

---

**La gran revolución tecnológica  
de nuestro tiempo:**

**LAS NANOTECNOLOGÍAS**

.....

**REUNIÓN DE OTOÑO**

**SOCIEDAD DE MEDICINA INTERNA**

**COMUNIDAD VALENCIANA**

**VILA REAL, 29 OCTUBRE 2010**

.....

**Federico García Moliner**

---

## *EL NANOMUNDO*

**1 Micrometro (micra  $\mu$ ) = 1 Millonésima de metro**

**1 Nanometro (nm) =**

**1 Milésima de micrometro = 1 Milmillonésima de metro**

.....

**El diámetro del sol es 820 millones de veces**

**la estatura de una persona que mide 1,70 m**

**Esta persona mide 1.700 Millones de nm**

.....

**Una hormiga de 1 cm: 10 Millones de nm**

---

**Diámetro de:**

**Una cabeza de alfiler (1 mm.) .....1 Millón de nm.**

**Un cabello humano ..... 40.000 a 80.000 nm**

**Diámetros frecuentes de Células animales**

**≈ de 20.000 a 10.000 nm**

**Un glóbulo rojo ≈ 5 μm = 5.000 nm**

**Diámetro de una bacteria normal ≈ 1.000 nm**

---

## ÁTOMOS Y NANOMETROS

**NÚMERO DE ÁTOMOS EN UN METAL TÍPICO**

**EN  $1\text{cm}^3$ : UNA FRACCIÓN DE CUATRILLÓN**

**EN  $1\text{nm}^3$ : ALGUNOS CENTENARES**

**Típicas distancias interatómicas en sólidos  
entre átomos o planos atómicos contiguos:  
fracciones de nanometro**

**E.g. Distancia entre planos atómicos  
en GaAs:  $\approx 0,35\text{ nm}$**

# MOLÉCULAS Y NANOMETROS

**Molécula orgánica sencilla.  
Diámetro medio  $\approx$  de 5 a 0,5 nm**

**El número de moléculas de agua que hay  
en un solo vaso (De 0,25 L)  
es UNAS 1.500 VECES MAYOR  
que el número vasos de agua que hay  
en todos los mares y océanos del mundo**

---

## **DIFERENTES ENFOQUES:**

- De abajo a arriba (Manipular átomos uno a uno)
- De arriba abajo (como “litografía” a escala atómica)

## **NATURALEZA INTERDISCIPLINAR**

- Física • Química • Biología • Ingeniería
- Medicina • Electrónica...

## **NUMEROSAS TITULACIONES UNIVERSITARIAS**

**Junio/2010: EE.UU,61. Reino Unido,38. Alemania, 30...**

## **VOLUMEN ECONÓMICO CRECIENTE**

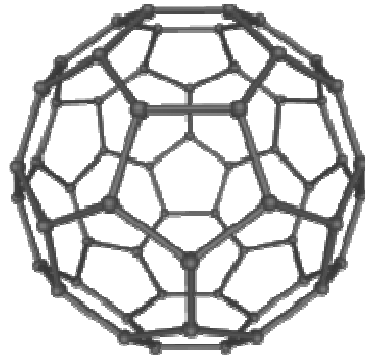
---



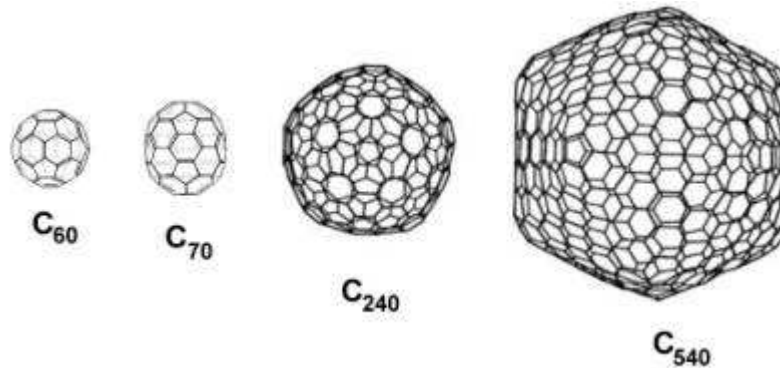
**Imagen de microscopio STM. Caligrafía oriental:  
Átomos de Fe sobre una superficie de Cu**

