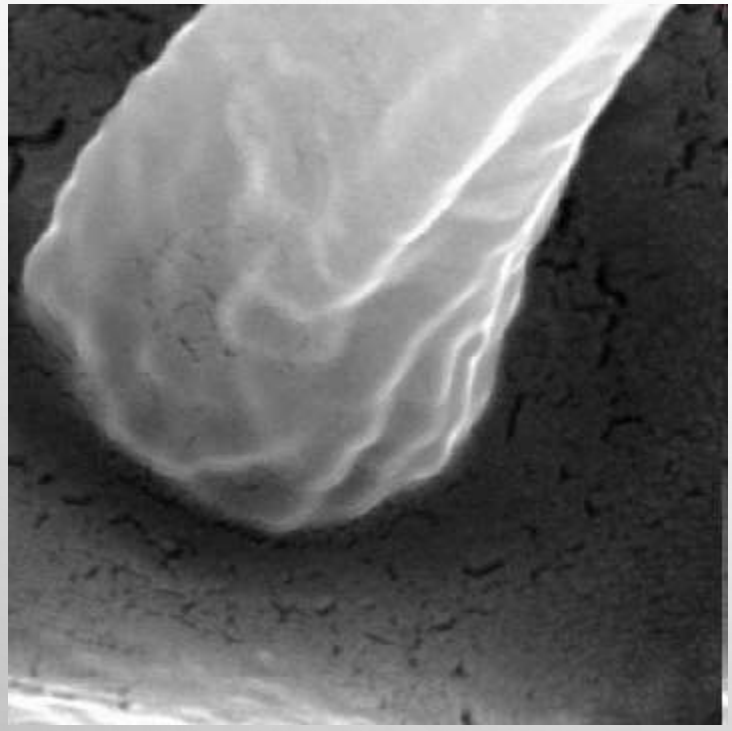


- 1 MICROMETRO

pestañas que dan información táctil en la superficie del ojo

SOURCE: CERN
HTTP://MICROCOSM.WEB.CERN.CH/MICROCOSM

ENTENDIENDO EL TAMAÑO



- 100 NANOMETROS

SOURCE: CERN
HTTP://MICROCOSM.WEB.CERN.CH/MICROCOSM

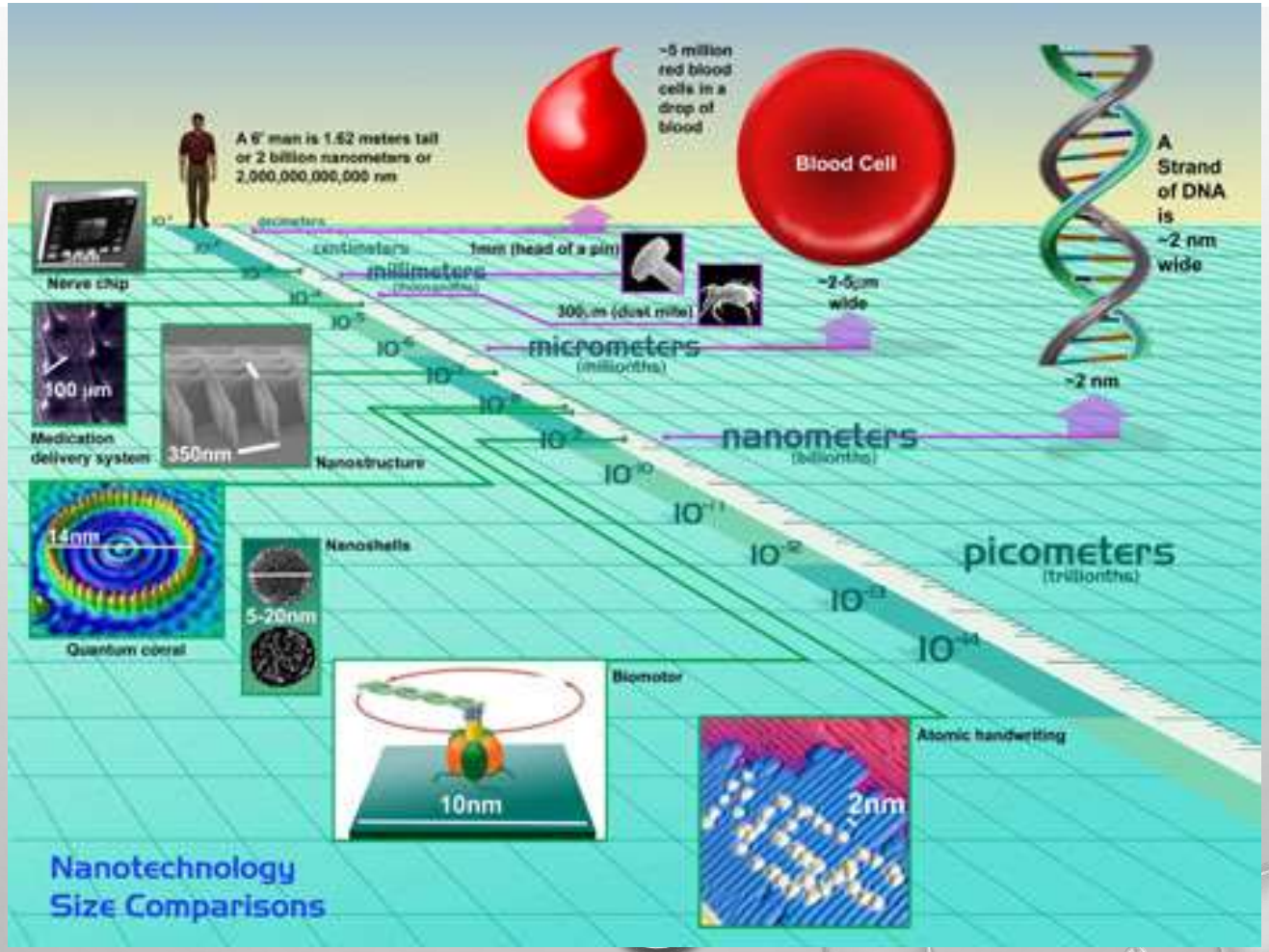
Nano-tecnología y Nano-ciencia

Nanotecnología: conjunto de teorías y técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico en el intervalo crítico de 10 a 100 nm.

Se ocupa de la construcción, la síntesis y el empleo de materiales o dispositivos en la escala de 10 a 100 nm

Que entendemos por NANOtecnología?

PORQUÉ NANO? EL TAMAÑO IMPORTA



www.nsf.gov

Nano-tecnología y Nano-ciencia

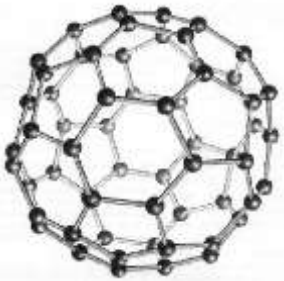
Diferencias estructurales:

Carbono

Grafito

Diamante

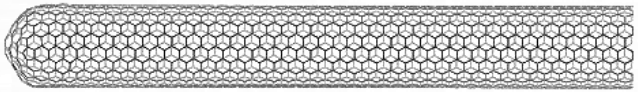
Carbono en nanoscala



C_{60} (Fullerenos)

Smalley, Curl, Kroto

1996 Premios Nobel



Nanotubos de carbono

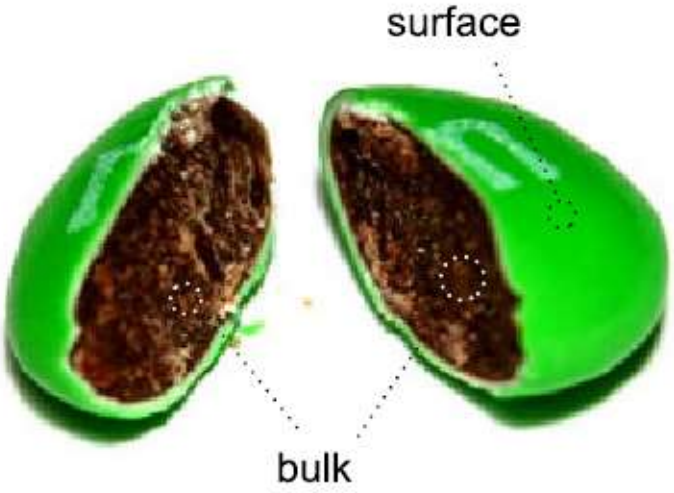
Sumio Iijima - 1991

Premio Príncipe de Asturias de Investigación Científica y Técnica 2008

Nano-tecnología y Nano-ciencia

Cualquier líquido ó sólido presenta dos "fases" diferenciadas:

- superficie
- Interior



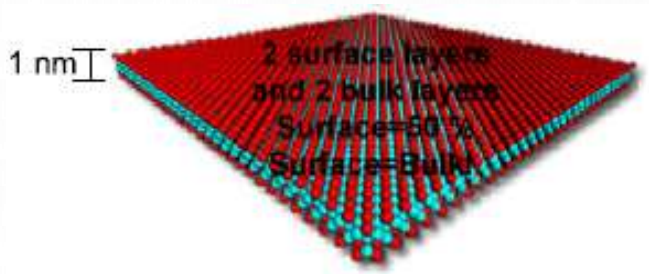
La situación macroscópica

Una gota de agua tiene :

100.000 moléculas en “bulk” por cada molécula superficial

Porcentaje de material en la superficie: 0.001%

Reduciendo hasta la nanoescala



50%

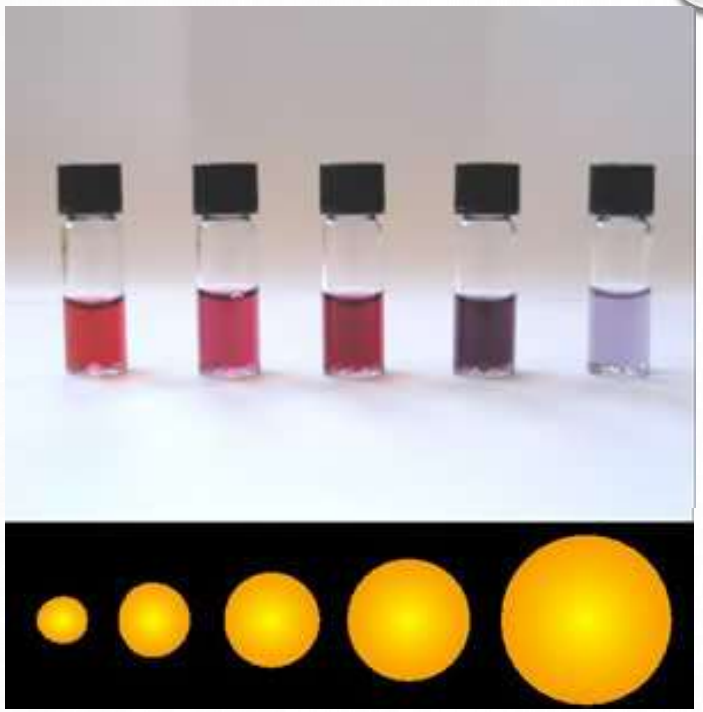
Una lámina de grafeno tiene :

1 átomo de C en “bulk” por cada átomo de C superficial

Las propiedades de los átomos/moléculas superficiales afectan a las propiedades del material

Las propiedades optoelectrónicas cambian de acuerdo al tamaño!

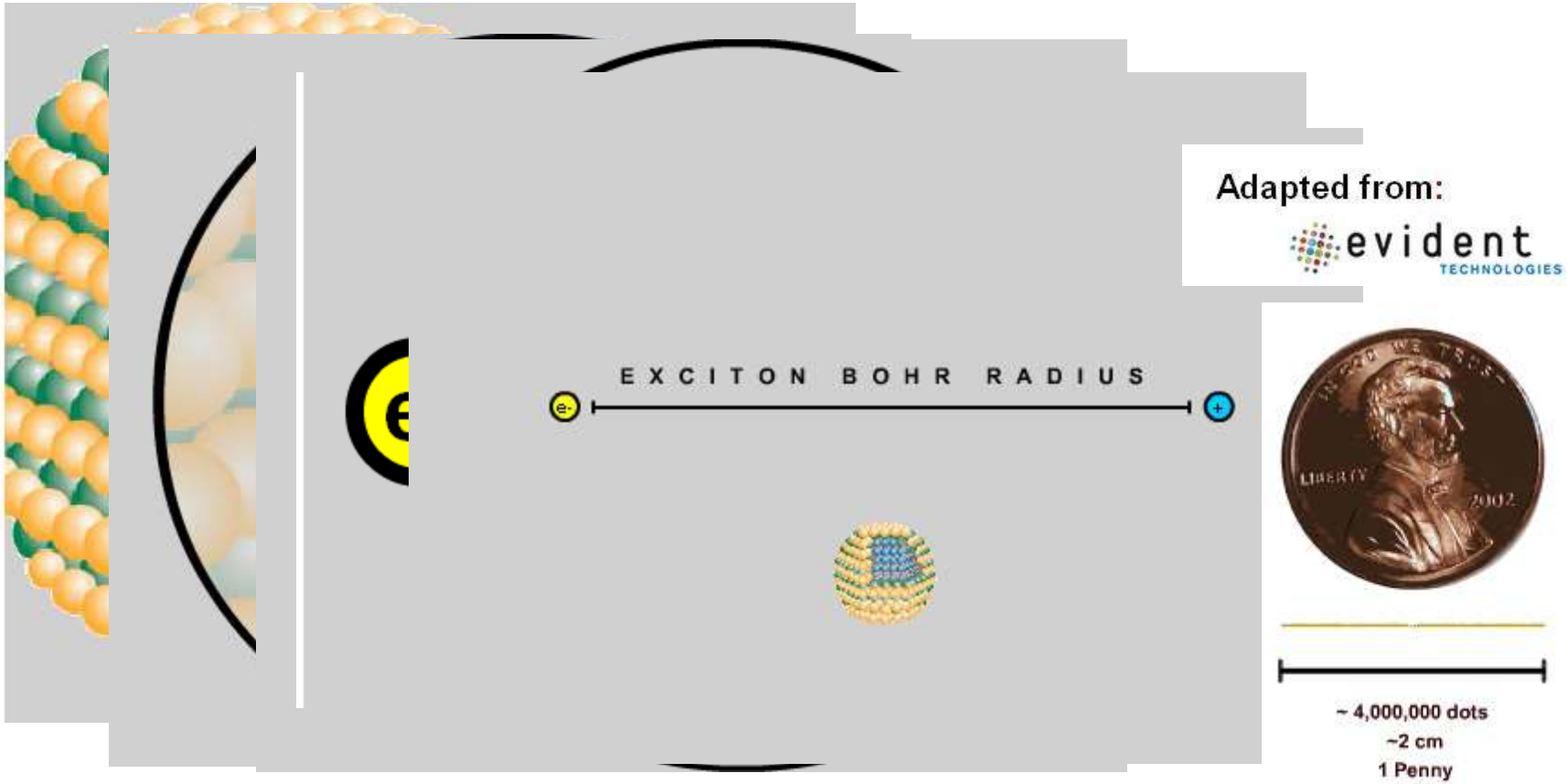
Oro metálico = Amarillo



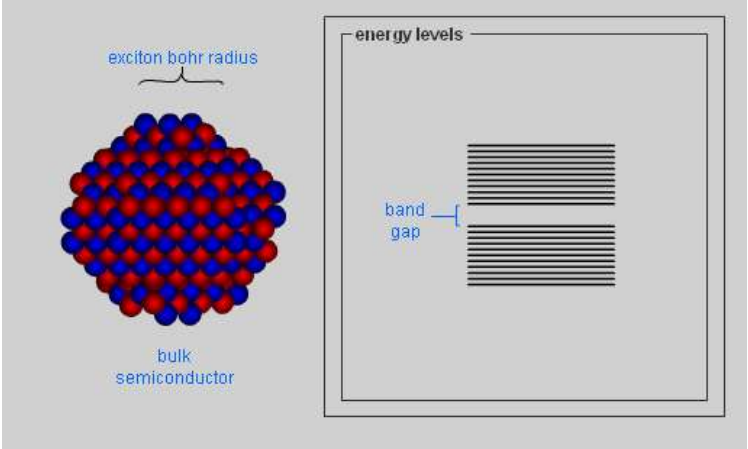
Las propiedades de un material dependen del tipo de movimiento que sus electrones pueden realizar.

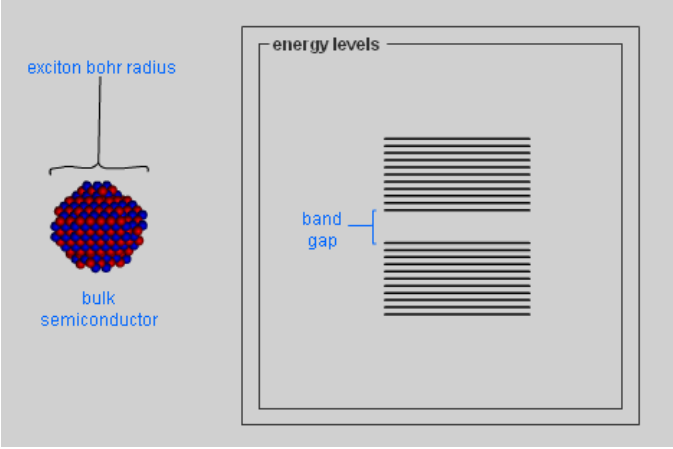
Diferentes tamaños de nanopartículas de oro= propiedades ópticas distintas

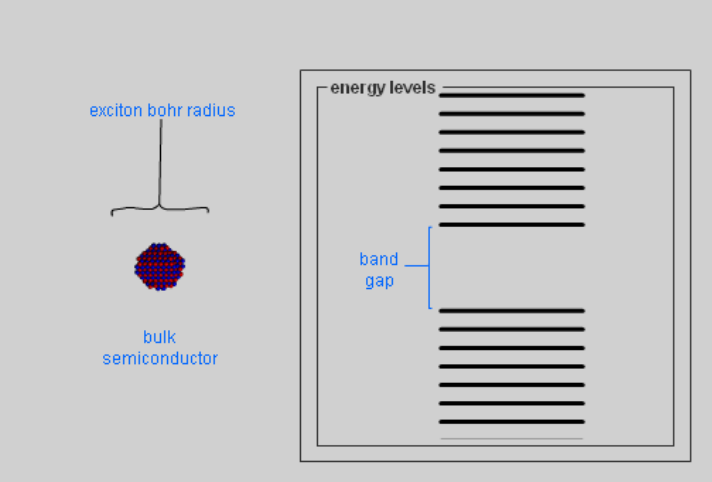
Las nanopartículas semiconductoras tienen propiedades optoelectrónicas especiales debido a efectos de confinamiento cuántico



Las nanopartículas semiconductoras tienen propiedades optoelectrónicas especiales debido a efectos de confinamiento cuántico



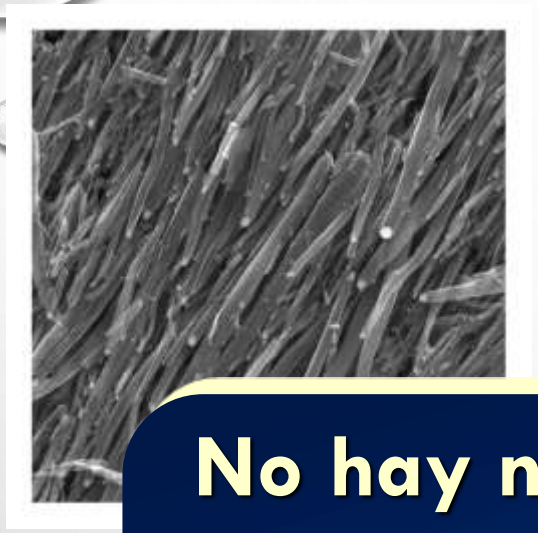




Adapted from:

evident TECHNOLOGIES

Nano-tecnología y Nano-ciencia



No hay nada **mágico** en el mundo de la NANOescala, sólo aparecen propiedades únicas y poco corrientes

Los primeros nanotecnólogos

Lycurgus Cup (British Museum; AD fourth century)

Presenta color verde con luz reflejada

y rojo rubí con luz transmitida.

Se debe a la presencia de nanopartículas de una aleación de oro y plata en el vidrio.

