INVASSAT

Institut Valencià de
Seguretat i Salut en el Treball

Utilización de nanomateriales. Terminología utilizada

Burjassot (Valencia), 10 de junio de 2010.
Centro Territorial del INVASSAT

Mª José Zafra Barranco
Técnico de análisis instrumental

GENERALITAT VALENCIANA
CONSELLERIA D'ECONOMIA, HISENDA I OCUPACIÓ

Definiciones

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

- ***Nano***: una milmillonésima parte (10^{-9}). 1 nm = 10^{-9} m.
- ***Nanoescala***: una o más dimensiones en el rango entre 1 y 100 nm.
- ***Nanoestructurado***: una estructura a nivel de nanoescala.
- ***Nanomateriales***: materiales con propiedades morfológicas, entre 1 y 100 nm en al menos una de sus dimensiones.
- ***Nano-objetos***: materiales con al menos una de sus dimensiones en el rango nanométrico entre 1 y 100 nm.
- ***Nanotecnología***.

Nanotecnología

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

- *Las prendas de telas resistentes a las manchas, la pelota de tenis que rebota más fuerte, la crema bronceadora transparente en lugar de blanca* tienen algo en común: la nanotecnología.

- Es el estudio, diseño, creación, síntesis, manipulación y aplicación de materiales, aparatos y sistemas funcionales a través del control de la materia a nano escala, y la explotación de fenómenos y propiedades de la materia a nano escala.

- Cuando se manipula la materia a la escala tan minúscula de átomos y moléculas, aparecen fenómenos y propiedades totalmente nuevas. Por lo tanto, científicos utilizan la nanotecnología para crear materiales, aparatos y sistemas novedosos con propiedades únicas.

Definiciones y terminología

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

- Es necesario realizar un esfuerzo para normalizar la terminología aplicada en este campo.

- Existen comités creados por organismos de Normalización europeos, nacionales e internacionales, dedicados a esta materia:

  - ISO TC 229 *"nanotechnologies"*
  - CEN TC 352 *"nanotechnologies"*
  - AEN/GET 15 *"nanotechnologies"*

- Han empezado a publicar normas y documentos sobre terminología básica como evaluación de la exposición, entre los publicados, está el informe Técnico ISO TR 27628.