**En 1 cm<sup>2</sup> pueden caber  
unos 800 BILLONES (españoles) de átomos  
Se podría “escribir” todo lo que se publica  
en España en un año**

# FULLERENO: C<sub>60</sub>



## MÁS FULLERENOS



**Típica longitud de enlaces C-C: 0.12-0.15 nm**



---

**Helmut Kaiser Consultancy:  
Inventario mundial  
De Productos Basados En Nanotecnología.  
Datos consolidados y estudios prospectivos.  
En 2001: 300 productos reales en el mercado  
Comercialización 2009-2030**

**En 2009: Más de 2.500**

**Después:**

**Se espera un crecimiento anual del 25%.**

**Julio 2010: En Alemania  
El sector de Nanotecnología  
Ya ha superado la crisis**

---

---

# **Informe OCDE 2007**

## **Los productos de nanotecnología pasarán.. del 0,1% en 2007 al 15% del total en 2015**

**PREVISIONES DE AVANCES IMPORTANTES  
EN NUMEROSOS CAMPOS DIVERSOS.**

**ALGUNOS EJEMPLOS:**

- **ENERGÍA**
- **SOSTENIBILIDAD**



---

- **MATERIALES del futuro radicalmente nuevos.**

- E.g. **NANOTUBOS DE CARBONO**

- Propiedades asombrosas y sorprendentes  
(Térmicas, Ignífugas, Hidrófobas,  
Mecánicas, Eléctricas)

- = Bajo cargas muy fuertes pueden deformarse drásticamente y luego retomar su forma original.

- =Un cable de 1 cm<sup>2</sup> de grosor formado por:

- a) el mejor acero conocido, soporta hasta 20 toneladas

- b) nanotubos de carbono, hasta 1.500 toneladas.

- =Pueden conducir la corriente eléctrica

- cientos de veces** más eficazmente

- que los cables de cobre tradicionales

- =Para prótesis: los nanotubos de carbono pueden

- imitar al colágeno como andamio

- para el crecimiento de la hidroxiapatita en el hueso

---

**National Science Foundation EEUU (2004):**

**“Novedades espectaculares  
en los próximos 20 años”**

**“Se podrá hacer  
todo lo que la mente humana puede concebir  
y más”**

**“SOLAMENTE CON QUE SE LLEVE A CABO  
UNA FRACCIÓN  
DE LAS EXPECTATIVAS POSIBLES**

**LA NANOTECNOLOGÍA CAMBIARÁ EL MUNDO  
EN UNA ESCALA SIN PRECEDENTE  
EN LA HISTORIA HUMANA”**

---

---

**2004:**

**Centros Médicos: Beth Israel Deaconess y Harvard**

**Puntos cuánticos diseñados para ser  
visibles por fluorescencia  
a longitudes de onda específicas (infrarrojo),  
modificados para poder circular libremente  
por los vasos linfáticos.**

**Son atrapados por el ganglio linfático de Troisier  
más cercano al tumor y lo iluminan.**

**Esto permite su extirpación quirúrgica  
con una incisión mínima.**

**Extraer y evaluar este **único** ganglio linfático ...  
puede reducir de manera importante  
el trauma de las biopsias de ganglios linfáticos. →**