Optical metamaterials: Invisibility cup

Ulf Leonhardt, *Nature Photonics* 1, 207 - 208 (2007)

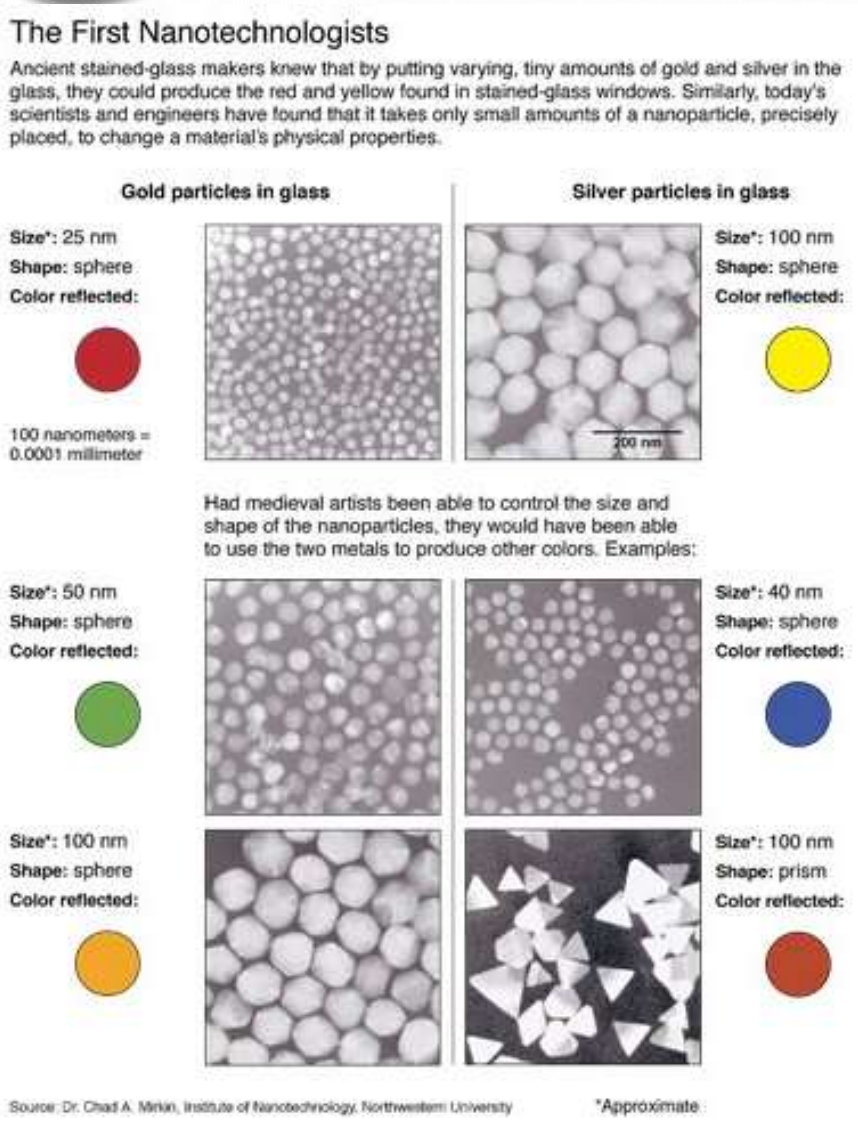
Los primeros nanotecnólogos

Notre-Dame de Paris

La Sainte Chapelle (Paris)

Oviedo´s Cathedral

Los primeros nanotecnólogos



The New York Times; 21 Feb 2005

Algunas vidrieras de las catedrales medievales contienen Zn, Cd, S, Se (*demostrado por análisis químicos*).

Es muy probable que los colores de los cristales se deban a nanocristales de ZnCdSSe .

Dr. Alex Ekimov

Inventor de los nanocristales semiconductores.

Productos que emplean nanomateriales

Mercedes-Benz

Mercedes CLS-class

Wilson Double Core tennis balls

Eddie Bauer

Eddie Bauer Ruston Fit Nano-Care khakis

3M

3M Adper Single Bond Plus dental adhesive

Wyeth Rapamune immuno-suppressant

Wyeth

smith&nephew

Smith & Nephew Acticoat 7 antimicrobial wound dressing

LAUFEN bathrooms

Laufen Gallery washbasin with Wondergliss

SAMSUNG

Samsung Nano SilverSeal Refrigerator

Kodak

Kodak EasyShare LS633 camera

GM

Hummer H2

Nanopartículas

¿COMO LAS CONSIGO?

Si son tan buenas:

¿Dónde estaban?.....hagamos historia

¿Las compro, las preparo?

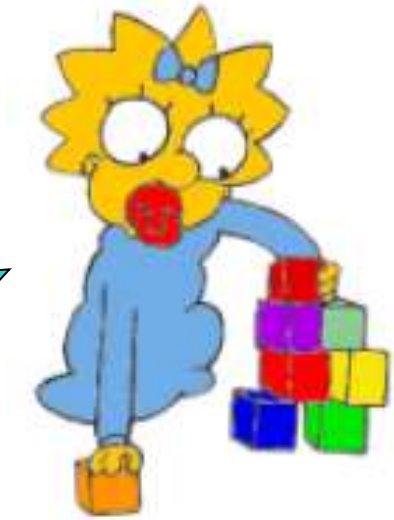
¿Ya están listas para su uso?

¿Cómo sé que están en buen estado?

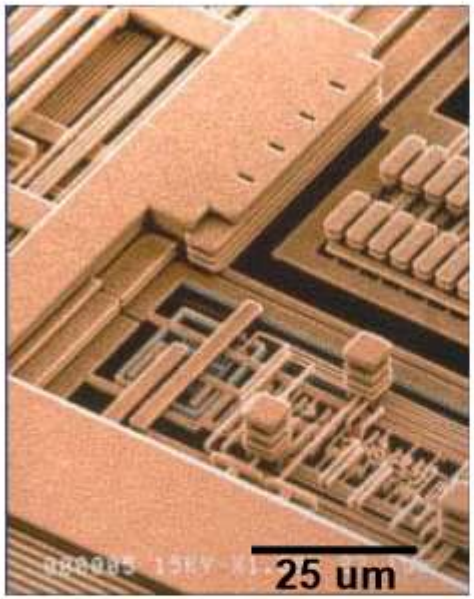
Fabricando nanomateriales

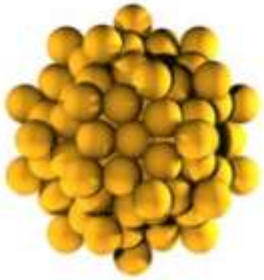
Top-down
(i.e. Lithography)

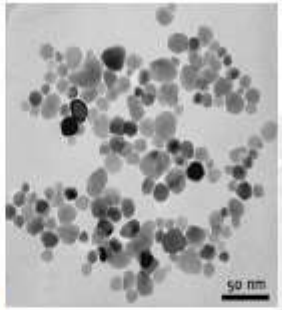
Bottom-up
(i.e. Self-assembly)

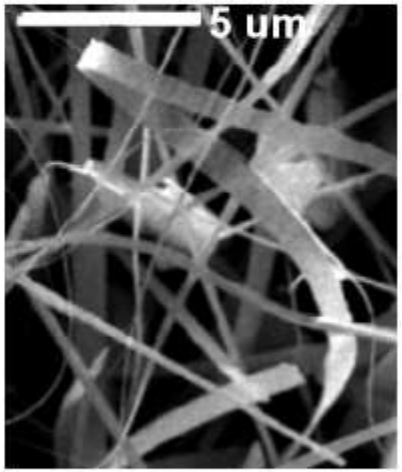


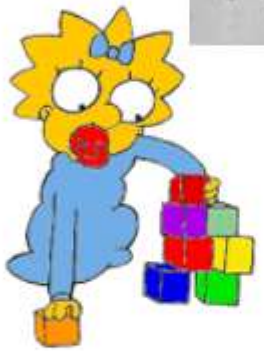
Fabricando nanomateriales

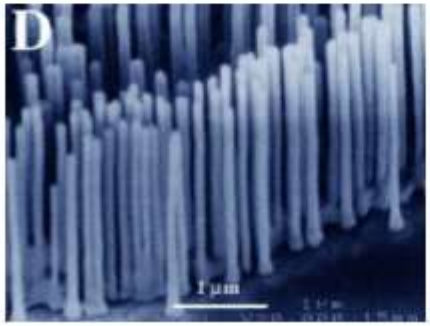




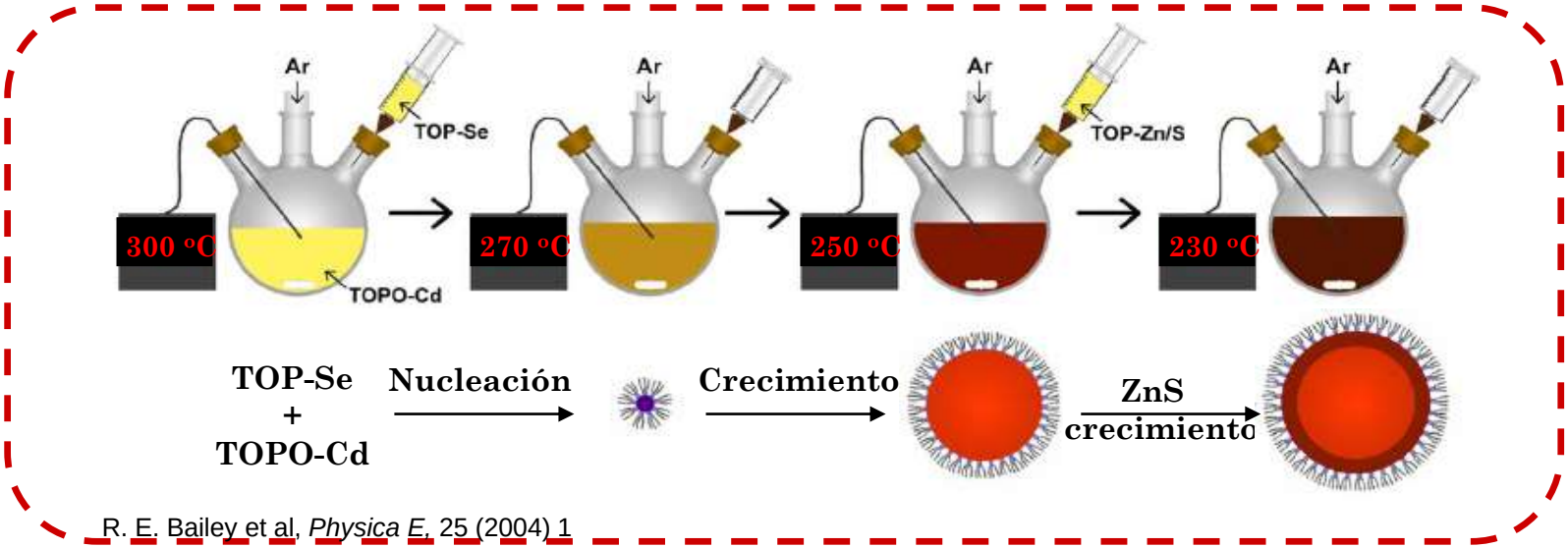








Síntesis de QDs de ZnS/CdSe



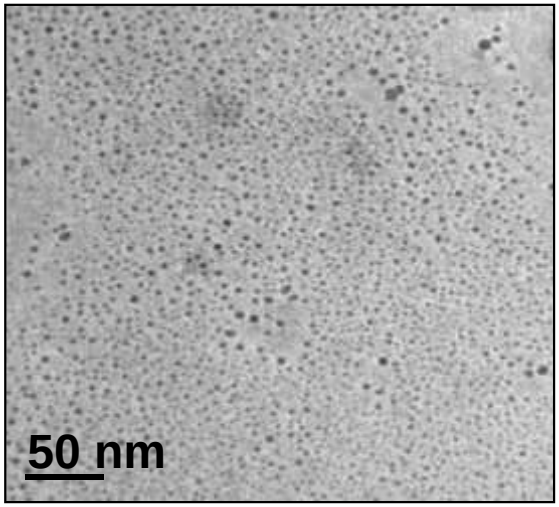
R. E. Bailey et al, *Physica E*, 25 (2004) 1

Microscopía electrónica de transmisión

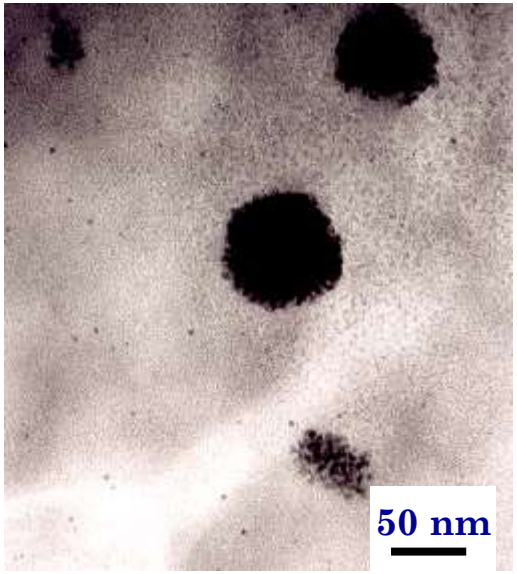
Imágenes TEM de los QDs de ZnS/CdSe

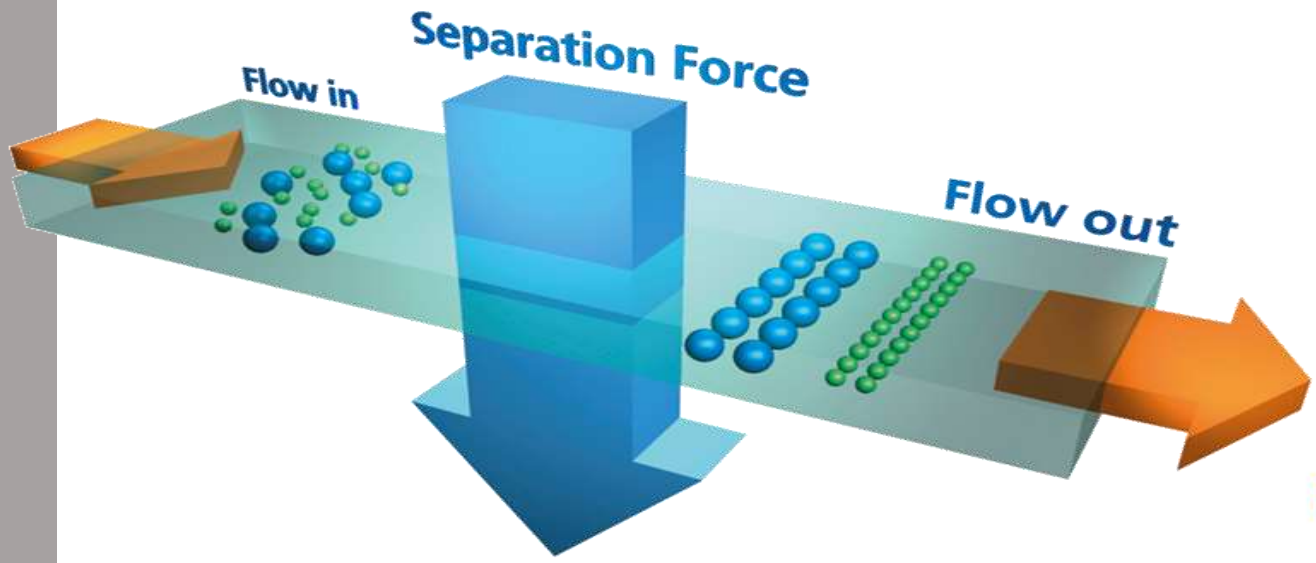
(JEOL-2000EX II electron microscope)

NPs dispersas
(tamaño de partícula 60 %: 3-5 nm)



NPs agregadas





ICP-MS

Elemental information

Fluorimeter

Molecular information

“IDEAL” SEPARATION TECHNIQUE FOR NPs:

Separation range: adequate for free and functionalised QDs

Virtual absence of interactions with the stationary phase

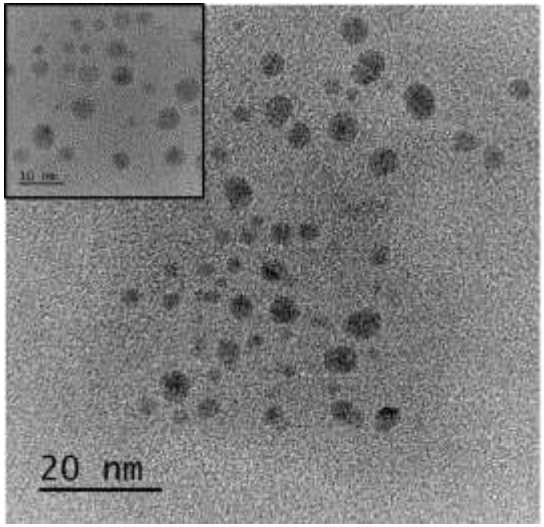
No need for highly ionic strength media

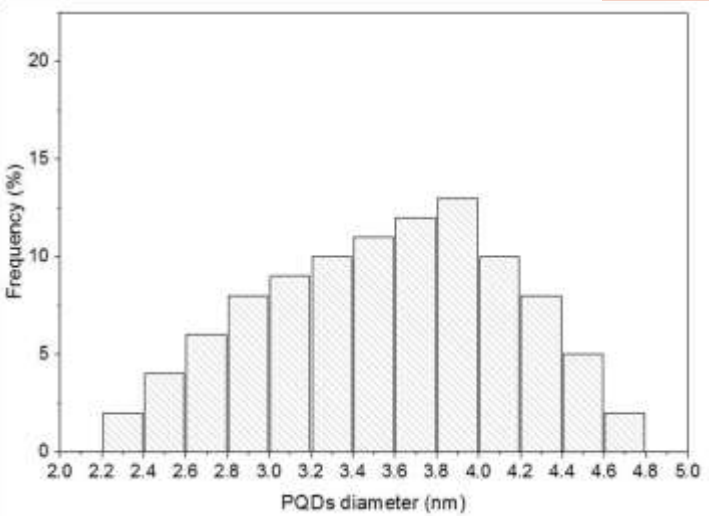
} Less degradation
Higher recoveries

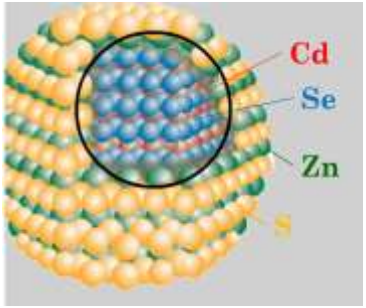
High-Resolution Transmission Electron Microscopy (HR-TEM)