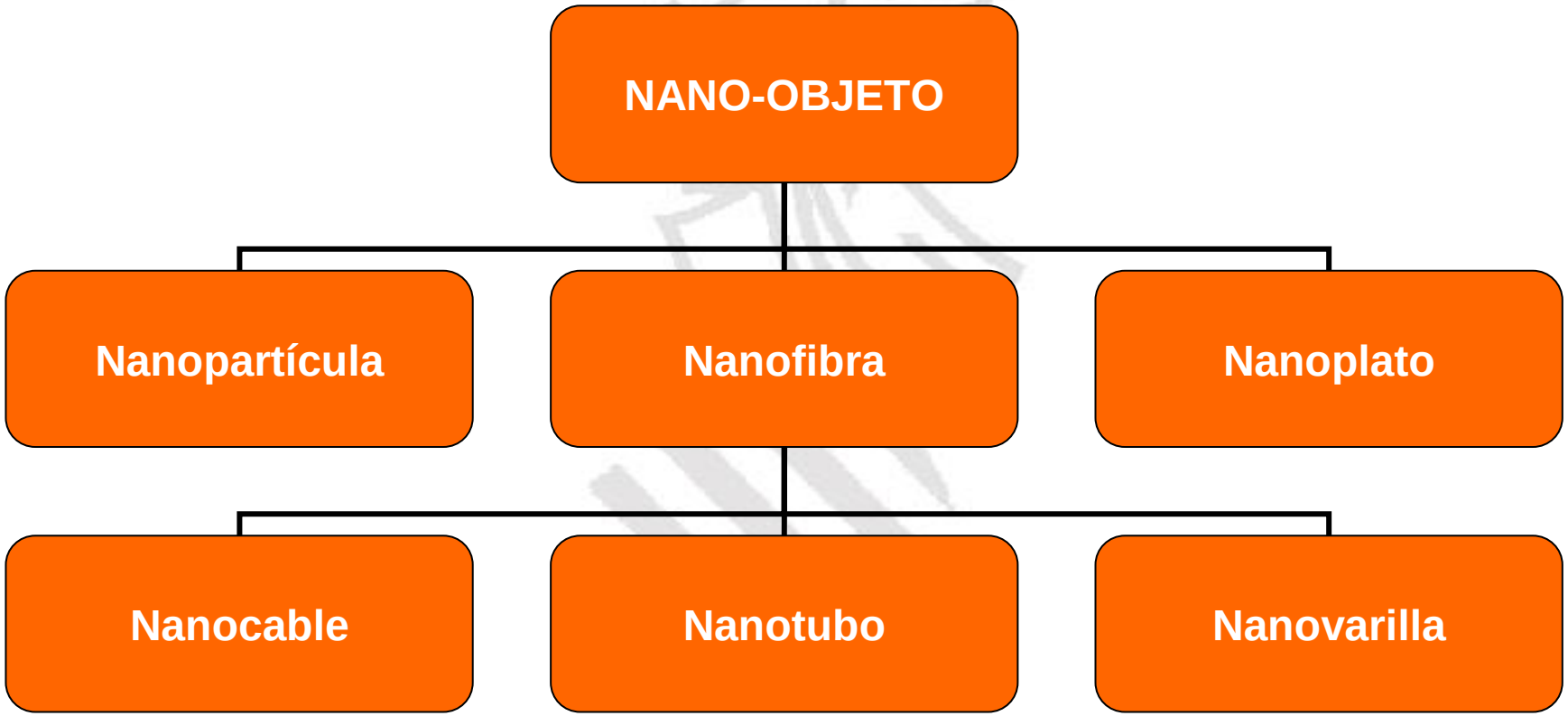
Clasificación según la ISO TS 27687

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

- Define a las nanopartículas (NP) y partículas ultrafinas como:
  - las *nanopartículas,* como partículas con un diámetro nominal menor de 100 nm.
  - el término *"ultrafino"* se suele aplicar a partículas generadas de manera secundaria en procesos, como humos de combustión y humos de soldadura.
- El término de NP se utiliza aquí, para referirse a materiales diseñados con el fin de tener unas propiedades específicas como los nanotubos de carbono, los nanocables, etc. Es decir, *"engineered nanoparticle".*
- El resto de partículas en ese rango de tamaño, pero que no se han fabricado expresamente, se denominarán "ultrafino".

Clasificación según la ISO TS 27687

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball



Clasificación según la ISO TS 27687

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

- **Nano-objeto**: material cuyas dimensiones externas o estructura interna se hallan en la nanoescala (escala nanométrica), y que pueden mostrar características nuevas comparadas con las del mismo material fuera de la nanoescala.
- **Nanopartícula**: nano-objeto con las tres dimensiones en la escala nano.
- **Nanoplato**: nano-objeto con una dimensión en escala nano y otras dos significativamente más largas.
- **Nanofibra**: nano-objeto con dos dimensiones en escala nano y la otra significativamente más larga.
- **Nanotubo**: nanofibra hueca.
- **Nanocable**: nanofibra conductora o semiconductora de la corriente.
- **Nanovarilla**: nanofibra sólida y recta.

Nano-objetos y nanomateriales

- Los nano-objetos pueden presentarse en forma de polvo, suspensión o de gel. Pueden ser utilizados como tales o para desarrollar nuevos materiales llamados nanomateriales.

- Los nanomateriales son materiales compuestos en su totalidad o en parte, de nano-objetos, que les confieren propiedades mejoradas o específicas de la dimensión nanométrica. Los nanomateriales se reagrupan en tres categorías.

Nanomateriales categorías

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

- **Materiales nanocargados o nanoreforzados**: se elaboran por incorporación de nano-objetos en una matriz orgánica o mineral con la finalidad de aportar una funcionalidad o de modificar las propiedades mecánicas, magnéticas, térmicas, etc. Ya se utilizan en numerosas aplicaciones industriales, como:
  - La alúmina para el pulido de los discos duros en la microelectrónica,
  - El negro de humo en las tintas de impresora a los neumáticos,
  - La plata en el sector textil,
  - El dióxido de titanio (TiO_2) en los protectores solares.