---

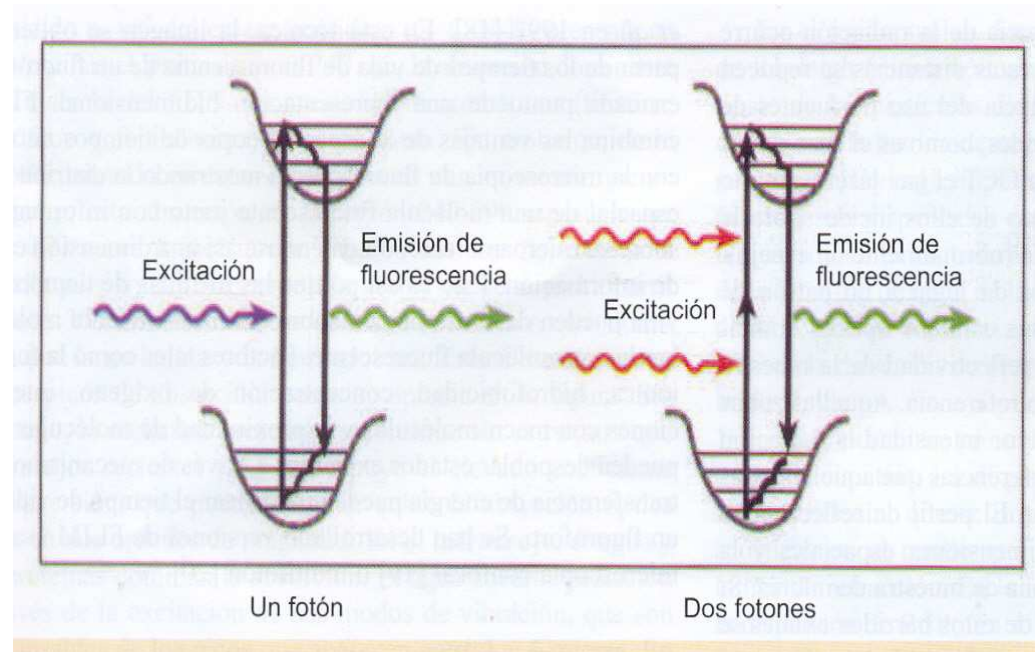
---

**Objetivo:**  
**eliminar marcadores radioactivos y colorantes  
y minimizar la cirugía exploratoria para  
facilitar la búsqueda de células cancerosas.**

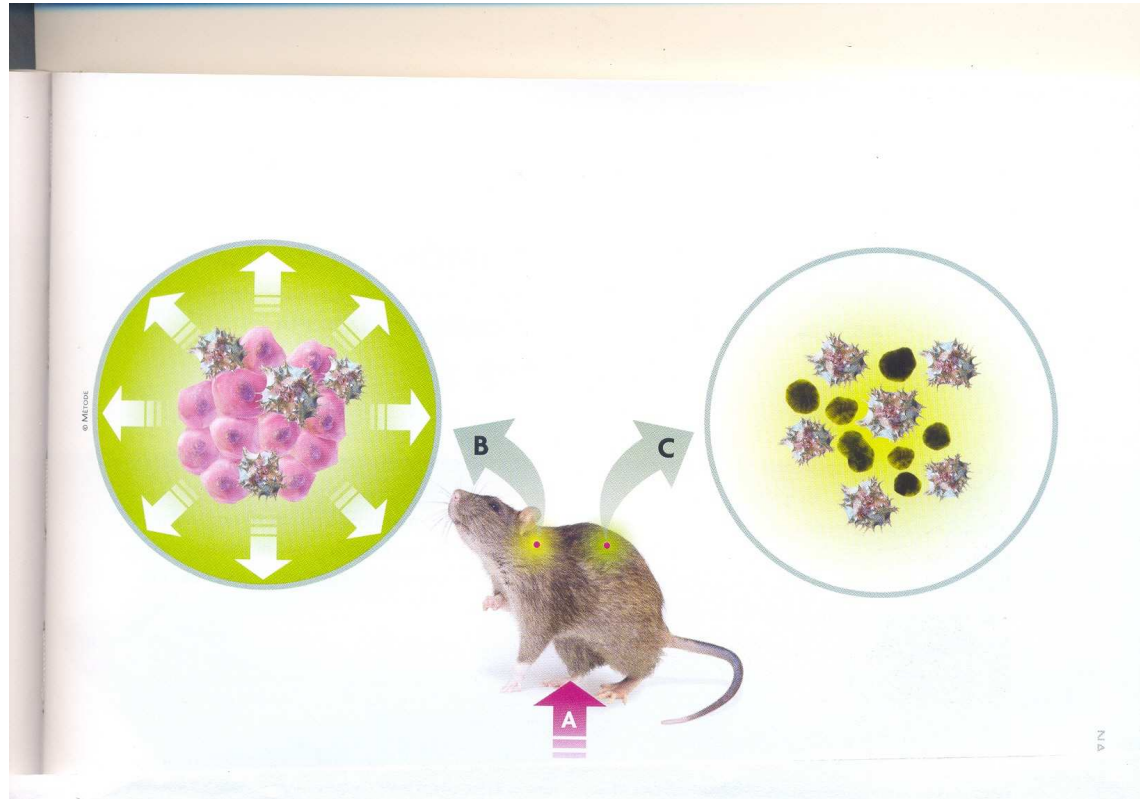
**Esperanza:**  
**modificar la superficie de los PC para dirigirlos a las  
células cancerosas y  
mejorar mucho el éxito de la cirugía del cáncer.**