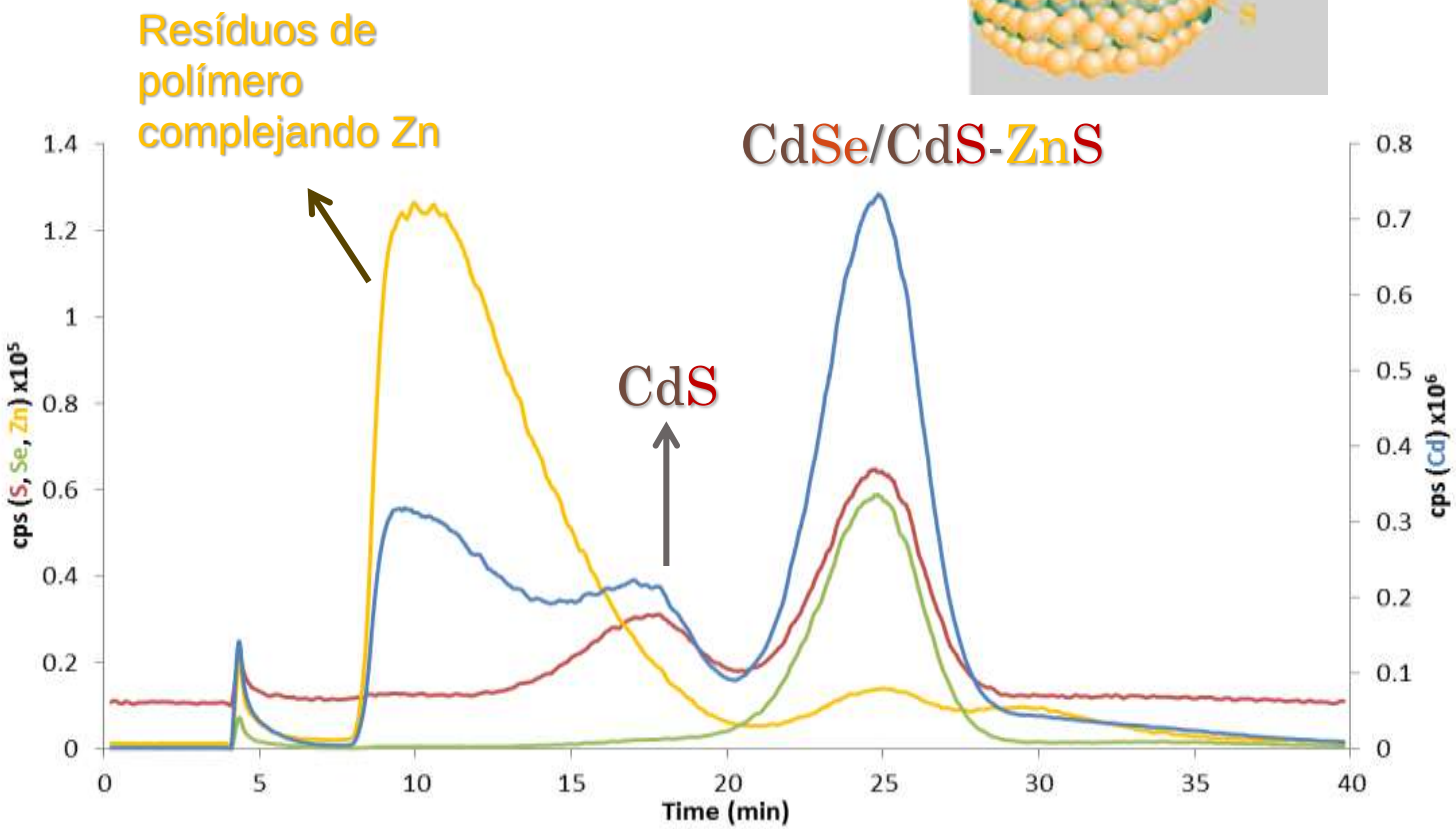
CdSe/ZnS QDs

HR-TEM = 3.51 ± 0.59 nm



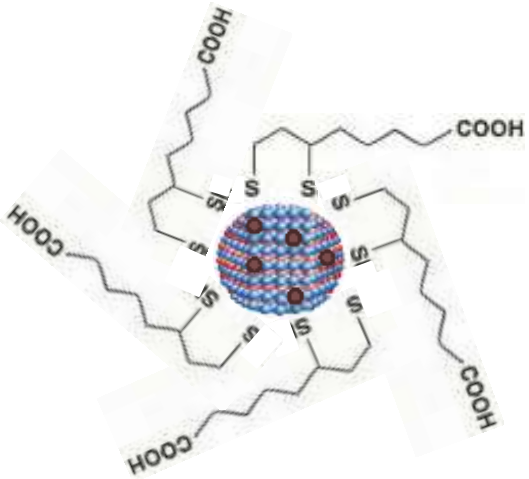



Cd
Se
Zn
S


Resíduos de polímero complejando Zn
CdSe/CdS-ZnS
CdS
cps (S, Se, Zn) x10^5
cps (Cd) x10^6
Time (min)
0
5
10
15
20
25
30
35
40
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
1.2
1.4
0.1
0.2
0.3
0.4
0.5
0.6
0.7
0.8

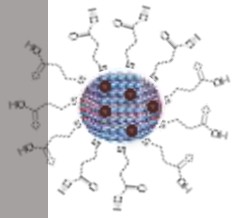
Nanopartículas fosforescentes

(alternativas a las fluorescentes)

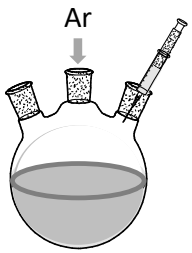


DHLA - Mn^{2+} ZnS QDs

- ✓ *Medidas de tiempo resuelto*
- ✓ *Se evita fondos de medios biológicos*
- ✓ *Mejora en la sensibilidad*

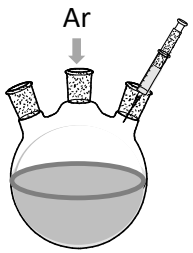


Mn:ZnS QDs



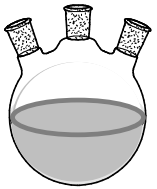
$MnCl_2 + ZnSO_4$
DHLA

30 min →



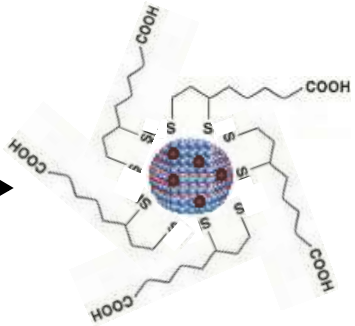
Inyección rápida de Na_2S

20 min →



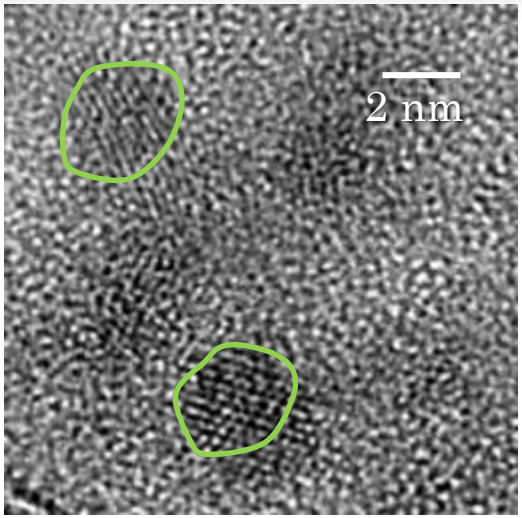
Atmósfera de aire
2 horas 50°C

purification →

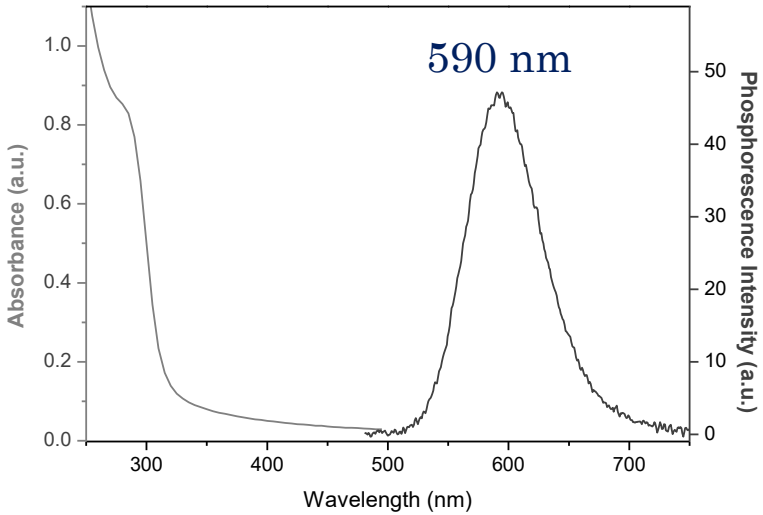


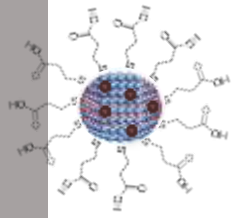
Mn:ZnS QDs

HRTEM

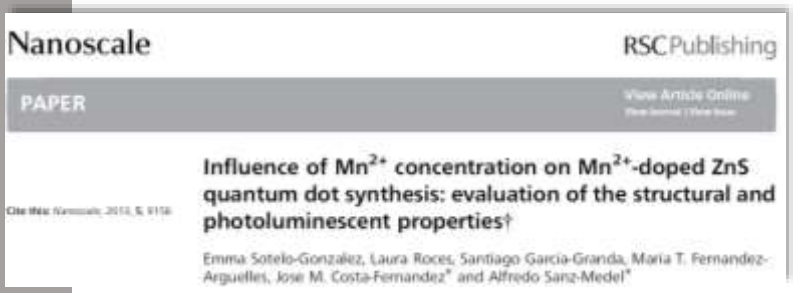


Nanopartículas luminiscentes





Mn:ZnS QDs



Nanoscale RSC Publishing

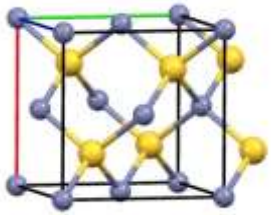
PAPER

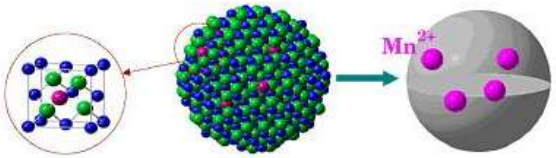
View Article Online

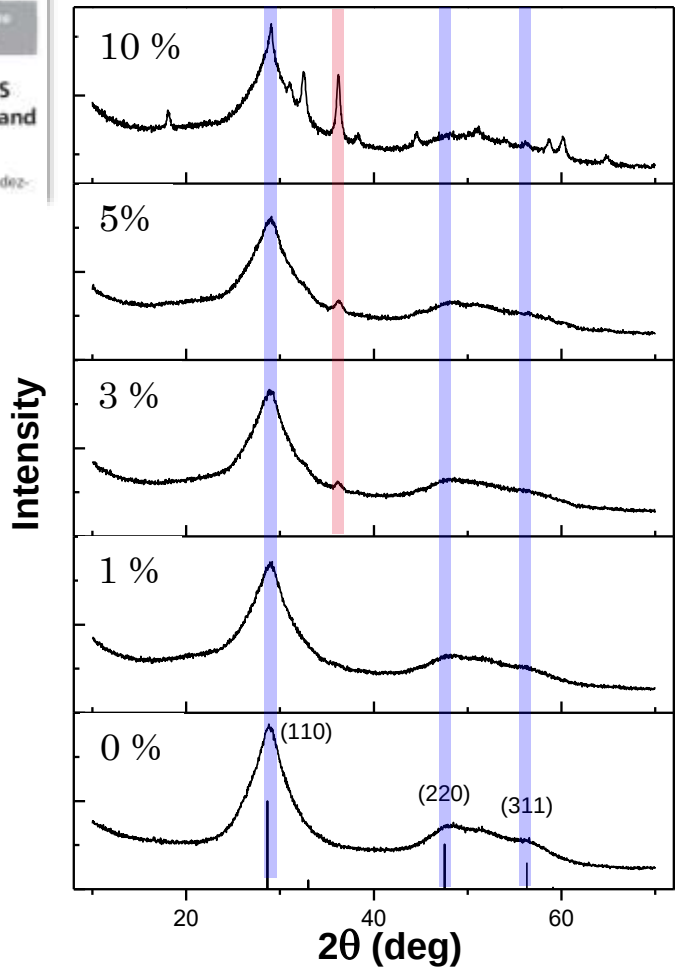
Influence of Mn^{2+} concentration on Mn^{2+}-doped ZnS quantum dot synthesis: evaluation of the structural and photoluminescent properties†

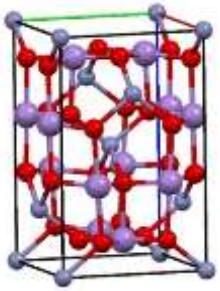
Emma Sotelo-Gonzalez, Laura Roces, Santiago Garcia-Granda, Maria T. Fernandez-Arguelles, Jose M. Costa-Fernandez* and Alfredo Sanz-Medel*

Blenda

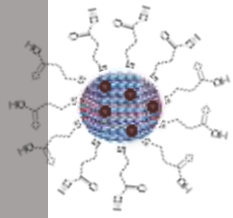








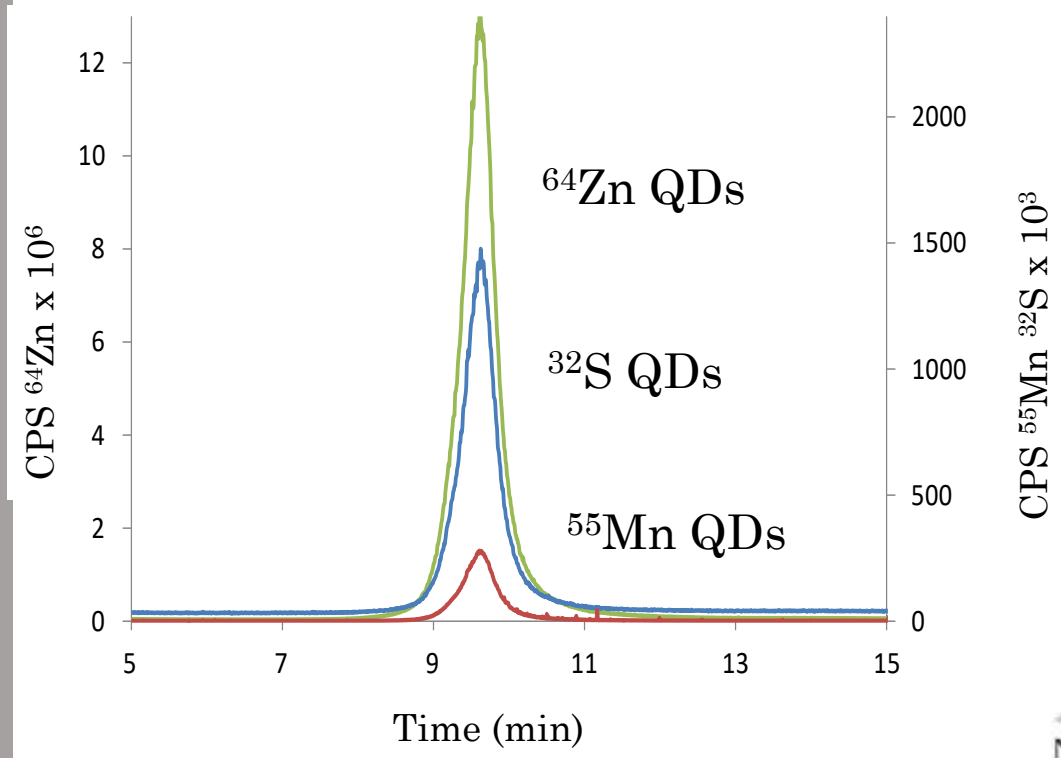
Hetaerolita ($MnZn_2O_4$)



Mn: ZnS QDs

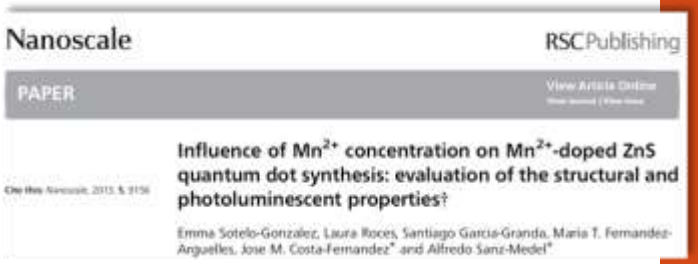
Caracterización elemental

AF4-ICPQQQ



Eficiencia del dopaje de Mn en los QDs

Mn:Zn → 0.034 ± 0.001



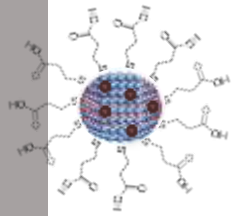
Nanoscale RSC Publishing

PAPER

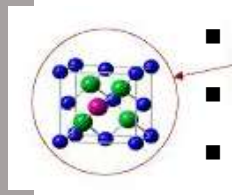
View Article Online

Influence of Mn^{2+} concentration on Mn^{2+}-doped ZnS quantum dot synthesis: evaluation of the structural and photoluminescent properties†

Emma Sotelo-Gonzalez, Laura Roces, Santiago Garcia-Granda, Maria T. Fernandez-Arguelles, Jose M. Costa-Fernandez* and Alfredo Sanz-Medel*

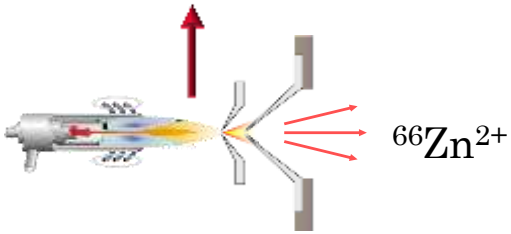


Concentración de nanopartículas



- 4 Zn atomos /celda
- Parámetro de red "***a***"
- Tamaño del nanocristal

Masa de Zn en la muestra



XRD
97 % Zn (en QD)

ICP-MS
(^{66}Zn)

Concentración de nanopartículas

Nº átomos de Zn en un **QD**

$$n_{Zn}^{at}(QD) = \frac{4\pi}{6}\left(\frac{d}{a}\right)^3$$

$$c_{QDs}(\mu mol) = \frac{M_{Zn}(\mu g) \times 0,97}{n_{at}^{Zn} \times M_{W}^{Zn}(g/mol)}$$

Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

cpr Oviedo

CIENCIA VIVA
OVIEDO
UNIVERSIDAD DE OVIEDO

¿Puede la nanotecnología revolucionar la medicina del futuro?

¿Porqué un Químico?

Nanotecnología: definición y herramientas

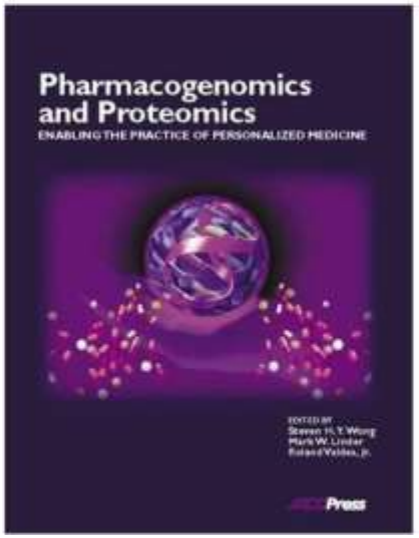
Aplicaciones en medicina

Toxicología: un reto actual

¿Que puedo hacer con las nanopartículas en el campo de la medicina?

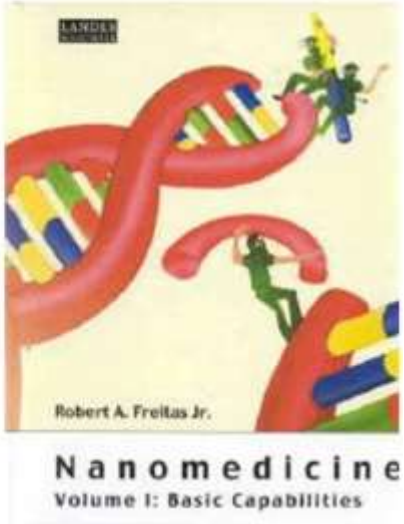
Conventional
"Modern"
Medicine

"Personalized" or
"Molecular"
Medicine

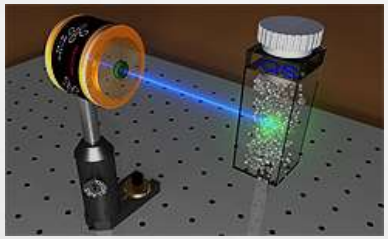


+

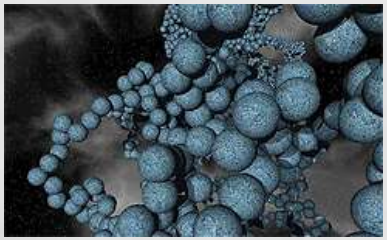
Nanomedicine
Single-cell
Medicine



Nanotecnología en medicina



Nanotecnología puede ofrecer nuevas herramientas en medicina

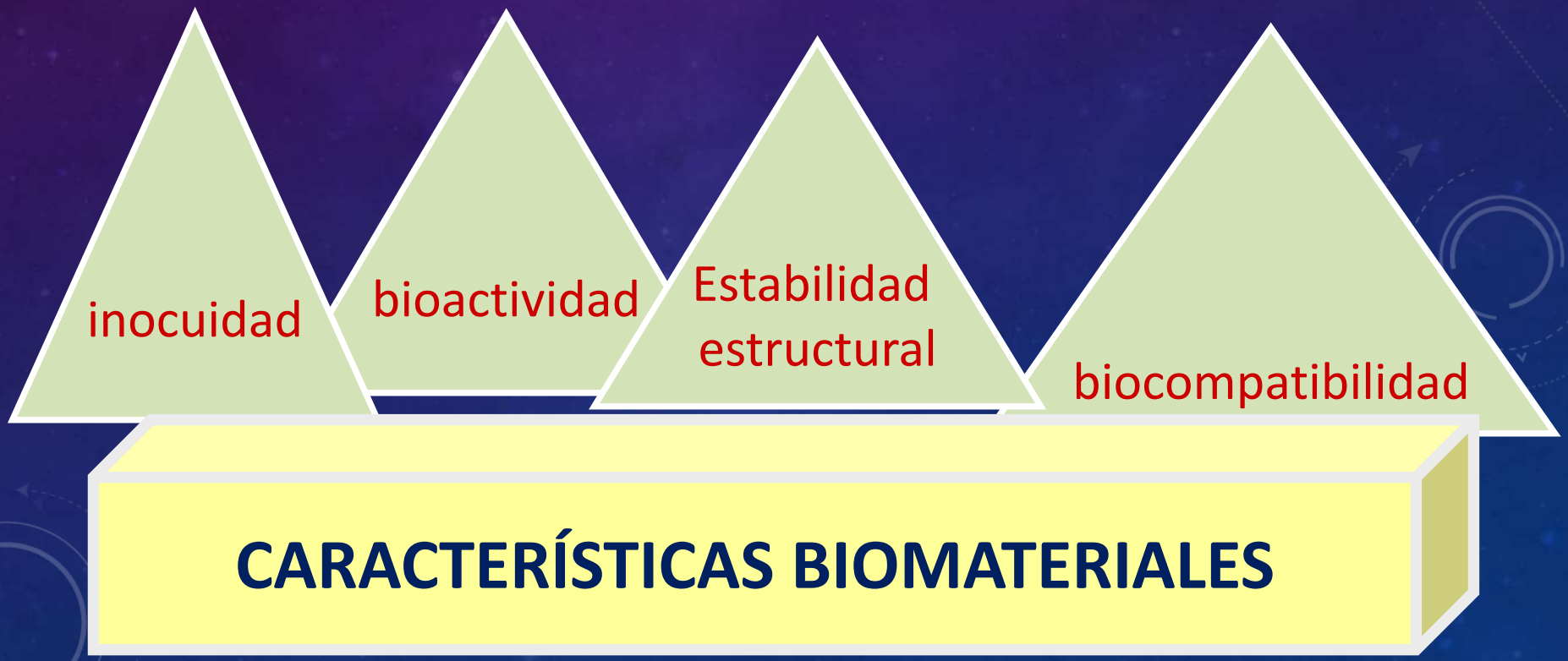


ALGUNOS RETOS EN MEDICINA

Prótesis más resistentes

BIOMATERIALES, REPUESTOS PARA EL CUERPO HUMANO

- Materiales farmacológicamente inertes destinado a ser implantado dentro de un ser vivo con el fin de restaurar o reemplazar algunas de sus funciones, o favorecer la estética personal.
- Materiales de origen metálico, cerámico o polimérico