Nanomateriales categorías

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

- **Los materiales nanoestructurados en superficie**: éstos materiales se cubren de una o más nanocapa(s), o de nanopartículas que forman revestimiento bien definido, permitiendo dotar a la superficie de nuevas propiedades (resistencia a la abrasión, hidrofilia, etc.) o de nuevas funcionalidades (adherencia, dureza, etc.). De tales revestimientos existen ya, superficies que proporcionan la función de auto-limpieza.

- **Los materiales nanoestructurados en volumen**: éstos materiales tienen una estructura intrínseca nanométrica (porosidad, red cristalina, etc.) que les confieren propiedades físicas particulares.

Clasificación según su forma

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

- Dentro de los nanomateriales más utilizados, veremos:
  - Nanotubos de carbono.
  - Nanocápsulas.
  - Nanocables
  - Fulerenos.
  - Quantum dots (QD) o puntos cuánticos.

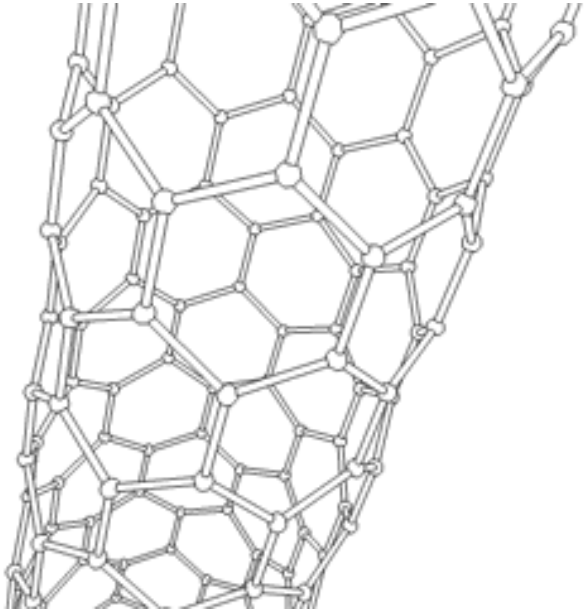
Clasificación según su forma

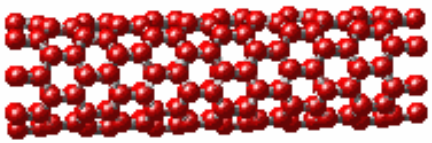
INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

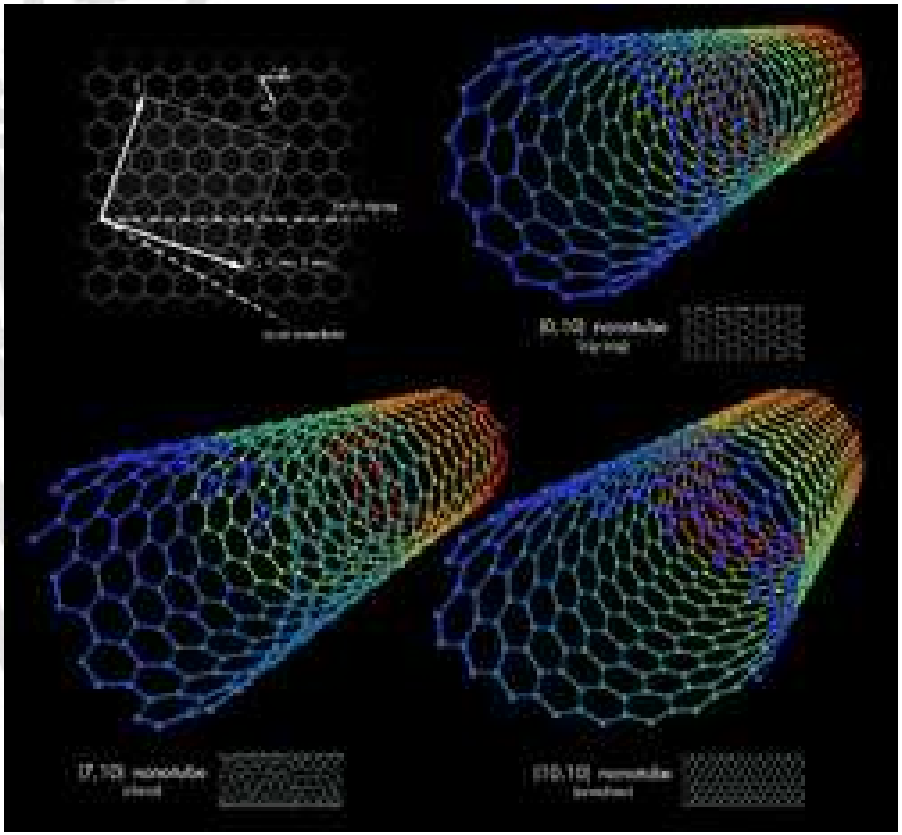
- **Nanotubos de carbono**: compuestos por una o varias láminas de grafeno (grafito bidimensional) enrolladas formando un tubo sin costuras, de pared sencilla o de pared múltiple:
  - Los de pared sencilla (SWCNT), compuestos por una única capa de átomos de carbono dispuesta en forma cilíndrica.
  - Los de pared múltiple (MWNT), compuesto por múltiples tubos concéntricos, de diámetro significativamente mayores respecto a los anteriores.
- Atractivos para aplicaciones en :
  - Nano-electrónica
  - Sensores
  - Rellenos en polímeros
  - Cerámica
  - Compuestos metálicos.