---

# FUNDAMENTO DE LA FLUORESCENCIA



## ELIMINACIÓN DE TUMORES *IN VIVO*



**(A) Radiación laser llega a zonas del ratón que han asimilado nanopartículas:**

**(B) Semiconductoras. Se hacen visibles por fluorescencia.**

**(C) Metálicas. Se calientan. Aumenta la temperatura local (zona amarilla)  
Se destruyen las células tumorales.**



---

## **GANGLIO LINFÁTICO DE TROISIER**

### **Pata izquierda de ratón**



**5 min. después de inyectar los “nanodetectores”**

---

# MEDICINA. SALUD PÚBLICA

## Panorama hacia 2004-2005

**-- Kits de diagnóstico  
(Central Scientific Instruments. India)  
Tests más económicos**

**--Membranas nanoporosas para  
administración más eficaz de  
medicamentos en tratamientos permanentes.  
Importante para pacientes lejos de  
hospitales**



---

**Posibles alternativas a productos  
prohibitivamente caros  
para los países pobres.**

**Ejemplo:**

**--Viva Gel microbicida  
(STARFARMA. Melbourne)**

**Dendrimeros (polimeros escala nm)  
se adhieren a virus de SIDA  
“como VELCRO molecular”**

**Evitan que penetren en células.  
Reducen riesgo de infección en mujeres**

---

## SALUD Y MEDICINA. PANORAMA HACIA 2005

Se esperan grandes cambios y avances en:

Secuenciación de genoma

Identificación de genes

Sistemas mucho más eficaces. → Mejoras en diagnóstico y terapias, en particular genéticas

Nuevas formulaciones y rutas para administración más eficaz de fármacos *in situ* (incluso en células específicas)

Nuevas y mejores técnicas de diagnóstico -e.g. priones; SIDA; varios tipos de cáncer-  
Ventajas de detección sencilla y temprana

---

**(Al principio:  
Más avances en diagnósticos que en terapias)**

**Sigue panorama hacia 2005:**

**Las nanosondas podrían aportar  
especificidad diagnóstica a estudios de biopsias**

**Nanosensores que están siendo desarrollados podrían  
buscar cientos, incluso miles,  
de distintas biomoléculas  
en sólo una gota de sangre**

**Si funcionan, podrían suponer la base de  
nuevos tipos de análisis para detectar cáncer**

**Más exactos, baratos y fáciles que los actuales:  
no conllevarían**

**muestras de tejidos y análisis de laboratorios →**

---

## **NANOMEDICINA PARA LA TERCERA EDAD**

**Algunas de las mejoras previstas:**

**Futura eliminación de la cirugía  
en algunas intervenciones médicas**

**Firmes perspectivas de poder utilizar nanosensores  
para diagnóstico integral**

**a partir de una gota de sangre  
mediante el análisis y la identificación  
de cambios moleculares ...**

**Facilitará mucho, e.g.,  
que los análisis se puedan hacer  
de forma muy barata y rápida  
en su propio domicilio**



---

## **OTRAS PREVISIONES IMPORTANTES**

**Nuevas herramientas  
(investigación y práctica) de la medicina,  
menos costosas y más potentes**

**Investigación y diagnóstico más eficaces**

**Nanopinzas y herramientas quirúrgicas  
de pequeño tamaño están ya en desarrollo**

---

---

**Algunos campos médicos en los que se puede esperar  
una auténtica revolución**

**monitorización (imágenes), reparación de tejidos,  
control de la evolución de las enfermedades,  
defensa y mejora de los sistema biológicos humanos;**

**diagnóstico, tratamiento y prevención,  
alivio del dolor, prevención de la salud,  
administración de medicamentos a las células, etc.**

**Estos avances tecnológicos en la medicina  
la posicionarían en  
una nueva era científica y asistencial.**

---



---

**GRAN RETO EDUCATIVO  
EN VARIAS UNIVERSIDADES YA HAY**

**DEPARTAMENTOS  
CLÍNICOS DE NANOCIENCIA**

**Confluyen:**

**Física**

**Biología**

**Ingeniería**

**Medicina clínica**

---

---

## **2005: ESPECULACIONES PLAUSIBLES**

**Nanorobots capaces de viajar a través del organismo en busca de enfermedades, como una *placa arterial ateromatosa*.**

**Nanoobjetos diversos implantables, de bajo coste, permitirán el control continuo sobre la salud y el tratamiento automático de pacientes. Serán posibles diversos tipos nuevos de tratamiento**