EJEMPLOS

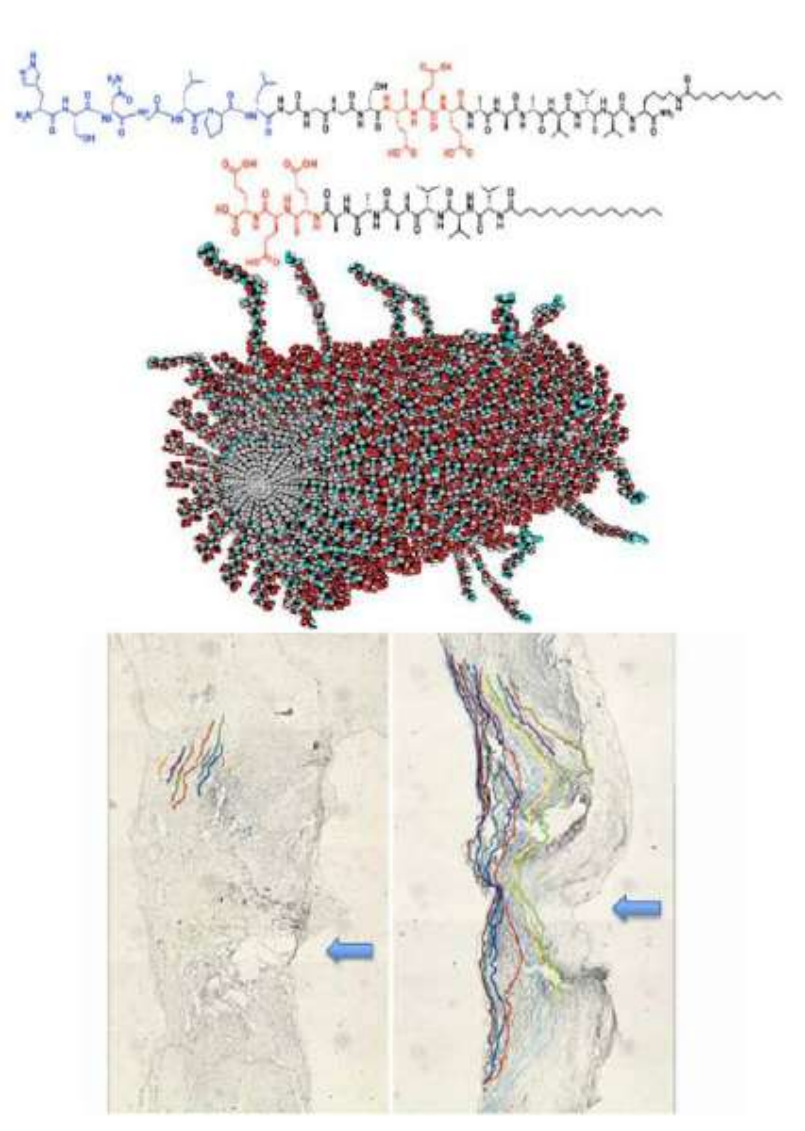
Prótesis de rodilla
Nanopartículas de Titanio

Implantes en el corazón:
STENT,
muelles de Niquel-titanio

En cirugía maxilofacial

NANOTECNOLOGÍA EN LA INGENIERÍA DE TEJIDOS – REEMPLAZO DE CARTÍLAGOS

- **Samuel Stupp en Northwestern ha demostrado que la nanotecnología se puede utilizar para regenerar médulas espinales cortadas.**
- **Se utilizan dos polipéptidos anfifílicos que cuando se mezclan en una solución acuosa se autoensamblan formando un nanotubo**
- **Como se ve en la derecha, estos nanotubos muestran factores de crecimiento péptidico.**
- **En ratones, estos sistemas han demostrado para promover el crecimiento axonal y servir de puente entre zonas lesionadas.**



ALGUNOS RETOS EN MEDICINA

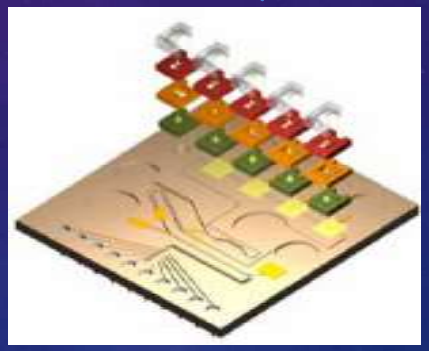
Técnicas de Diagnóstico/control personal

Prótesis más resistentes

BioMEMS PARA SCREENING Y DIAGNÓSIS

Objetivo es desarrollar dispositivos de diagnóstico portátiles para pruebas médicas personalizadas y seguimiento de tratamientos

Sistema de análisis biomédico y de comunicación



BioChip desechable para diagnóstico

EL MUNDO
Líder mundial en español | Viernes 07/09/2012. Actualizado 16:45h.
Nanotecnología
Google ELMUNDO.es

UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI

SENSORES | Podría comercializarse en unos cinco años

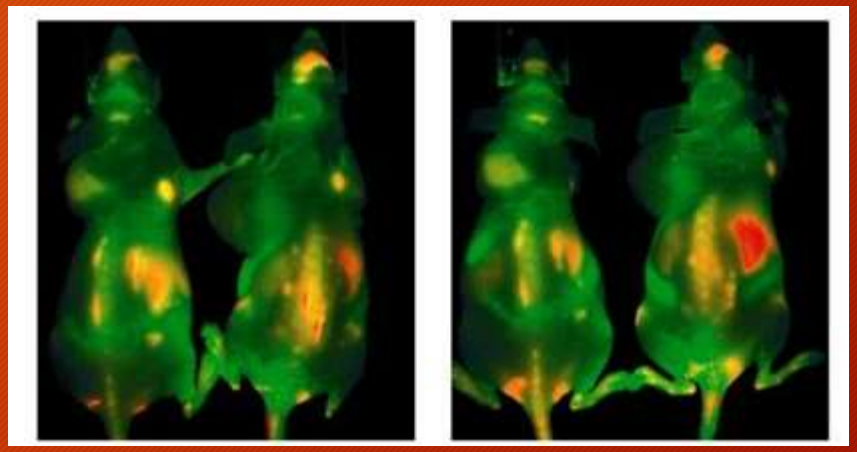
Ropa 'inteligente' para vigilar el estado de salud

Científicos de la URV inyectan sudor artificial en el tejido. | Fotos: URV

- Investigadores de la URV desarrollan tejidos con sensores químicos
- Permiten analizar fluidos corporales, como el sudor o la orina
- Los datos recabados son enviados a dispositivos electrónicos
- Trabajan también en el diseño de pañales con sensores para analizar orina

ALGUNOS RETOS EN MEDICINA

Técnicas de Diagnóstico/control personal

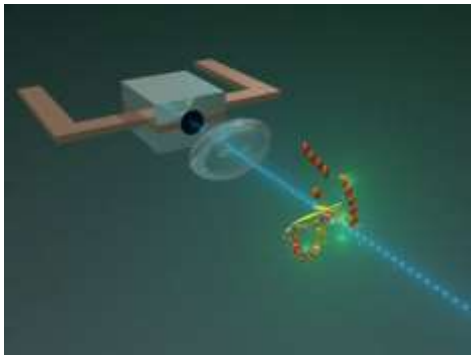


Técnicas de imagen - diagnóstico

Prótesis más resistentes

MARCADORES BIOLÓGICOS

Fabricando nanomateriales



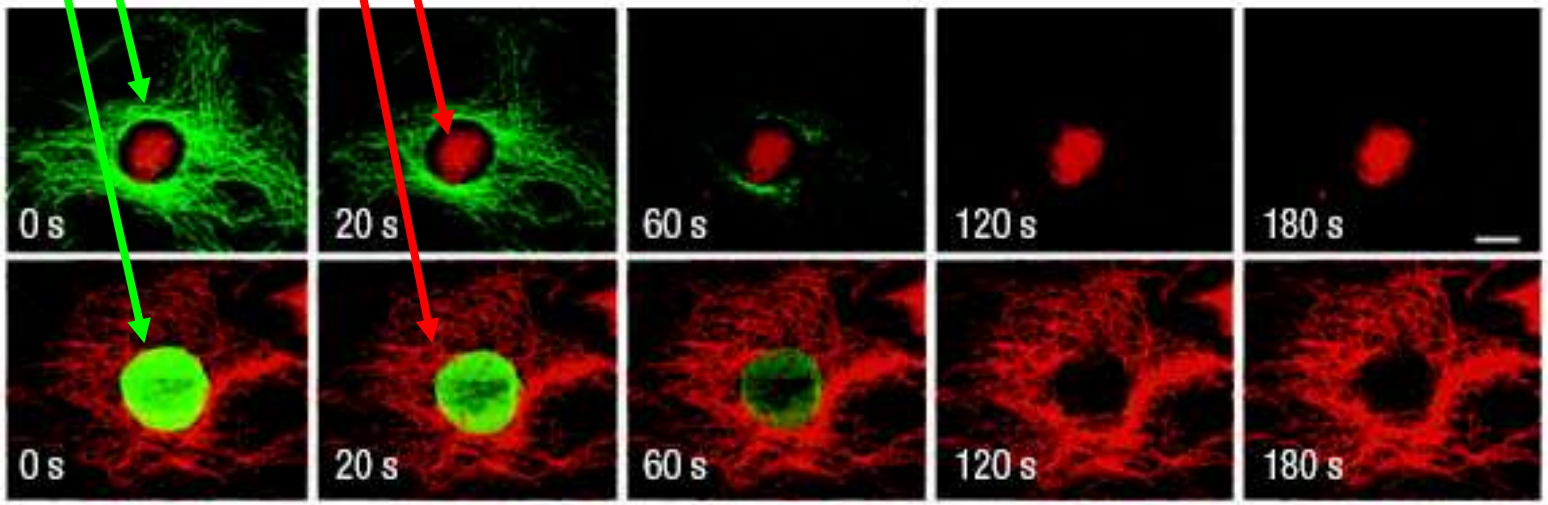
La Fluorescencia: una herramienta muy útil en bioanálisis y medicina

QUANTUM DOTS

Quantum Dots

Fotoestabilidad (Quantum Dots no sufren fotodescomposición)

Alexa 488 QD 630

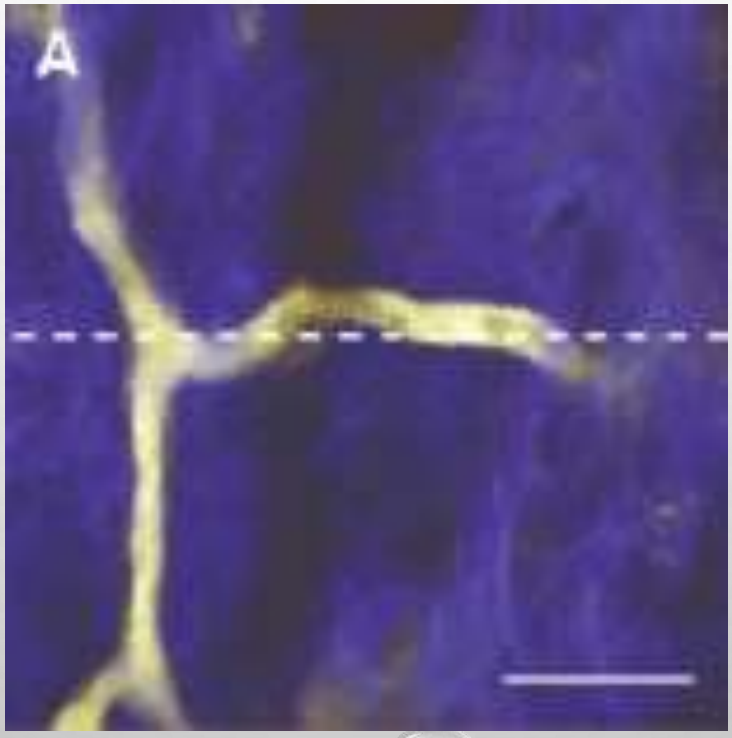


Wu et al. 2003

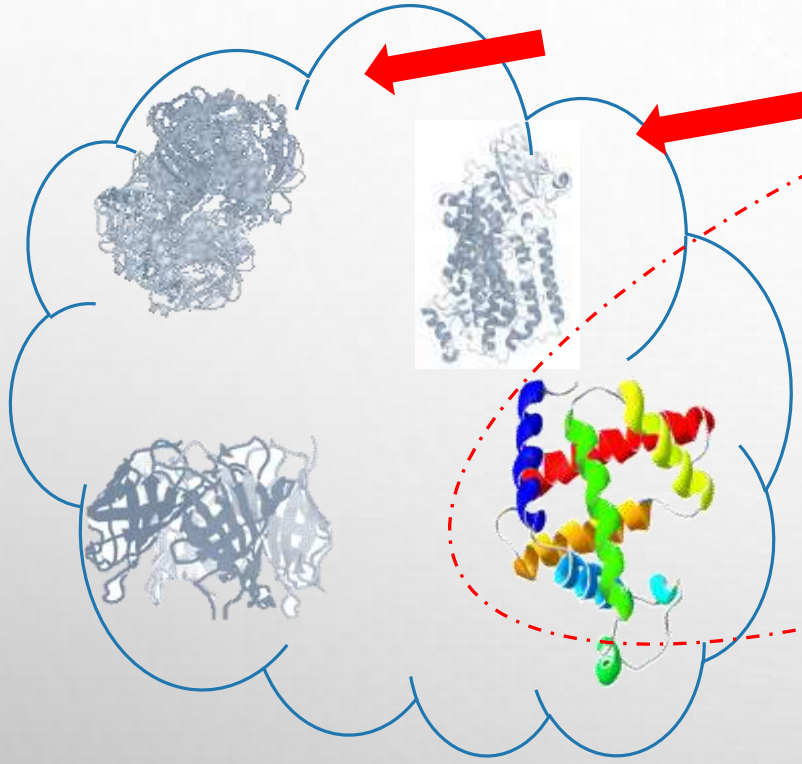
Nanopartículas en Imágenes médicas & Diagnósis

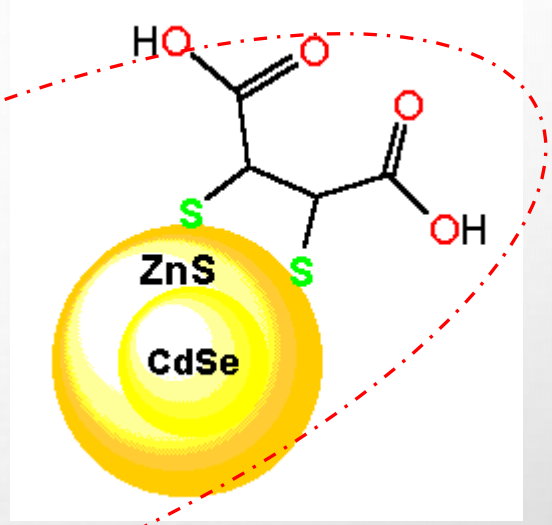
Angiografía de ratón vivo (medidas a través de la piel)

(D.R. Larson, et al. Science, 2003, 300:1434-1436)