Nanotubos

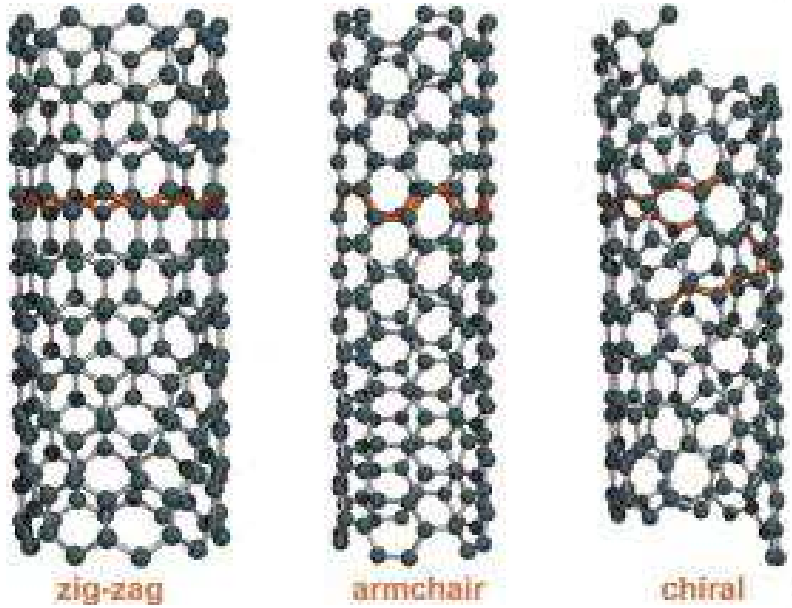
INVASSAT
Institut Valencià de
Seguretat i Salut en el Treball