**Se prevén grandes mejoras en los sistemas de administración de medicamentos:**

**Menos efectos tóxicos, Menos costosos,  
Mayor disponibilidad y  
mayor durabilidad de medicamentos a nivel mundial**

---

---

**2005: Instituto Nacional del Cáncer E.E.U.U.**

**Vasto y ambicioso programa. Objetivo:**

**“ELIMINATING  
DEATH AND SUFFERING FROM CANCER  
BY 2015”**

**Programa:**

**Nanoherramientas que permitirían  
diagnosticar el cáncer a tiempo  
y combatirlo con precisión**

**Se localizarían y destruirían  
sólo las células dañadas,  
evitando los riesgos de la quimio o radioterapia**

---

---

**2008: Nano-naves (50 nm diam) para transportar fármacos a tumores cancerígenos.**

**Pueden navegar por el torrente sanguíneo sin ser detectados por el sistema inmunológico.**

**Llevan moléculas en su superficie que las dirigen hacia las células tumorales del cuerpo y penetran en su interior, dejando intactas las células sanas que estén a su alrededor**

**“Trata el origen, no los síntomas”.**

**Carga: Fármacos eficaces para eliminar las células cancerígenas y erradicar las proteínas defectuosas.**



---

**Podrían ser la clave para administrar a los tumores, de forma más eficaz, fármacos anticancerígenos tóxicos en altas concentraciones sin dañar otras partes del cuerpo.**

**E.g. en uno de los experimentos: tres componentes.**

**(1) Nanopartículas de óxido de hierro superparamagnético: aparecen en NMR.**

**(2) Puntos cuánticos fluorescentes: se pueden ver con un escáner de fluorescencia, con mayor resolución.**

**(3) El fármaco anticancerígeno doxorubicina**

---

---

**21 enero, 2009**

**Nanosubmarino médico  
a punto de construirse.**

**Depto Inmunología e Investigación Celular.**

**Universidad de Tel Aviv:**

**Podríamos estar a tan solo tres años  
de que ese sueño se haga realidad.**

**Planos del submarino  
y mapa de su viaje inaugural  
publicados a comienzos de este año  
en la revista Science.**

**El equipo construirá y probará la “máquina”  
en humanos →**

---


---

**Mientras los submarinos flotan por el cuerpo,  
se pegan a las células objetivo y administran la carga:  
un fármaco basado en el ARN interferente (ARNi).**

**Este nuevo tipo de fármaco  
puede afectar al mecanismo de ARN defectuoso  
y reprogramar las células  
para que funcionen normalmente.**


**Básicamente, el ARNi puede  
restituir la salud a las células enfermas  
o hacer que mueran  
(como en el caso de las células cancerosas).**





**Es posible dirigir los nanosubmarinos médicos hacia diferentes patologías, como el cáncer, la inflamación y las enfermedades neurodegenerativas.**

**Controlados por ordenador, podrán identificar y destruir células tumorales, suministrar oxígeno a tejidos dañados, crear hematíes artificiales, mapear estructuras de ADN y reparar desórdenes genéticos.**





---

**03 febrero, 2009**

**Fac. Medicina, Univ. Emory + Emory-Georgia Tech  
Nanotechnology Center for Personalized and  
Predictive Oncology:**

**Anticuerpo artificial para llevar nanopartículas con  
potentes fármacos anticancerígenos a tumores.  
De dos tipos: semiconductores (fluorescencia)  
y de óxido de hierro (NMR standard)**

**Dirigidos al receptor del  
factor de crecimiento epidérmico (EGFR)**

**En ratones: Nanopartículas no dirigidas van  
principalmente a hígado y bazo.**

**Las dirigidas van rápidamente a los tumores  
y penetran en el interior de células tumorales.**

---

---

**16 julio, 2009**  
**Australian Institute**  
**for Bioengineering and Nanotechnology**

**Parche más pequeño que una yema de un dedo.**  
**Un lado está lleno de**  
**pequeñas puntas recubiertas con vacuna desecada.**

**Apenas penetra en la piel.**

**Inyectando la vacuna en la densa capa de glóbulos**  
**blancos que reside justo bajo su superficie**  
**se conseguiría la misma respuesta inmunológica**  
**que una inyección normal**  
**con una cantidad de vacuna**  
**considerablemente inferior**

---

---

● 28 julio, 2009:

Nanopartículas para detectar cáncer de mama

● 01 septiembre, 2009.