El problema analítico

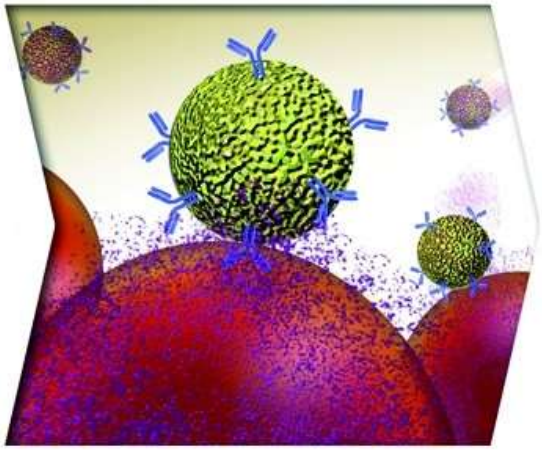


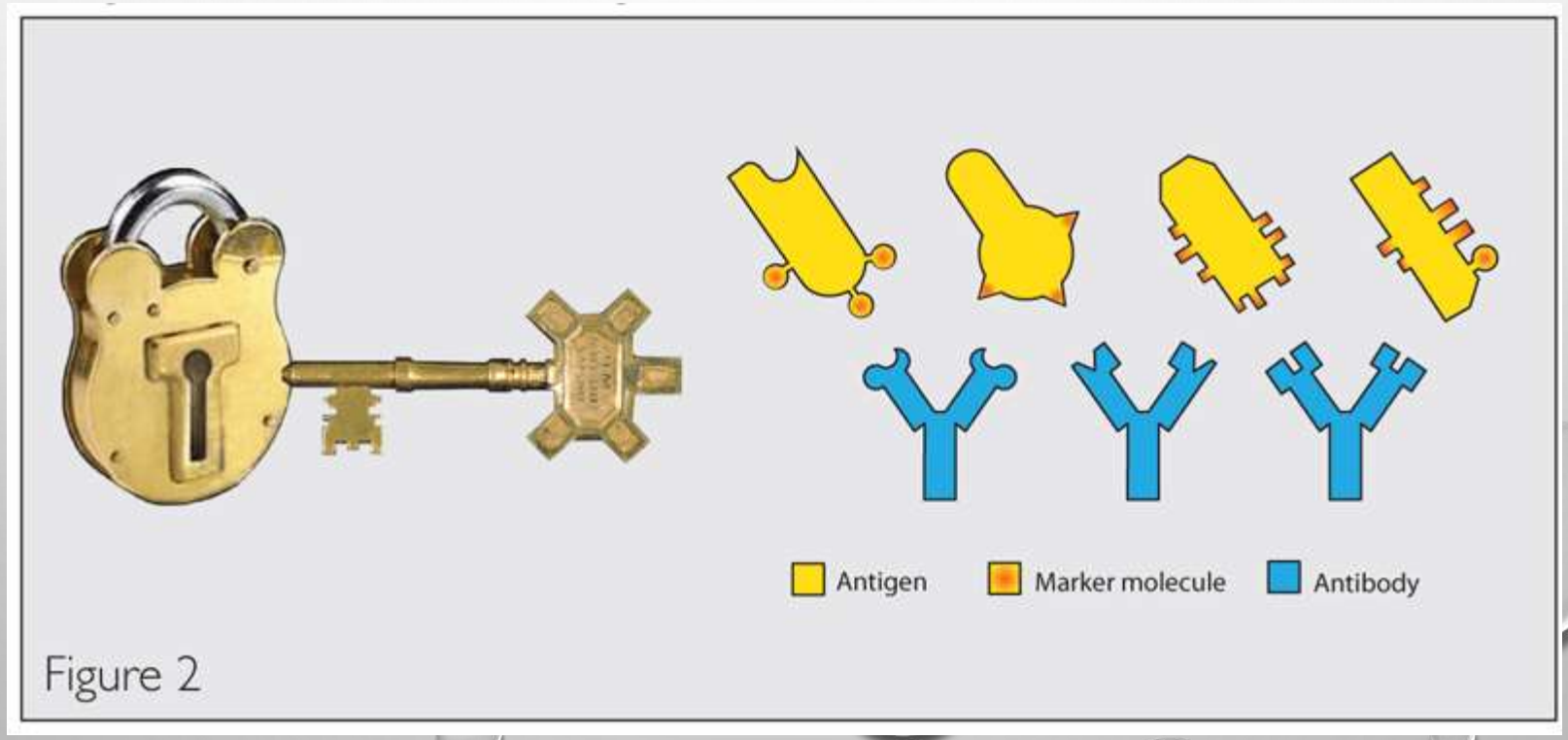


Mezcla de proteínas en un medio biológico

Nanopartícula

La solución





Nanopartículas y Bioanálisis

Diagnósis de Tumores

Tumores

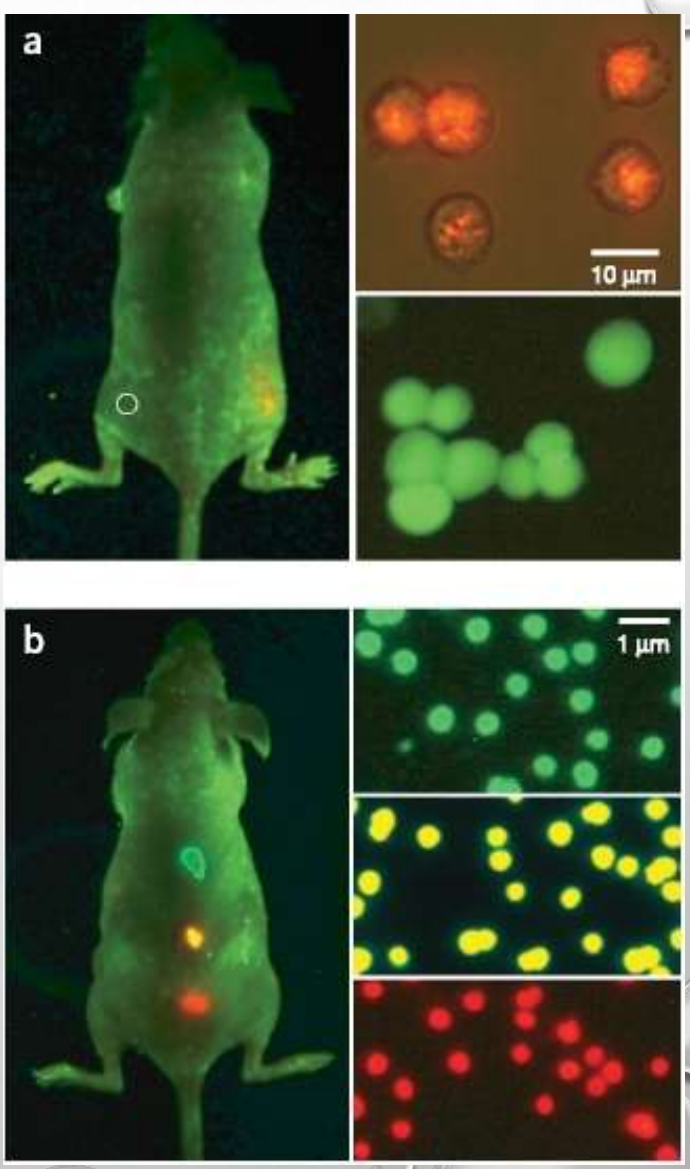
Zona de inyección

Nie et al. **NATURE BIOTECHNOLOGY** 22 (2004) 969

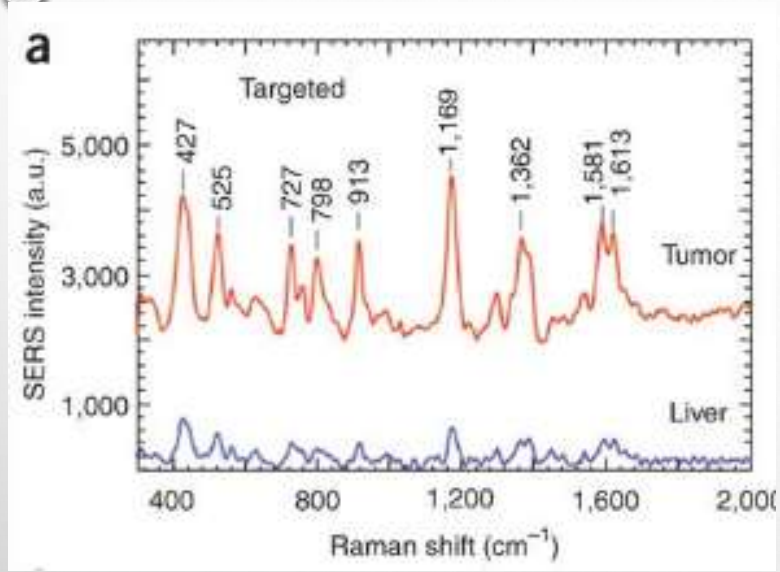
Nanopartículas y Bioanálisis

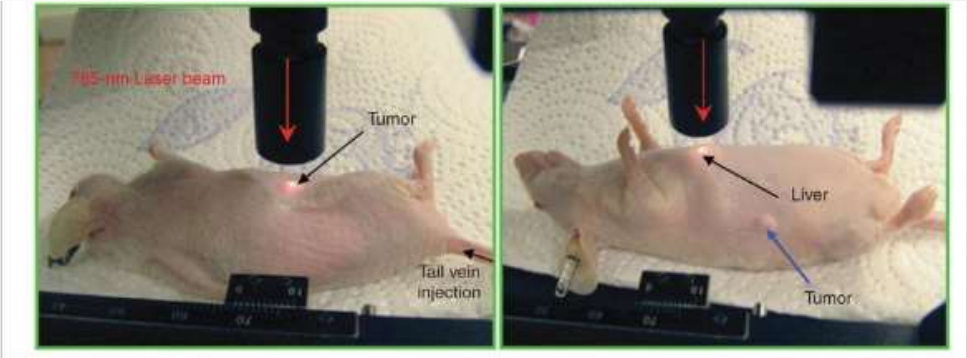
Diagnósis de Tumores y multianálisis

Nie et al. NATURE BIOTECHNOLOGY 22 (2004) 969



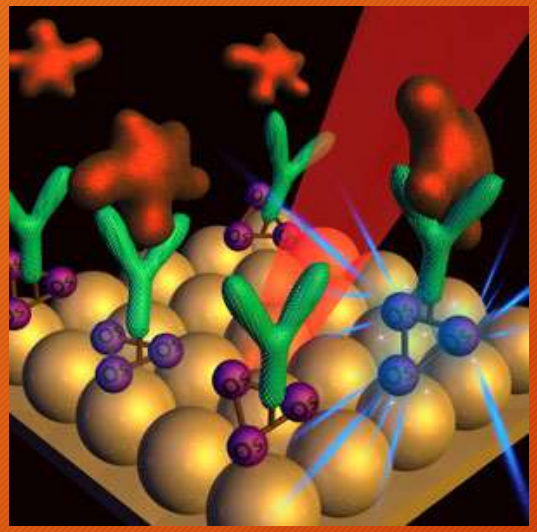
DETECCIÓN DE TUMORS “IN VIVO”





Nature Biotechnology 2008;Vol.26 pp. 83–90

ALGUNOS RETOS EN MEDICINA



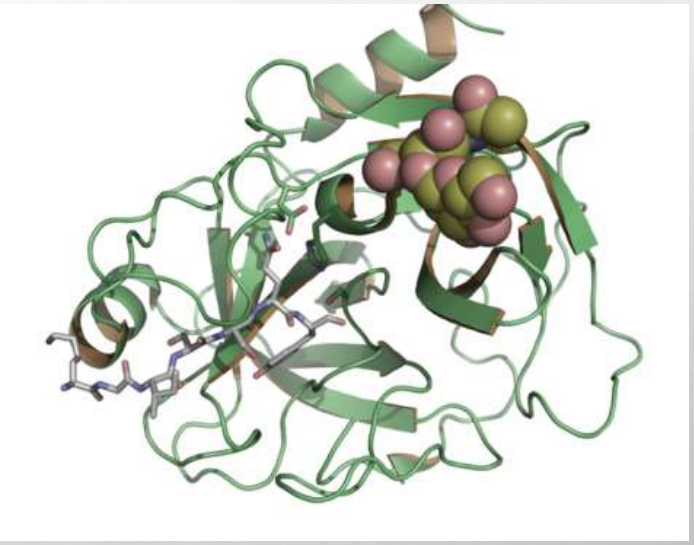
Diagnóstico rápido

Desarrollo de un inmunoensayo

Prostatic Specific Antigen (PSA)

Cáncer de próstata

4 - 10 ng/mL



Prostate specific antigen, PSA

- ❑ Sandwich-type ELISA (better detection limits)
- ❑ Using a secondary Ab labelled with the QDs
  - ✓ Does not affect the recognition capabilities of the specific Ab
  - ✓ Generic platform → different protein determination possible without the need of any further bioconjugation optimization

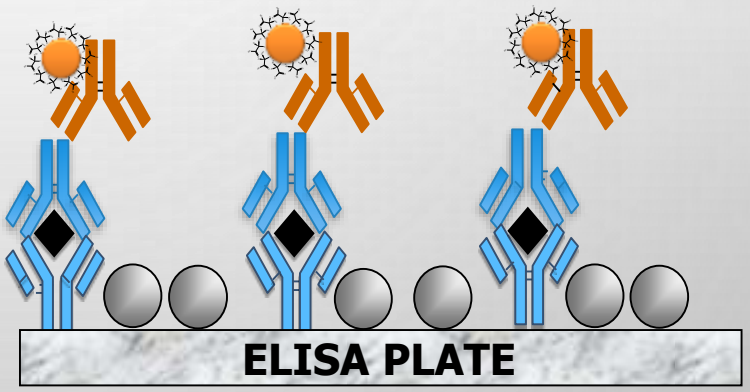
Mn: ZnS QDs

Goat Ab anti-rabbit IgG

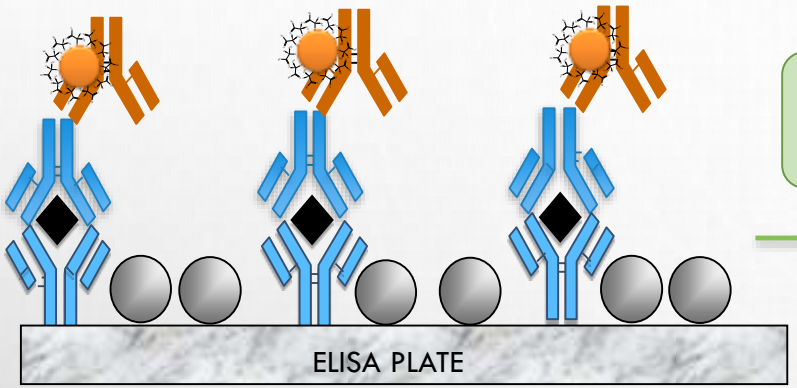
Rabbit Ab anti-PSA

PSA

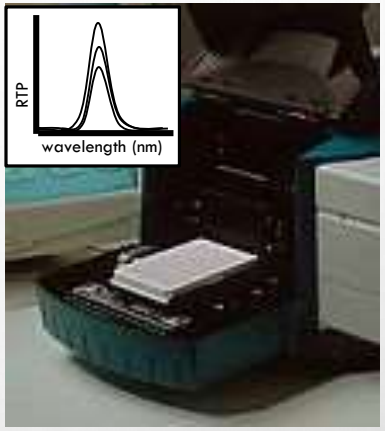
Mouse Ab anti-PSA



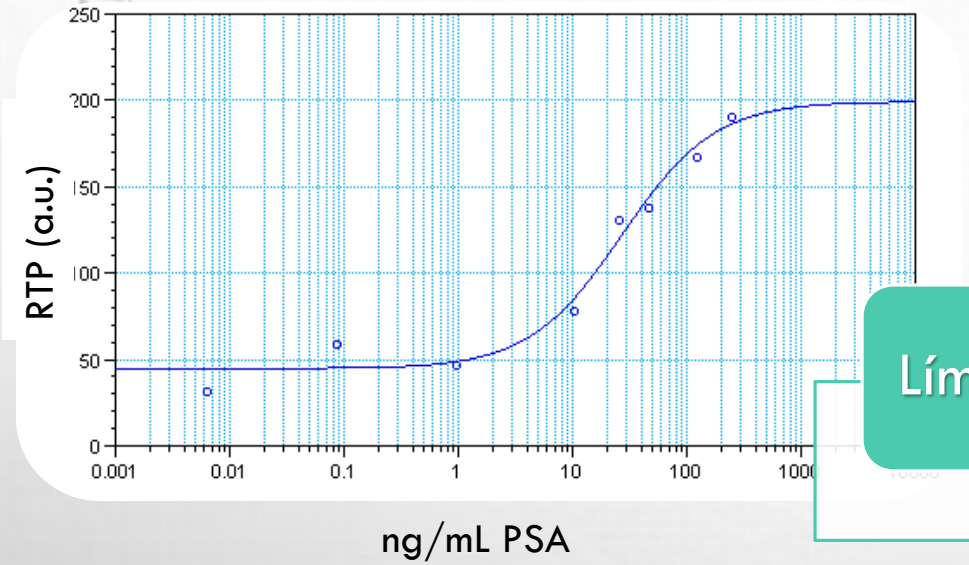
Inmunoensayo para la detección de PSA



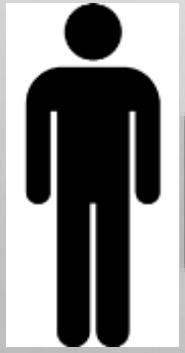
Phosphorescent detection



Inmunoensayo para la detección de PSA

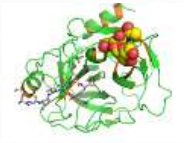


Límite de detección (ng/mL) : 2.0

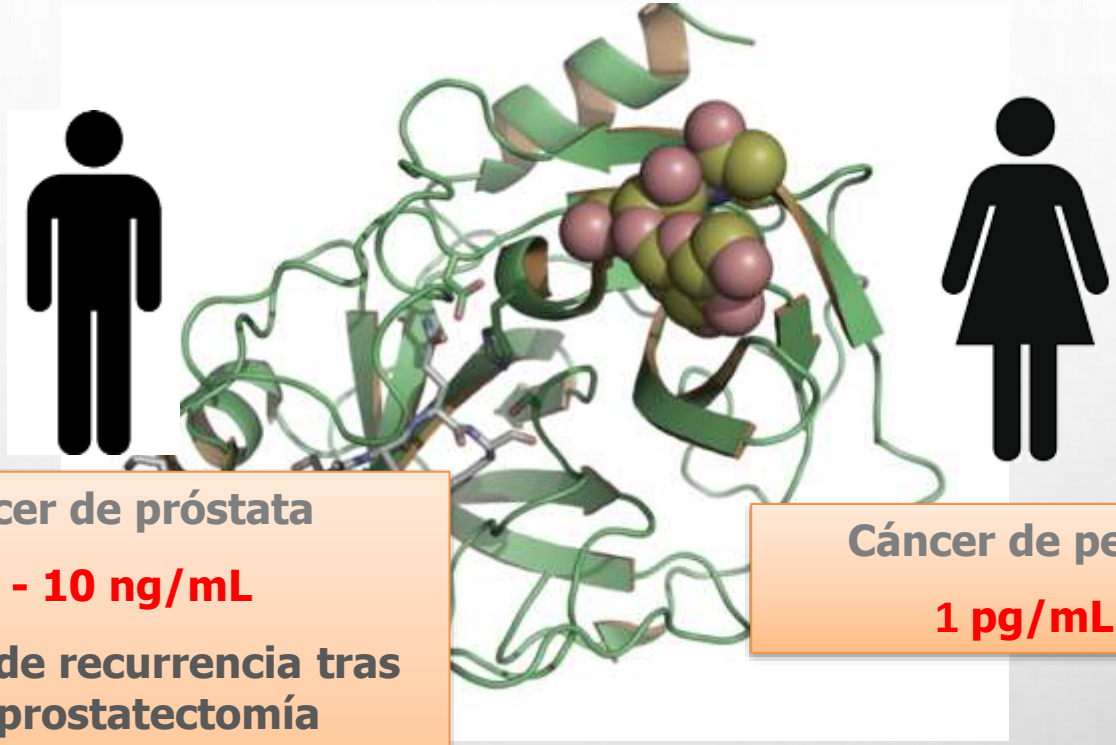


Cáncer de próstata

4 - 10 ng/mL



Prostate specific antigen, PSA



Cáncer de próstata

4 - 10 ng/mL

Control de recurrencia tras una prostatectomía

pg/mL

Cáncer de pecho

1 pg/mL

analytical chemistry — ARTICLE — pubs.acs.org/ac

Discrimination of Breast Cancer by Measuring Prostate-Specific Antigen Levels in Women's Serum

Ying-Feng Chang,[1,§] Shuo-Hui Hung,[3,#] Yi-Jang Lee,[4] Ran-Chou Chen,[4,∇] Li-Chen Su,[○] Chao-Sung Lai,[⊥,⊥] and Chien Chou*[1,§,○,⊥]

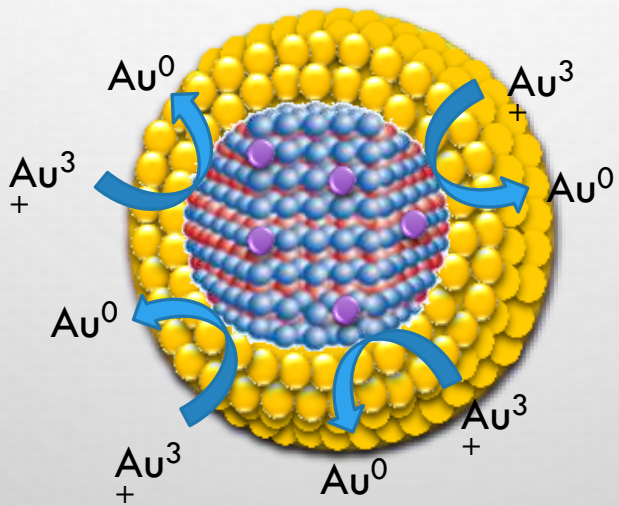
dx.doi.org/10.1021/ac200754x | *Anal. Chem.* 2011, 83, 5324–5328

Deposición de oro catalítica

Estrategias de amplificación: aumento en el tamaño de la NP y detección de los iones