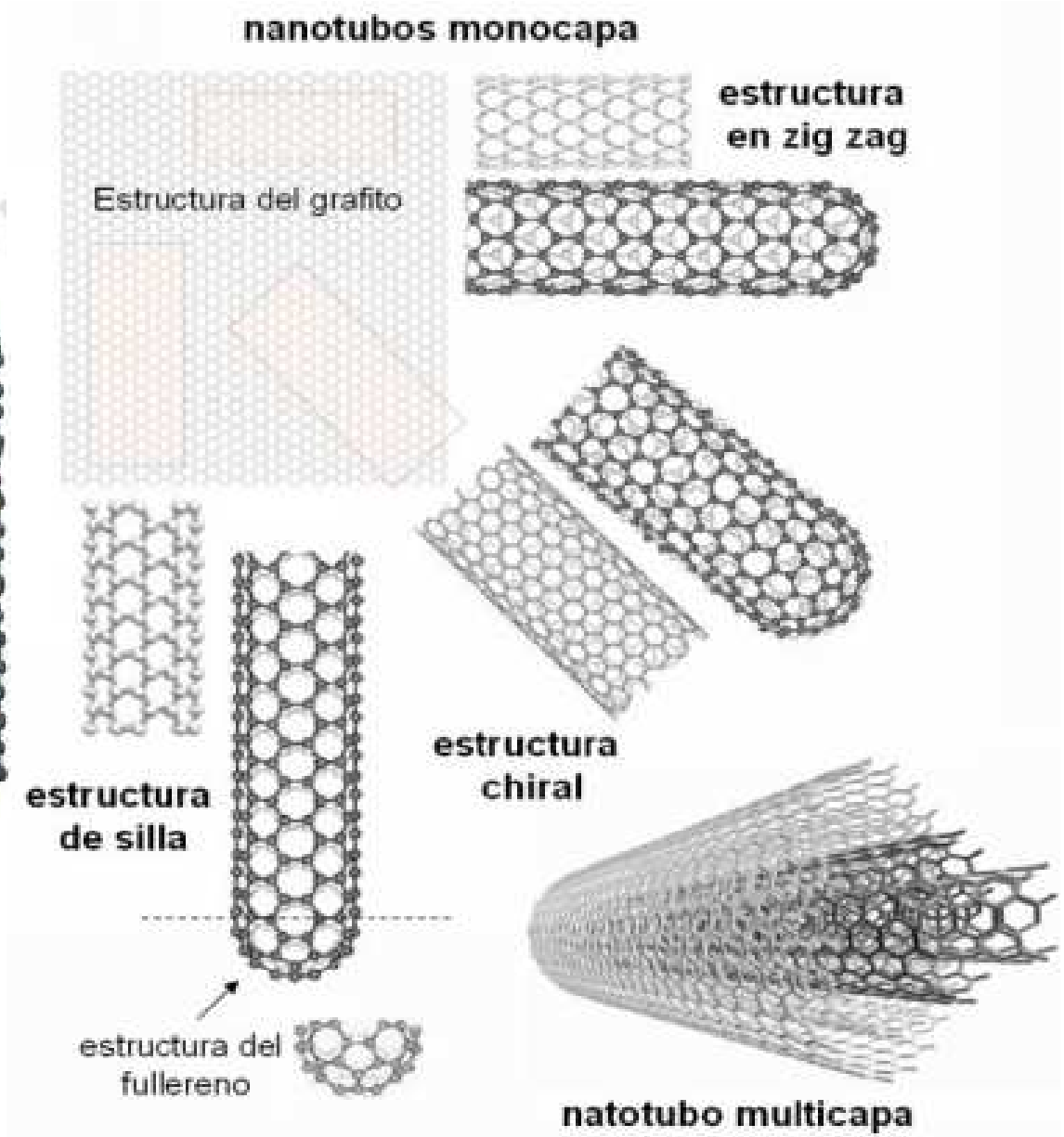






Nanotubos


zig-zag
armchair
chiral


nanotubos monocapa
estructura
en zig zag
Estructura del grafito
estructura
de silla
estructura
chiral
estructura del
fullereno
natotubo multicapa

Clasificación según su forma

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

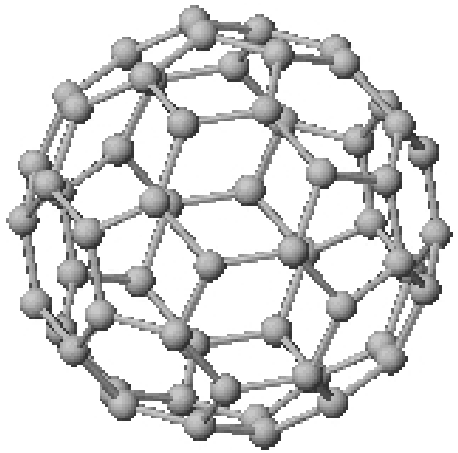
- **Nanocápsula**s: nanoestructruras esféricas huecas que pueden tener en su interior otras sustancias (enzimas, polímeros, adhesivos...), con propiedades especiales como una gran solubilidad y resistencia a los jugos gástricos lo que permite dirigir los medicamentos a su punto de acción.