Instituto Tecnológico de Israel.

Analizador de aliento para detectar  
cáncer de pulmón

Podría ofrecer un sistema rápido de aviso  
antes de que los tumores sean visibles con rayos X.

Nanopartículas que detectan  
niveles de compuestos orgánicos volátiles  
que son más elevados en los pacientes con cáncer.

Muestras del aliento de 56 personas sanas  
y 40 pacientes con cáncer de pulmón.

Intensa "limpieza pulmonar" previa.

86% de precisión. Y evita rayos X.

Se podría (¿?) extender a otras formas de cáncer

---

- 
- **16 septiembre, 2009 (Journal of Controlled Disease)**  
**Desarrollo de vacunas: Nuevo "adyuvante".**  
**No inmunogénico *per se*,**  
**pero potencia respuesta inmunológica**  
**en combinación con una vacuna.**

**Ayudó a los antígenos proteicos**  
**a inducir una respuesta inmunológica**  
**más de seis veces más fuerte**  
**que cuando se utilizó el adyuvante común de alumbre.**

**Esperan numerosas aplicaciones potenciales y**  
**posiblemente un buen perfil de seguridad.**

**Financiado por Instituto Nacional Estadounidense**  
**de Alergias y Enfermedades Infecciosas.**

---

---

• 25 septiembre, 2009

**Nanopartículas que matan  
bacterias resistentes a los antibióticos**

**Universidad y Centro para Nanotecnología. Münster**

**“Se adhieren específicamente  
a las bacterias, las marcan y las eliminan”.**

**Proceso simple y barato. Se añade un componente que permite  
que las partículas se adhieran a la superficie de las bacterias  
y un colorante (verde) visible por fluorescencia.**

**Se visualizan las bacterias y se enfoca “terapia fotodinámica”:  
La luz activa una reacción que elimina las células bacterianas.**

**Hasta ahora sólo adhesión electrostática a las gram-negativas.**

**“Estamos estudiando la posibilidad de que el método se pueda  
utilizar también  
en el tratamiento del cáncer de piel”**

---

---

**05 octubre, 2009. MIT**  
**Utilizando ya nanopartículas para**  
**dirigir unos genes exterminadores.**  
**La universidad informó el mes pasado**  
**que el tratamiento**  
**eliminó el cáncer de ovario en ratones.**

---

---

**05 octubre,2009**

**Científicos de Universidad de Londres  
afirmaron haber usado la nanotecnología para  
eliminar las células cancerosas en ratones.  
Con genes "que deshacen los tumores".**

**Una nueva esperanza para pacientes con  
tumores inoperables.  
De momento, las pruebas han mostrado  
que esta nueva técnica  
deja intactas las células sanas.**

---

---

**02 diciembre, 2009**

**David Geffen School of Medicine de UCLA y el  
California NanoSystems Institute**

**Atrapar células cancerígenas con Nanotecnología**

**Objetivo: Atrapar tempranamente  
las células tumorales circulantes (CTC)  
que se separan del tumor primario  
y se desplazan por el torrente sanguíneo  
para establecer colonias en otras partes del cuerpo.**

**Información crítica para la controlar la expansión del  
cáncer y monitorizar la eficacia de las terapias.**

**Capturando las CTC,  
pueden realizar una biopsia líquida**

---



---

**• 04 diciembre, 2009**  
**Nuevo Centro Internacional de Nanomedicina  
en México**

**• 18diciembre, 2009**  
**Nanocuerpos que modifican  
la función y la forma de las proteínas.**  
**LMU-Biocenter,  
TU Darmstadt,  
ChromoTek  
y Universidad Libre de Bruselas.**

---

---

**20 Enero 2010.**

**MIT y Escuela Médica de Harvard  
Nanopartículas contra aterosclerosis.**

**“Nanoburrs” recubiertos con unas proteínas que  
sólo se adhieren a la membrana basal  
que queda expuesta  
en las paredes internas de una arteria dañada.**

**Así el medicamento sólo llega  
a las secciones dañadas del vaso.  
Allí pueden liberar medicamento lentamente  
en el lugar preciso durante unos 12 días.**



---

## **Podrían ser usados**

- a) de forma complementaria con los stents vasculares**
- b) en lugar de stents en áreas inaccesibles a éstos.**