NP semilla + agente reductor + Au^{3+} $\longrightarrow$ Au^0

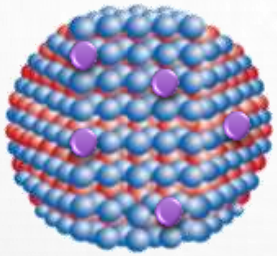
NH_2OH

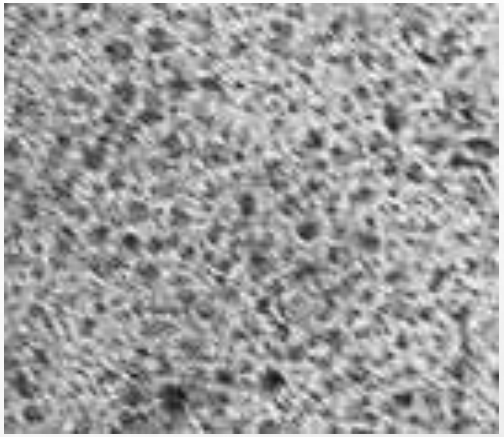


Deposición de oro catalítica

tamaño 2-4 nm

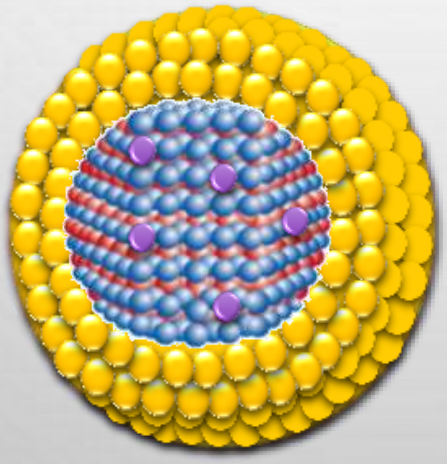
200 – 2000 átomos

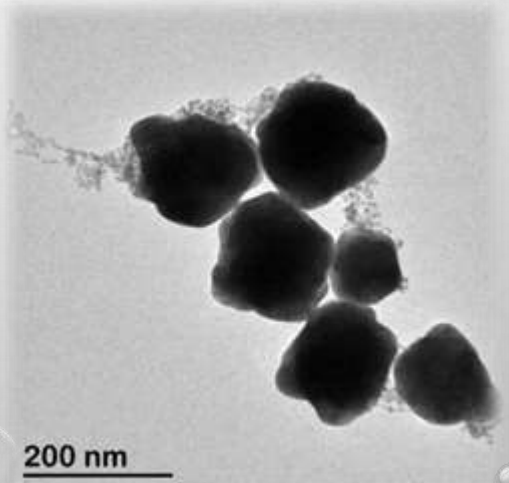




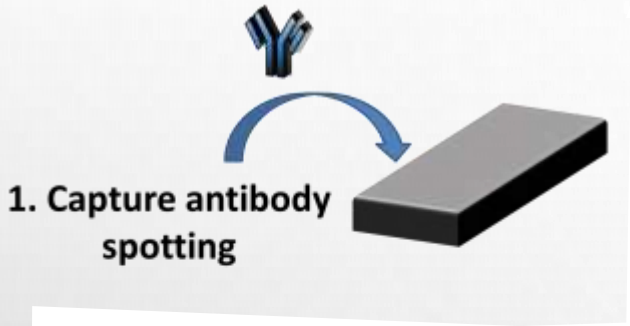
tamaño nm- µm

$2x10^6$- $2x10^9$ Au átomos

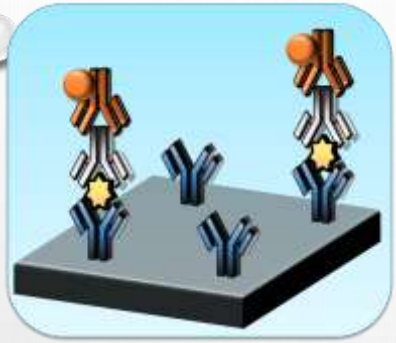




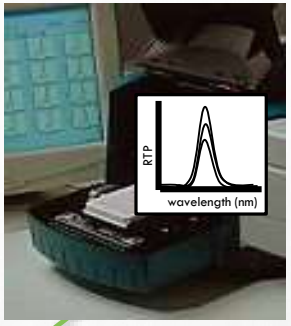
Deposición de oro catalítica



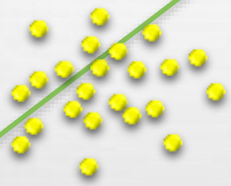
Deposición de oro catalítica

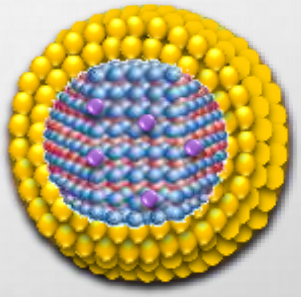


Detección Luminescente



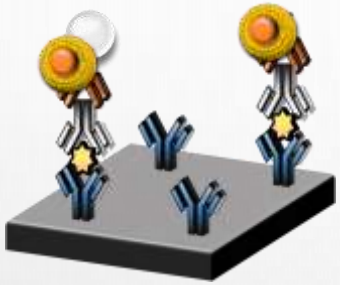
Disolución



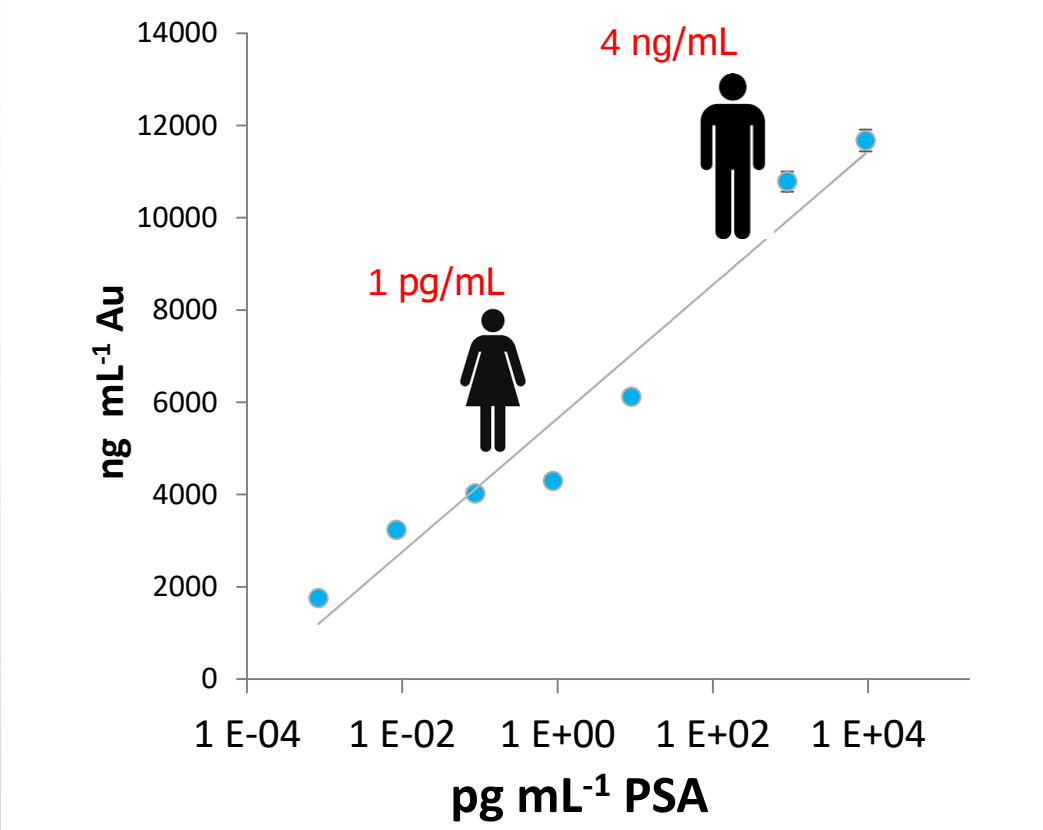


Detección de oro

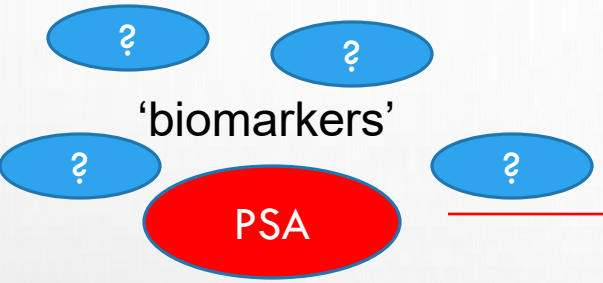
Deposición de oro catalítica



Detección de la nanopartícula de oro



BIOMARKER RESEARCH STATUS

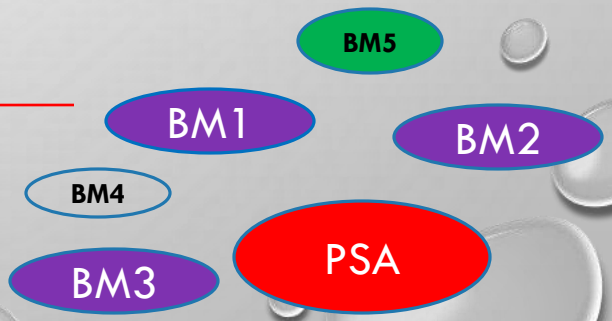


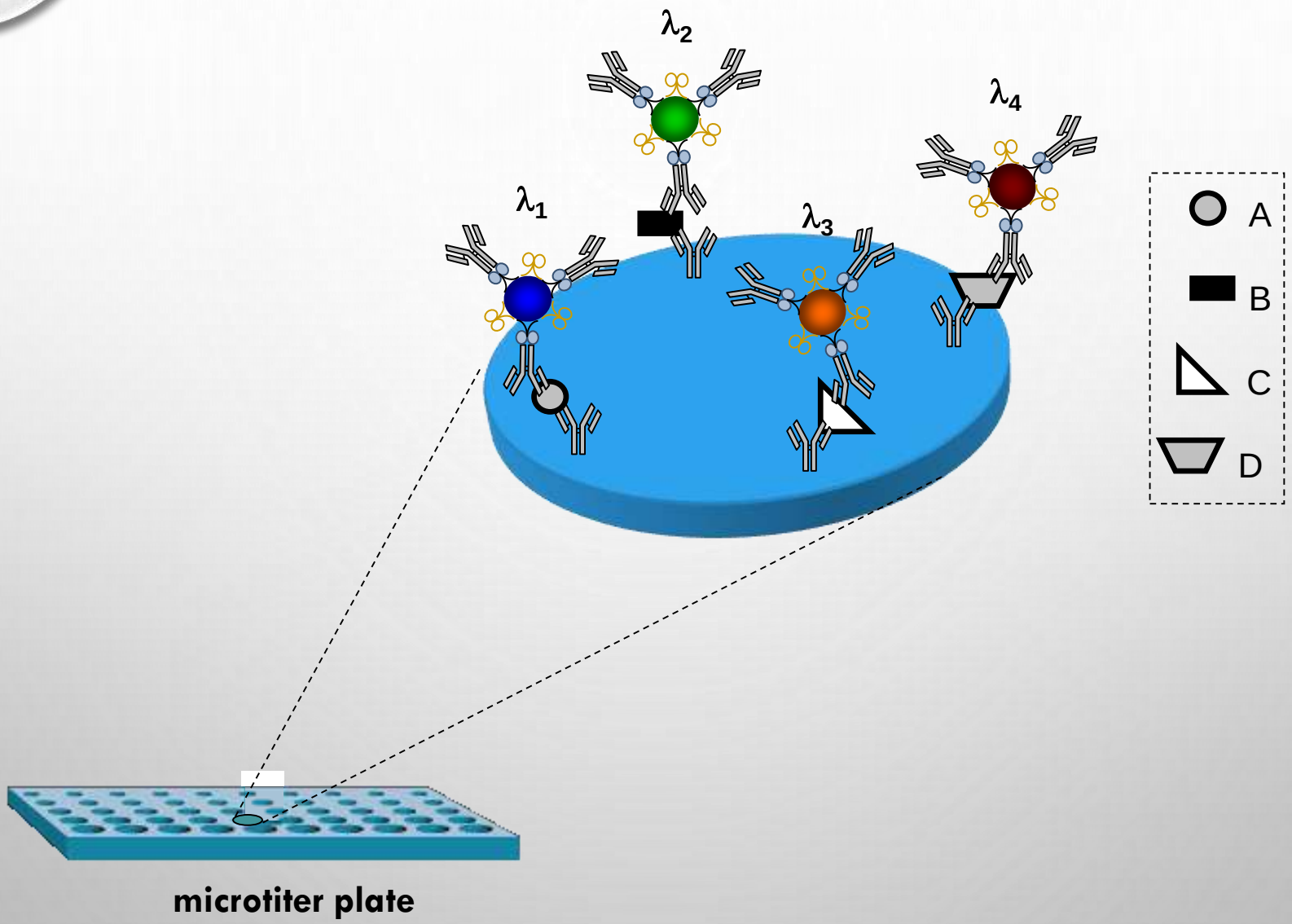
HOY

Hmmm!! I see you have abnormal PSA levels. You might have some problems in your prostate. We must check for cancer

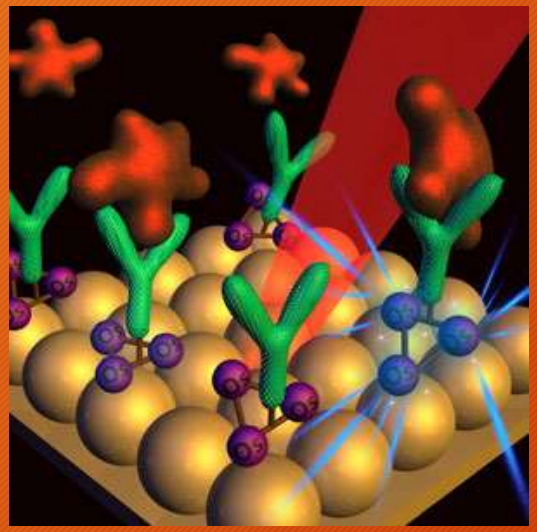
Oh!! You have abnormal PSA levels. Also, your levels of BM1,BM2,BM3 are off, and BM4 levels are subnormal. You are starting to develop prostate cancer of the A phenotype. But don't worry your BM5 is fine, so metastasis hasn't occurred yet. Let's start treatment

THE FUTURE




λ2
λ4
λ1
λ3
A
B
C
D
microtiter plate

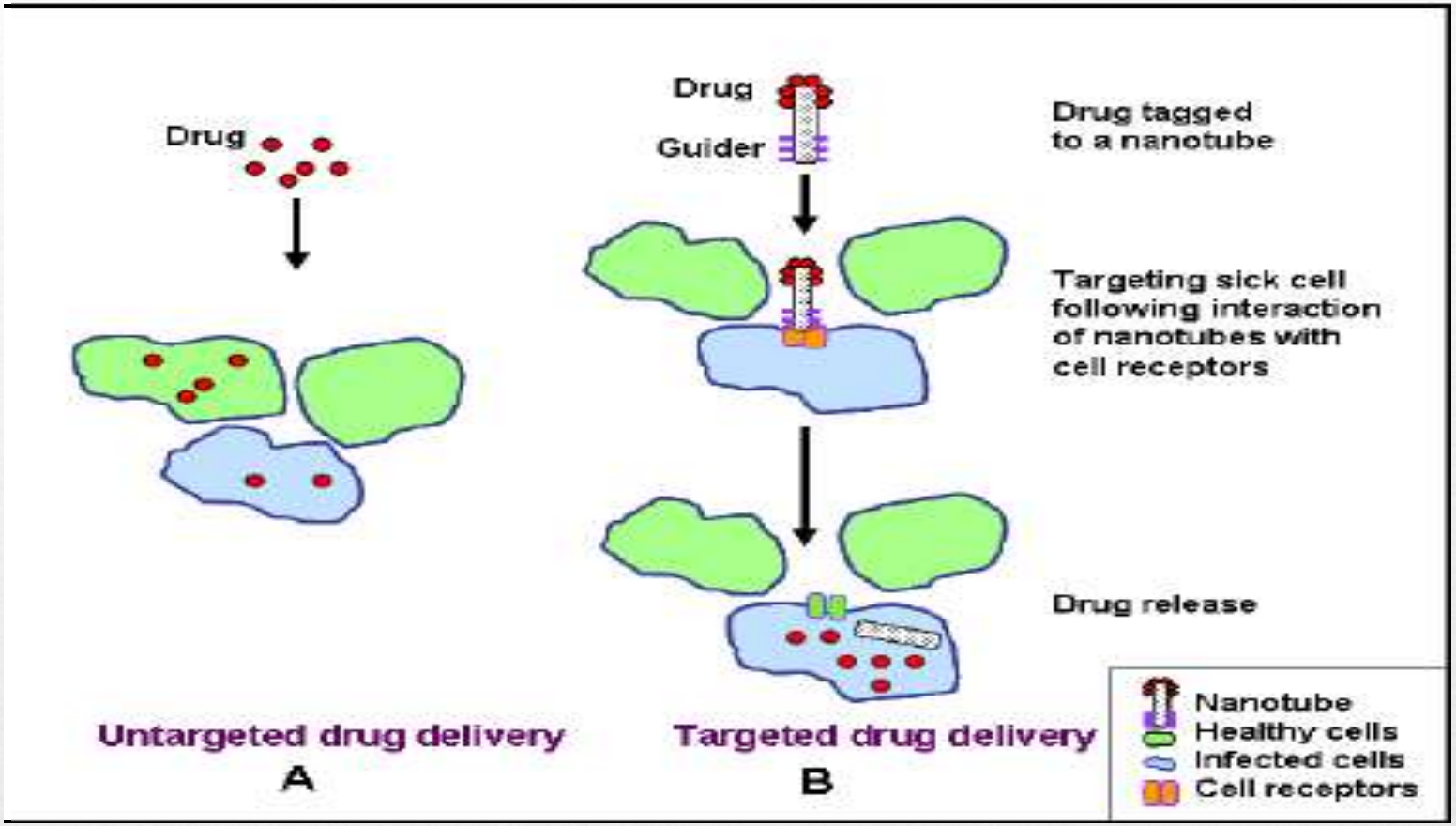
ALGUNOS RETOS EN MEDICINA



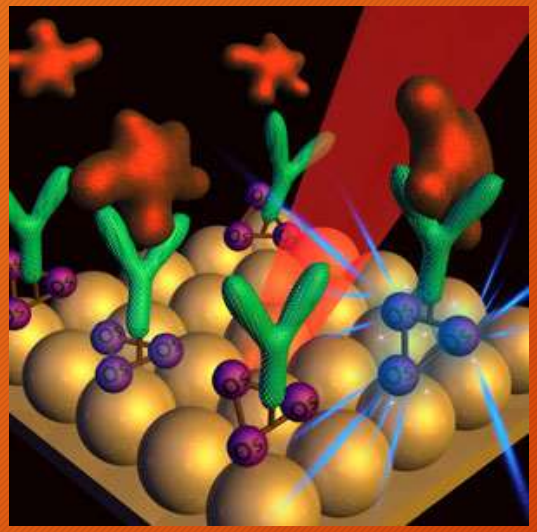
Diagnóstico rápido

“Drug delivery” controlado

Liberación controlada de fármacos

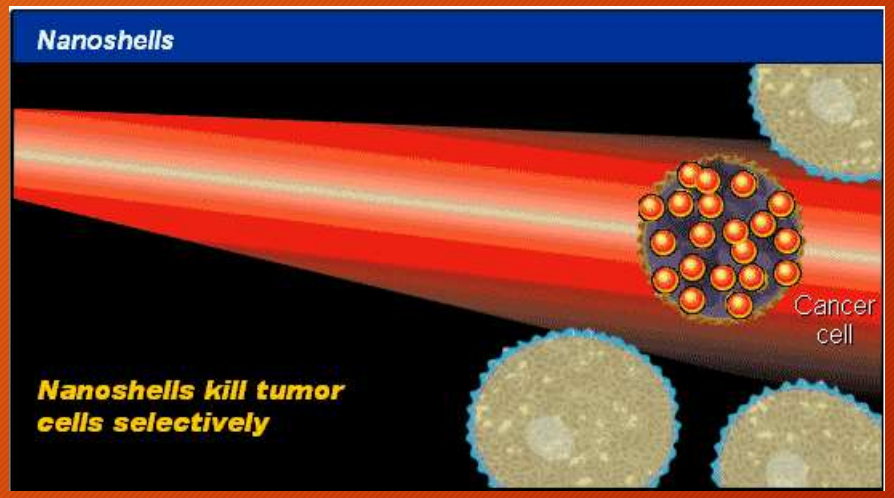


ALGUNOS RETOS EN MEDICINA



Diagnóstico rápido

Nuevas terapias



"Drug delivery" controlado

Nanopartículas en Terapia

Oro coloidal

Las inyecciones intramusculares de suspensiones de nanopartículas de oro, se ha utilizado por décadas para aliviar el dolor relacionado con la artritis reumatoide.
El mecanismo es aún desconocido.

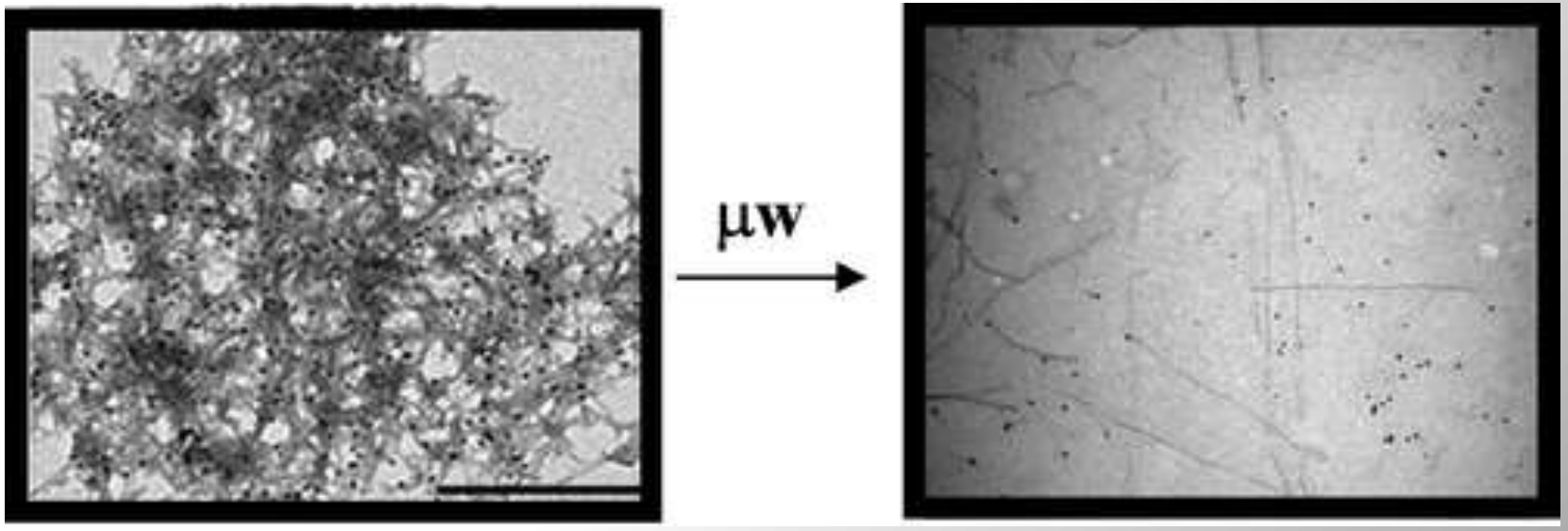
Source: John Hopkins Center

Un haz de luz infrarroja ilumina a dos muestras de ratones. La temperatura local aumenta para el ratón que recibió la inyección de nanobarras de oro.

Adv. Mater. 2009, 21, 3175–3180

Nanopartículas de oro vs. Alzheimer

Las nanopartículas de oro funcionalizadas se unen selectivamente al agregado de proteína amyloidal. Las microondas de cierta frecuencia son irradiadas en la muestra. Resonancia con las nanopartículas de oro aumenta la temperatura local y destruir el agregado.

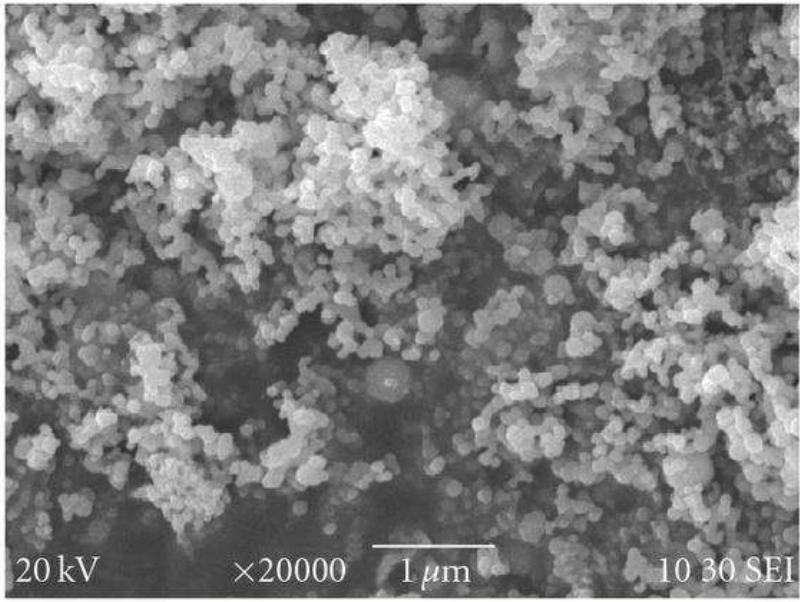


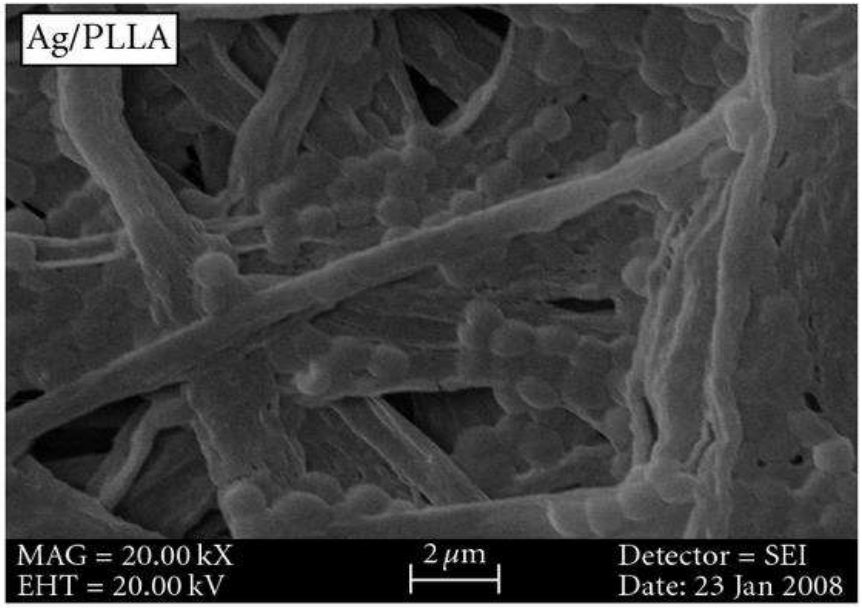
Before irradiation *After irradiation*

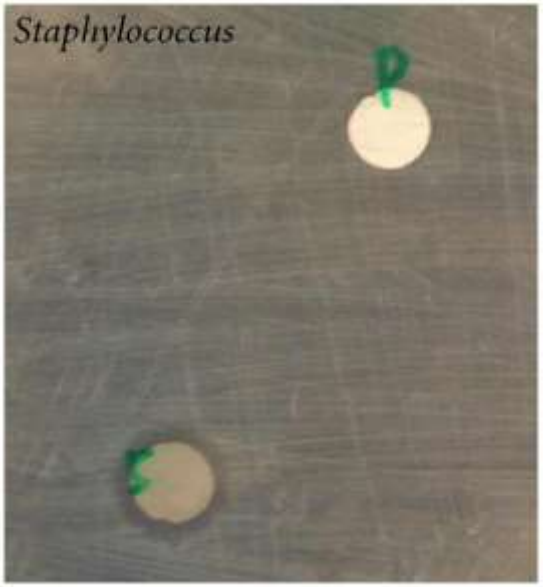
Nanoletters 2006, Vol. 6, pp.110-115

Superficies antimicrobiales

- Nanopartículas de plata ahora se están agregando a las fibras de la ropa y vendajes, así como incorporarse a superficies en hospitales para reducir la tasa de infecciones bacterianas







Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

cpr Oviedo

CIENCIA VIVA
OVIEDO
UNIVERSIDAD DE OVIEDO

¿Puede la nanotecnología revolucionar la medicina del futuro?

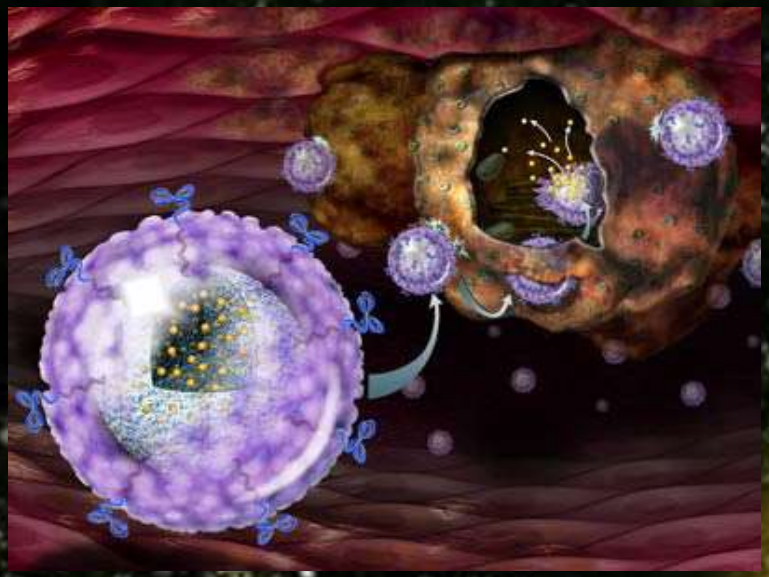
¿Porqué un Químico?

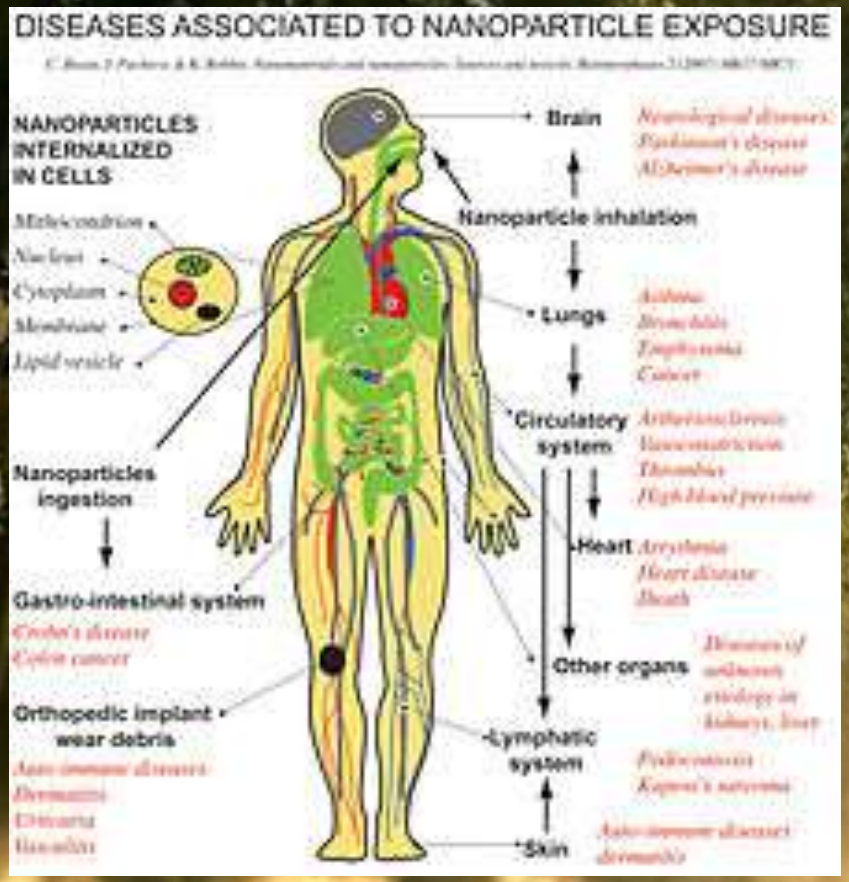
Nanotecnología: definición y herramientas

Aplicaciones en medicina

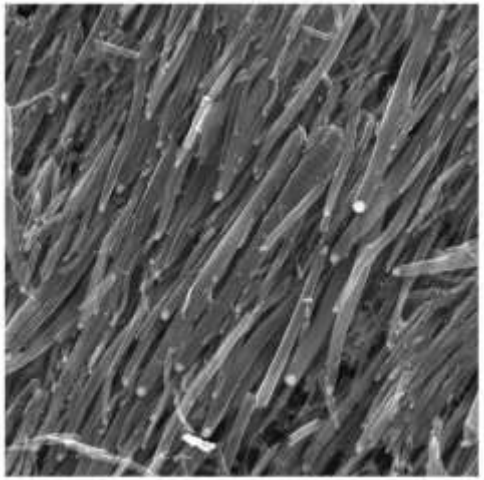
Toxicología: un reto actual

Toxicidad de las nanopartículas





NanoCiencia y NanoTecnología



Las mismas propiedades que hacen tan singulares a las nanopartículas también podrían ser responsables de su toxicidad potencial

Evaluando la toxicidad de las NPs

Toxicidad de las nanopartículas?

Hay muchas discrepancias que pueden atribuirse a varios factores:

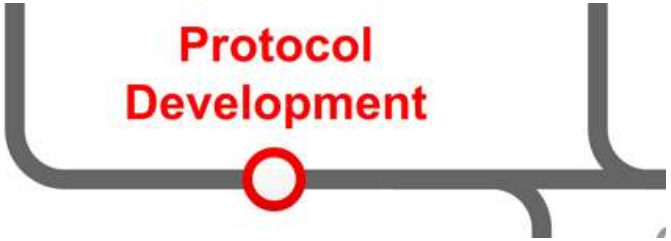
- falta de estudios de Toxicología
- variedad de concentraciones/dosis y tiempos de exposición a las NPs
- las diferentes propiedades fisicoquímicas de NPs individuales.

"A Toxicologic Review of Quantum Dots: Toxicity Depends on Physicochemical and Environmental Factors"
Ron Hardman, **Environmental Health Perspectives** ,114, 2006,165.

Evaluando la toxicidad de las NPs

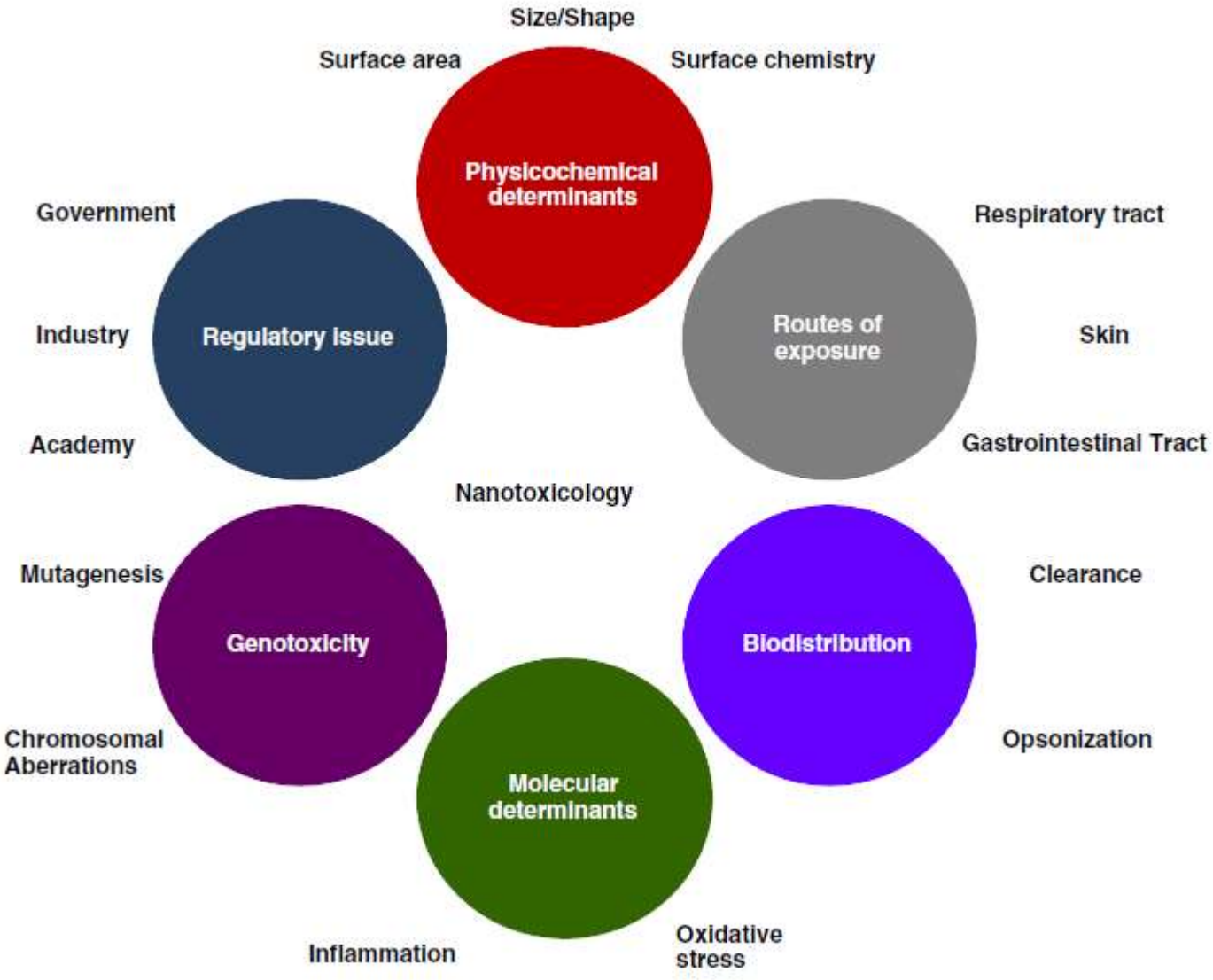
Una demanda urgente:

Establecer directrices comunes para la evaluación de la nanotoxicidad



¡Esto no es una tarea sencilla!

Algunas cuestiones relacionadas con la toxicidad de las nanopartículas



Propiedades de las nanopartículas

- Naturaleza/características (físicas, químicas)
- Tamaño
- Biodegradabilidad
- Recubrimientos (solo el recubrimiento – NP+recubrimiento)

Deben de ser definidas y descritas en detalle para interpretar los resultados de forma óptima

Métodos para evaluar la toxicidad de NPs

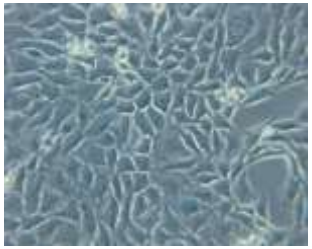
- **Ensayos:**

  in vitro

  - Sencillo / rápido
  - Económico
  - Es fácil controlar las condiciones experimentales

- **Línea celular:** **NIH3T3**

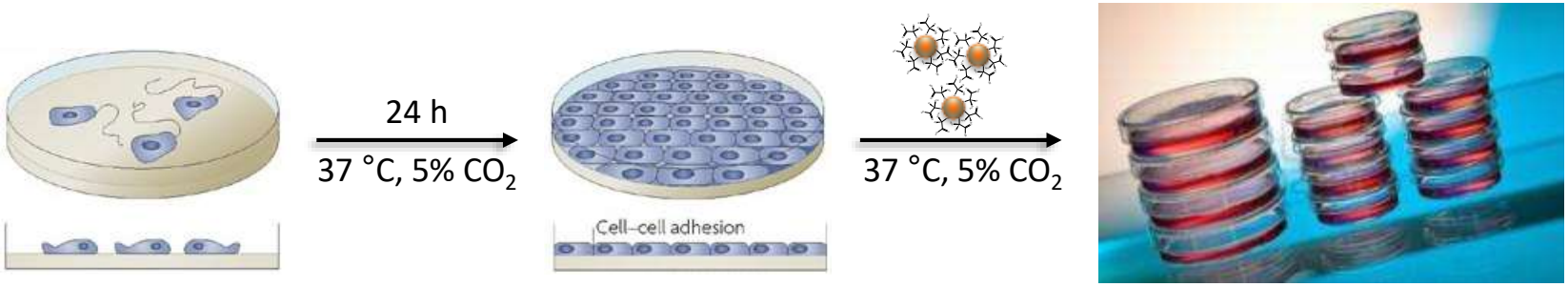
  mouse embryonic fibroblasts



- **Condiciones experimentales**

Tiempos de incubación: 1-24, 48, 72 horas

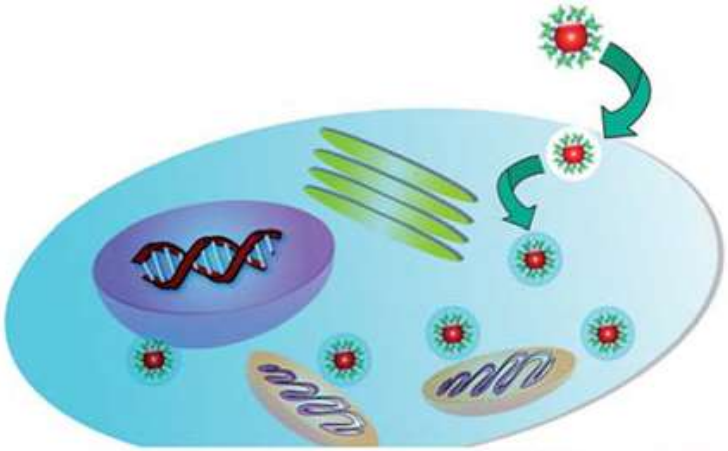
[NPs]: relevantes

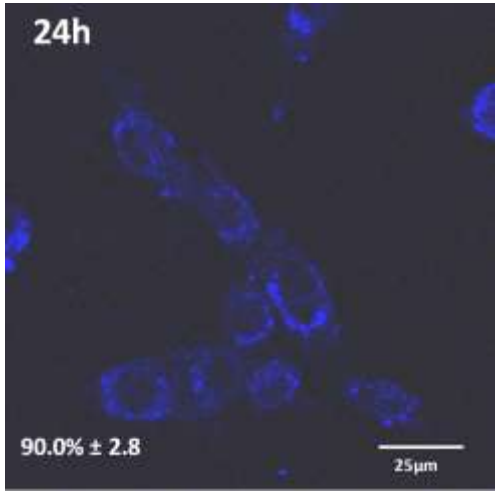


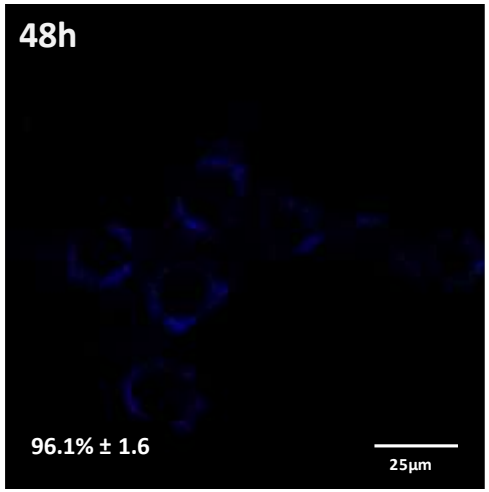
Métodos para evaluar la toxicidad de NPs