**Esperan que esta tecnología podría usarse para tratar cualquier enfermedad en donde las paredes celulares se vean dañadas, incluidos ciertos tipos de cáncer y otras enfermedades inflamatorias.**

---

- 
- **22 febrero, 2010 Universidad de Alberta.**

**Desarrollan una nanopartícula que impulsa la inmunoterapia contra el cáncer.**

**Revista Molecular Pharmaceutics**

**Identificada la molécula que se une a una proteína conocida como transductor de señal y activador de la transcripción-3 o STAT3, que desempeña un papel fundamental en la supresión inmunológica inducida por los tumores.**



---

**Han desarrollado una nanopartícula  
a partir del polímero  
poli(d,l-láctico-co-ácido glicólico) o PLGA  
y  
del inhibidor conocido como JSI-124.**

**Administrada a  
células de melanoma en cultivo,  
causó una importante inhibición  
del desarrollo de las células tumorales,  
suprimiendo su producción de STAT3.**

**La supresión  
en presencia de las nanopartículas  
continuó durante un mes**

---

---

**●05marzo, 2010**

**Método para evaluar los riesgos de  
nanopartículas  
Universidad de Calgary**

- 10 marzo, 2010 Nanopartículas para identificar,  
localizar y eliminar cáncer  
Unas nanopartículas inteligentes identifican,  
localizan y eliminan células cancerosas.  
Dr. Carl Batt. Profesor de ciencias de la  
alimentación**
-

---

• 21abril, 2010

**Tratamiento de cáncer con nanopartículas de oro.**

**Unas nanopartículas de oro radiactivo  
destruyen los tumores de próstata,  
dejando intacto el tejido sano**

**Universidad de Missouri, en Colombia.**

**Revista Nanomedicine**

• 31mayo, 2010

**Universidades de Barcelona y Santiago de  
Compostela**

**Un nuevo estudio muestra que  
las nanopartículas de plata  
mitigan el daño celular causado por el etanol.**

**Journal of the American Chemical Society**

---

---

**• 08 julio, 2010. Australia**  
**Nuevo centro de Nanotecnología en Melbourne.**

**• 22 julio, 2010**  
**El sector de la Nanotecnología en Alemania**  
**supera la crisis.**  
**En algunas empresas las ventas y los nuevos pedidos**  
**han vuelto a alcanzar los niveles de**  
**la primera mitad de 2008 o incluso los han superado.**

---



---

• 29 julio, 2010. ETH Zürich

**Nano imanes eliminan agentes patógenos en sangre.**

**Nanoimanes de carburo de hierro recubiertos de carbono -diámetro  $\approx 30$  nanómetros- añadiendo moléculas enlazadoras y elementos de captura selectiva como los anticuerpos.**

**Eliminación rápida y selectiva de iones de metales pesados, esteroides en sobredosis y proteínas de la sangre humana.**

**"Se pueden eliminar selectivamente toxinas o agentes patógenos de la sangre en cuestión de minutos".**

**"... demostrado que la purificación de la sangre a escala nano y picomolar es posible."**

**Evita problemas de suciedad en membranas de filtro.**

---

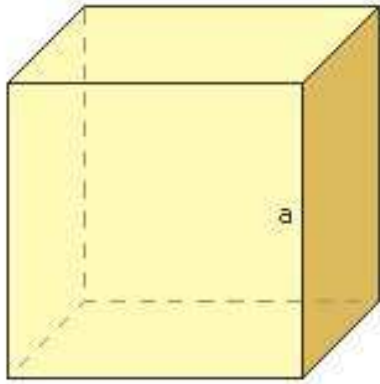


**PERO**

**¡OJO!**

**NO TODO ES TAN BONITO**





**Cubo de arista 1 mm  
1 millonésima de litro**



**SE DIVIDE EN MIL BILLONES DE  
Cubitos de 10 nm de arista.**

**En cada uno de ellos:**

**Superficie S (disminuye)  $\times 10^{-10}$**

**Volumen V (disminuye)  $\times 10^{-15}$**

**Relación (S/V) AUMENTA CIEN MIL VECES**

---

**Mayor relación (S/V): Partícula más reactiva**

**Las nanopartículas pueden (?) ser más tóxicas por su tamaño**

**Muchas nanopartículas producidas comercialmente (alimentación, cosméticos...) podrían penetrar en el cuerpo humano por: Inhalación, Ingestión, A través de la piel...**