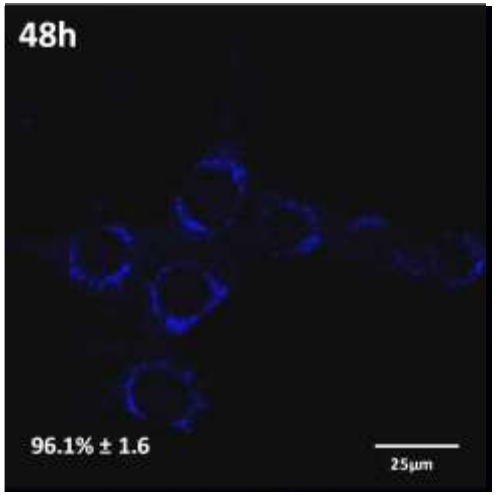
Entrada y localización

Microscopía confocal



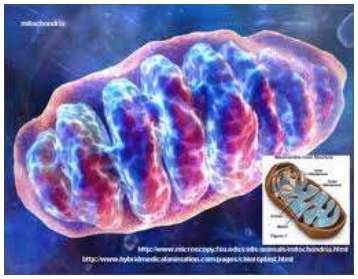






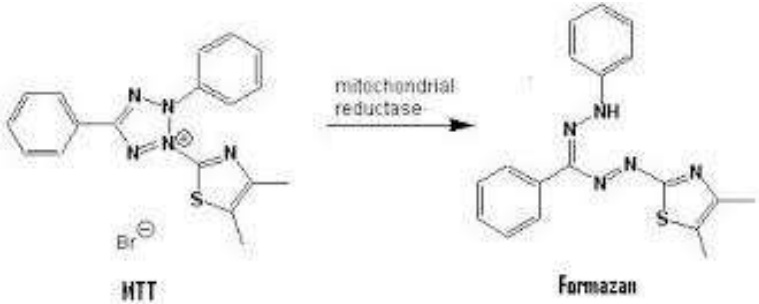
Métodos para evaluar la toxicidad de NPs

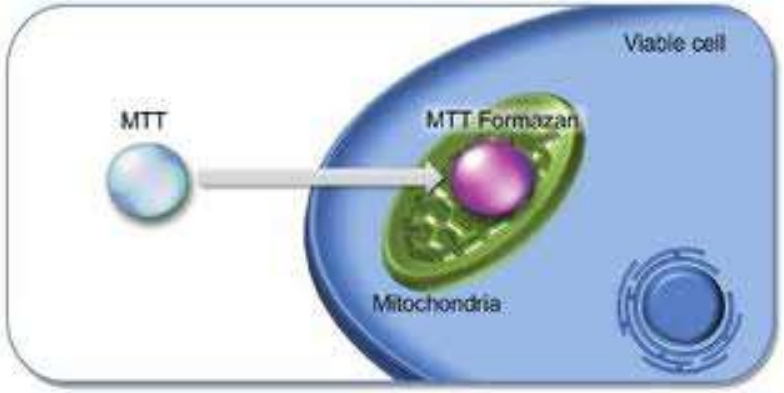
Cell proliferation: MTT assay

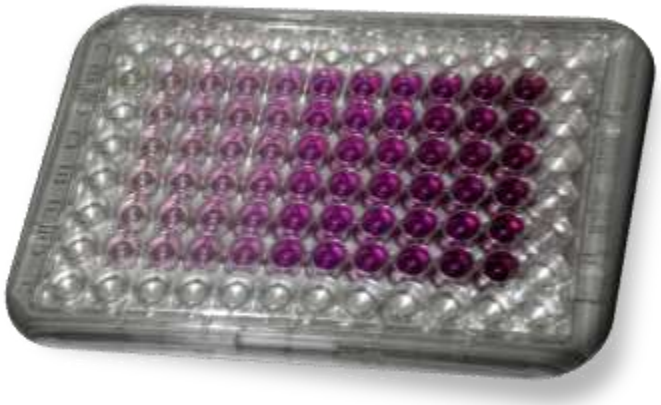


colorimetric assay for assessing cell metabolic activity

MTT:(3-(4,5-Dimetiltiazol-2-yl)-2,5-diphenyltetrazolium bromide

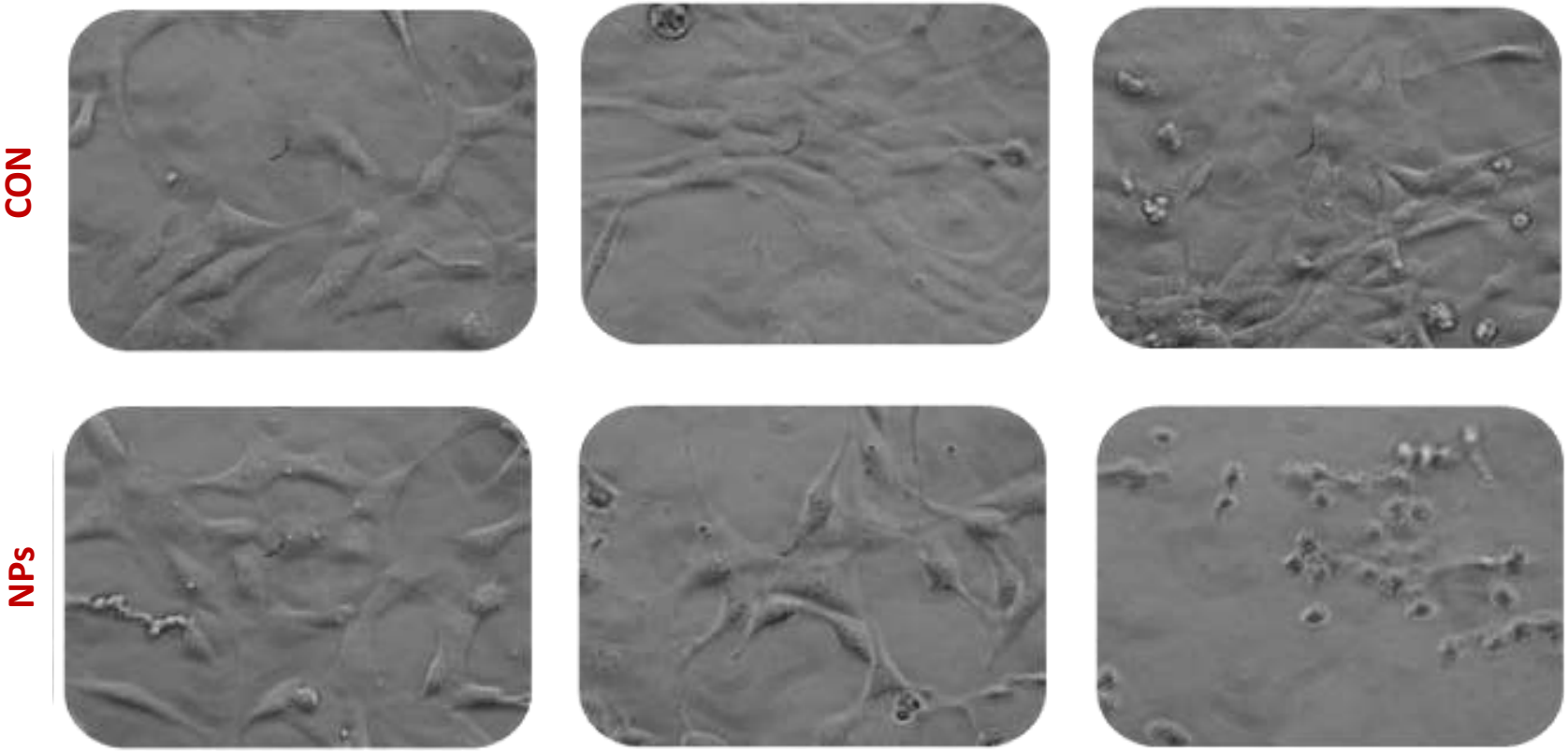






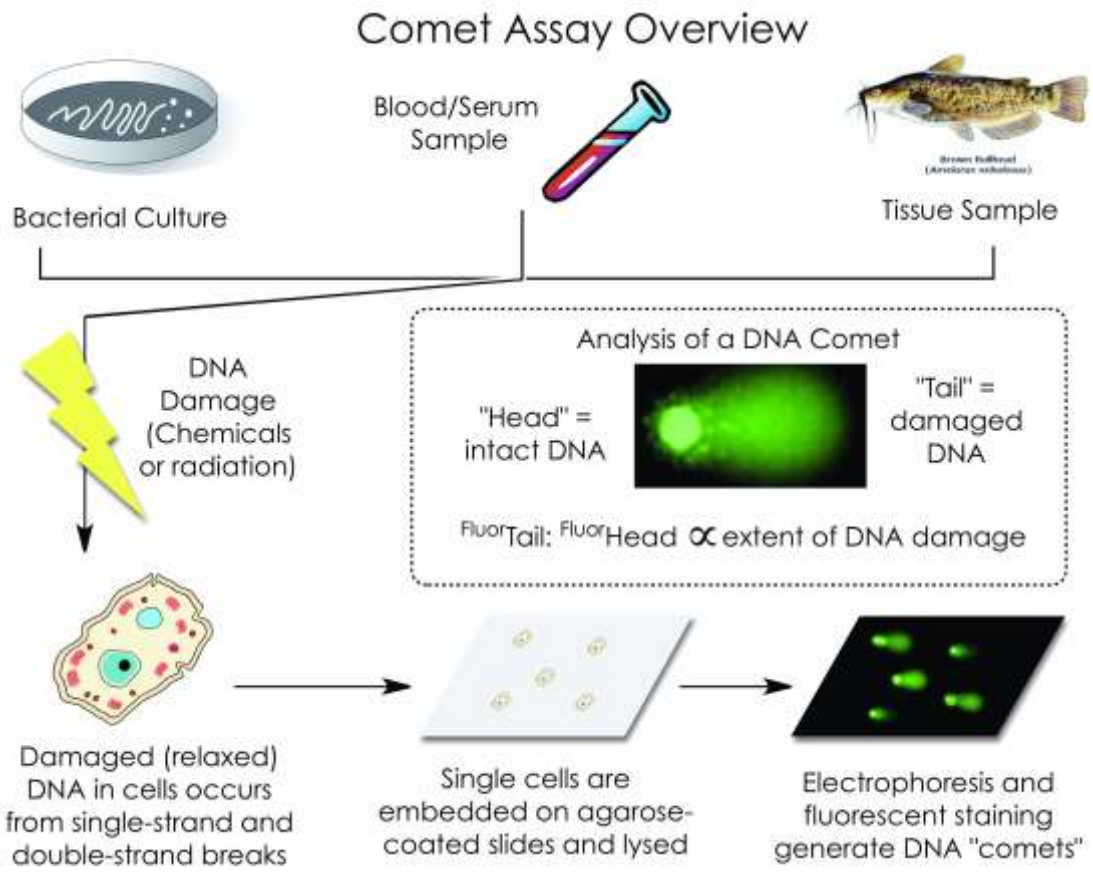
Métodos para evaluar la toxicidad de NPs

Morfología celular



Métodos para evaluar la toxicidad de NPs

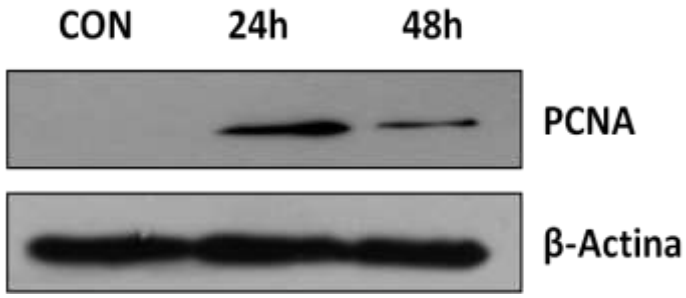
Comet assay: DNA damage

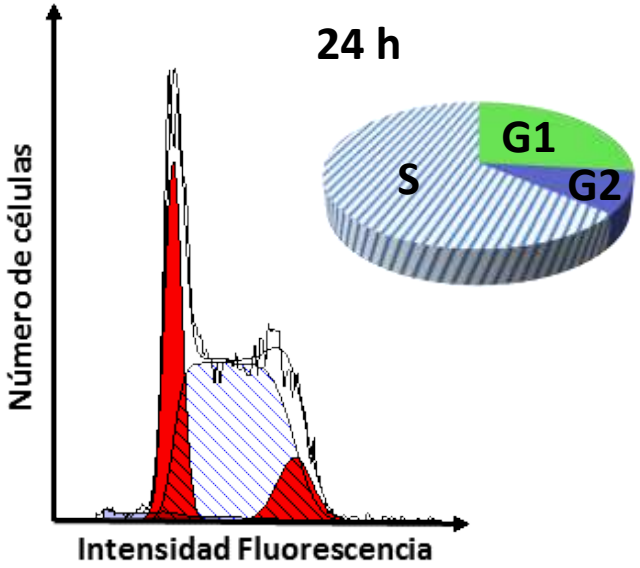


Métodos para evaluar la toxicidad de NPs

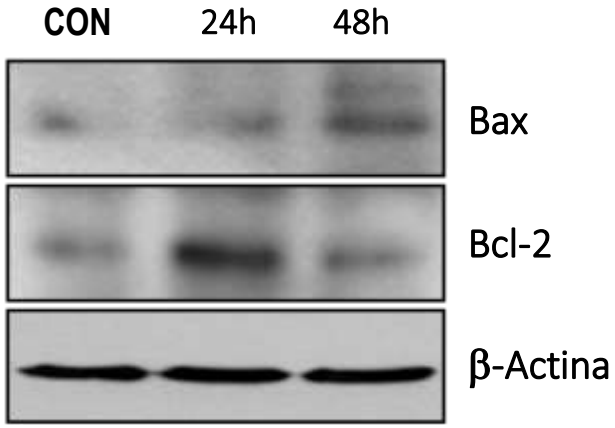
Protein assays (Western blott)

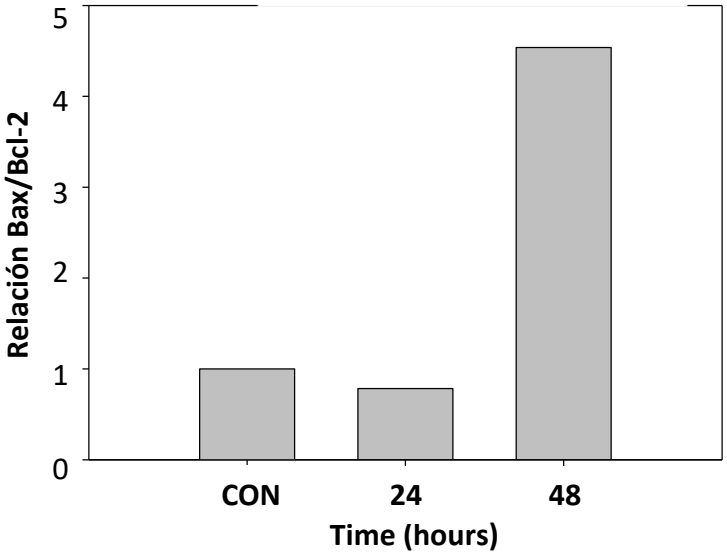
PCNA – biomarker of cell proliferation



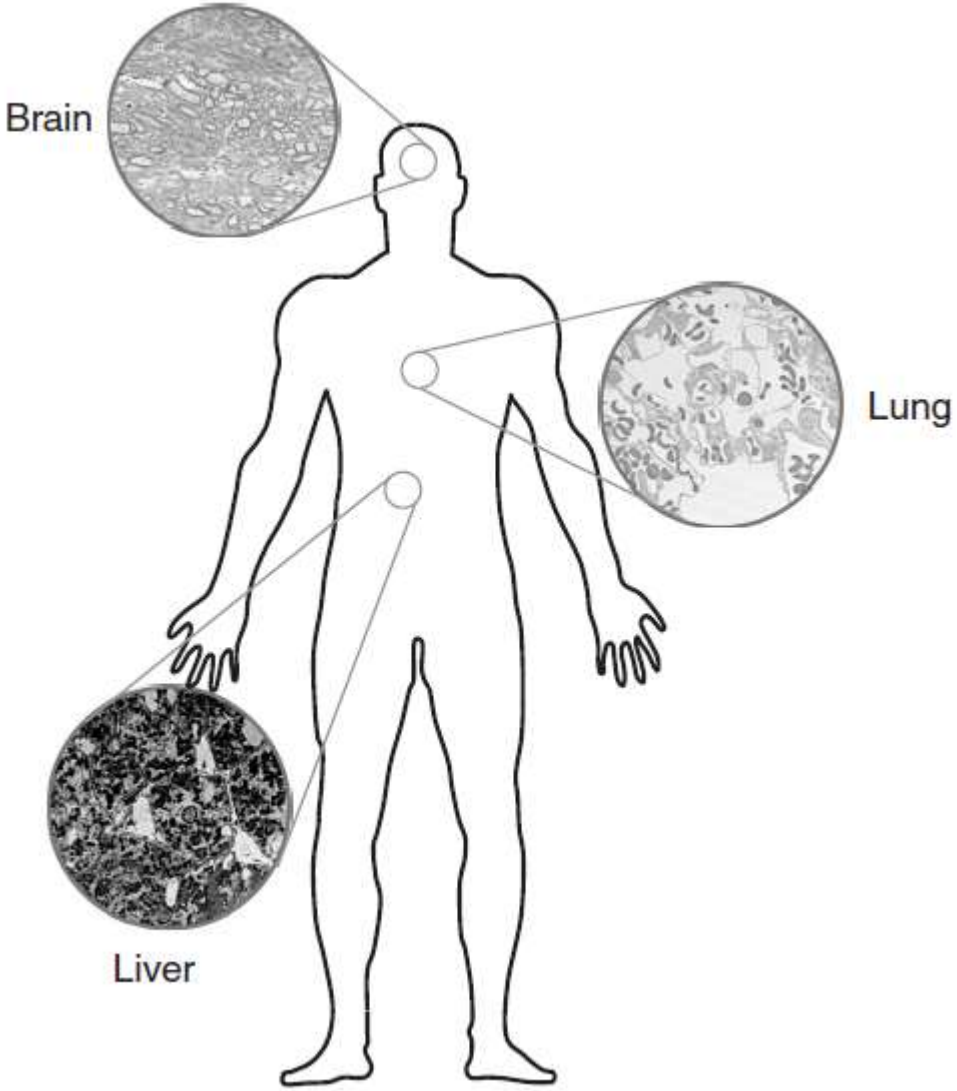


Bcl-2 –anti-apoptotic protein
Bax –pro-apoptotic protein





Métodos para evaluar la toxicidad de NPs



Vías de entrada de las nanopartículas en el cuerpo pueden ser la pulmonar, acumulación de partículas en el hígado y el sitio más vulnerable: el cerebro

Feridex

Nanopartículas de hierro para agentes de contraste en MRI

Solo un tipo de células internaliza las NPs (tejidos dañados no)

Ferumoxytol

Nanopartículas de hierro para tratamientos contra la anemia en adultos

NanoTherm

Nanopartículas con efectos antitumorales

Exposure to a magnetic field that changes its polarity 100,000 times per second causes these particles to significantly increase their core temperature

Universidad de Oviedo
Universidá d'Uviéu
University of Oviedo

¿Puede la nanotecnología revolucionar la medicina del futuro?

José Manuel Costa Fernández
jcostafe@uniovi.es

06.02.2017

cpr Oviedo

CIENCIA VIVA
OVIEDO
UNIVERSIDAD DE OVIEDO