**RIESGO IMPORTANTE:**

**Nanopartículas de lo mismo pueden ser tóxicas o no según tamaño y forma. →**

---

---

**En un fármaco formulado como nanopartícula: su nivel de biodisponibilidad aumenta al disminuir el tamaño el cuerpo puede absorber ese componente más rápida y fácilmente.**

**Pero lo mismo podría ocurrir con partículas tóxicas.**

**Gran incertidumbre en el nascente campo de la nanotoxicología "No hay datos aún para estimar la toxicidad de los nanocristales",  
Recabar estos datos no es nada fácil**

---

## **Informe del Grupo ETC (ONG)**

**Estudio: Nanopartículas inorgánicas utilizables como vehículo de medicamentos por el cuerpo humano.**

**Conclusión: Pueden penetrar en células vivas y acumularse en el hígado de los animales de laboratorio...**

## **NASA: ESTUDIOS CON RATONES**

**Nanotubos de carbono en pulmones de ratones (dosis 0,5 mg) más tóxicos que hollín o incluso polvo de cuarzo**

**En una semana: Nódulos microscópicos en los pulmones, que podrían causar lesiones más graves.**

**Persistieron y se hicieron mayores tres meses después**

## **(A) DUPONT. INVESTIGACIÓN TOXICOLÓGICA**

**Nanotubos de carbono en la traquea de ratas.  
Conclusiones: Con altas dosis de nanotubos de  
carbono, morirá un 15% por asfixia**

**(B) Parte de un proyecto internacional (NeuroNano)  
Posible relación de nanopartículas con Alzheimer y  
Parkinson. Nanopartículas descubiertas en:  
bronceadores, un aditivo de algunos combustibles  
diésel (dióxido de titanio y óxido de cerio)...**

**Indicios: algunas pueden influir considerablemente  
en el índice de plegamiento defectuoso de  
proteínas fundamentales asociadas a enfermedades  
neurodegenerativas ...**

---

**(A) Estudio *piloto* de efectos en la vida marina  
Percas americanas expuestas a un tipo de fullerenos**

**Los resultados sugieren que los materiales pueden  
haber roto la barrera que protege  
el cerebro y el sistema nervioso central**

**(B) “... nanopartículas pueden influir  
considerablemente en el índice de plegamiento  
defectuoso de proteínas fundamentales asociadas  
a enfermedades neurodegenerativas ...**

**(C) " Una de las principales preocupaciones es que  
las nanopartículas parecen ser capaces de  
sortear la barrera hematoencefálica".  
... nuevo campo de investigación.**

---



---

## Recientemente

**Pruebas concluyentes:  
algunas nanopartículas pueden llegar  
al cerebro de animales pequeños.**

**“De hecho, se alojan en  
casi todas las partes del cerebro  
y no hay mecanismos de limpieza eficaces  
para eliminarlos”.**

**También indicios de que nanopartículas de  
la polución urbana han llegado al cerebro  
de animales y niños de la ciudad de México”.**

---

---

# **MUCHOS OTROS PELIGROS Y PREOCUPACIONES RELACIONADOS CON LA SALUD Y TAMBIÉN EN MUCHOS OTROS CAMPOS**

**Muchos informes oficiales de organismos públicos y privados (e.g. ONG importantes) de diversos países y de ámbito internacional. Y nuevos organismos para estudiar, regular o controlar estos problemas.**

---

---

**En general informes bastante coincidentes,  
pero muchas discrepancias en las políticas  
oficiales de distintos países**

**Mucha preocupación, llamadas de atención,  
propuestas, peticiones de iniciativas  
legislativas**

**¡urgentemente necesarias!**

---

---

# **CENTRO DE NANOTECNOLOGÍA RESPONSABLE** **(Portal EURORESIDENTES)**

**Identifica y clasifica algunos de los tipos de riesgos más preocupantes:**

- (A) Riesgos existenciales que podrían amenazar la continuidad de la humanidad**
- (B) Riesgos que podrían producir grandes cambios sin causar la extinción de nuestra especie**

**Una combinación de varios de éstos podría empeorar la gravedad de cada uno**

**Todas las soluciones que se plantean para uno de estos riesgos deben tener en cuenta el impacto que tendrían sobre los otros**

**Problemas muy complejos**

---