- **Nanocables**: nanofibras conductoras o semiconductoras con una estructura cristalina. Tiene un diámetro aproximado de una milésima de grosor de un cabello humano.

Clasificación según su forma

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

- **Fulerenos**: cajas esféricas que contienen de 20 a más de 100 átomos de carbono. El más conocido es el que tiene 60 átomos de carbono. La estructura de C60 es la figura que se asemeja a un balón de fútbol. Con propiedades parecidas a los nanotubos de carbono, no son muy reactivos por su estabilidad de los enlaces tipo grafito, y son muy poco solubles en la mayoría de disolventes.



Clasificación según su forma

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

- **Quantum dots (QD) o puntos cuánticos**: partículas de dimensiones nanométricas con propiedades ópticas y electrónicas dependientes de su tamaño, debido a su confinamiento cuántico.
- Son nanocristales semiconductores, tales como el Seleniuro de cadmio (CdSe) posee propiedades de fluorescencia regulable mediante el control de su tamaño. Estos materiales pueden ser utilizados en imágenes biológica: el marcado y el seguimiento de las células vivas, de animales vivos, microscopía fluorescente, etc.

Aplicaciones

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

- Automóviles, aeronáutica y el espacio.
- Electrónica y comunicaciones.
- Química y materiales.
- Farmacia,biomedicina y biotecnología.
- Cosmética.
- Salud.
- Energía.
- Medio ambiente y ecología.
- Defensa.
- Sector manufacturero.

Automóvil, aeronáutica y espacio

- Materiales resistentes y ligeros.
- Pintura exterior con efectos de color, más brillantes, antirayaduras, anticorrosión y antiincrustantes.
- Sensores optimizantes del rendimiento del motor.
- Detectores de hielo para las alas de los aviones.
- Aditivos para el combustible diesel para una mejor combustión.
- Neumáticos más duraderos y reciclables

Automóvil, aeronáutica y espacio

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

Automóvil, aeronáutica y espacio

- Existen barnices para coches, que repara las rayaduras en superficies de vehículos pintadas, éste también resistentes a las rayaduras utiliza una tecnología a base de nanopartículas de sílice, creando una superficie como el cristal, extremadamente fuerte y con mayor brillo y resistencia a los lavados automáticos y rayaduras del pulimento.

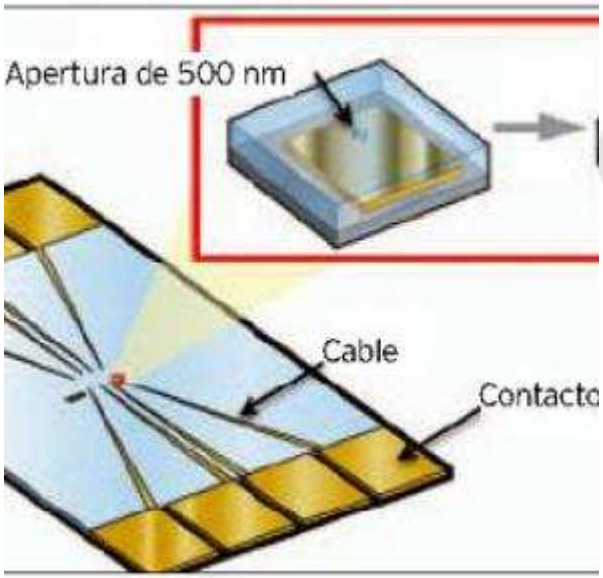
- Nanopartículas de sílice incorporadas en neumáticos con la finalidad de reducir la resistencia al rodamiento (disminuyendo el consumo del carburante).

Electrónica y comunicaciones

- Memorias de alta densidad y procesadores miniaturizados.
- Células solares.
- Agendas electrónicas de bolsillo.
- Ordenadores y juegos de bolsillo de alta velocidad.
- Tecnología inalámbrica.
- Pantallas planas.

Electrónica y comunicaciones

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball



Defensa

- Detectores de agentes químicos y biológicos.
- Sistemas miniaturizados de vigilancia.
- Sistemas de orientación precisos.
- Textiles luminosos que se reparan así mismos.
- Armamento. Con uranio empobrecido formando nanopelículas en los obuses, favoreciendo la penetración en el blindaje.

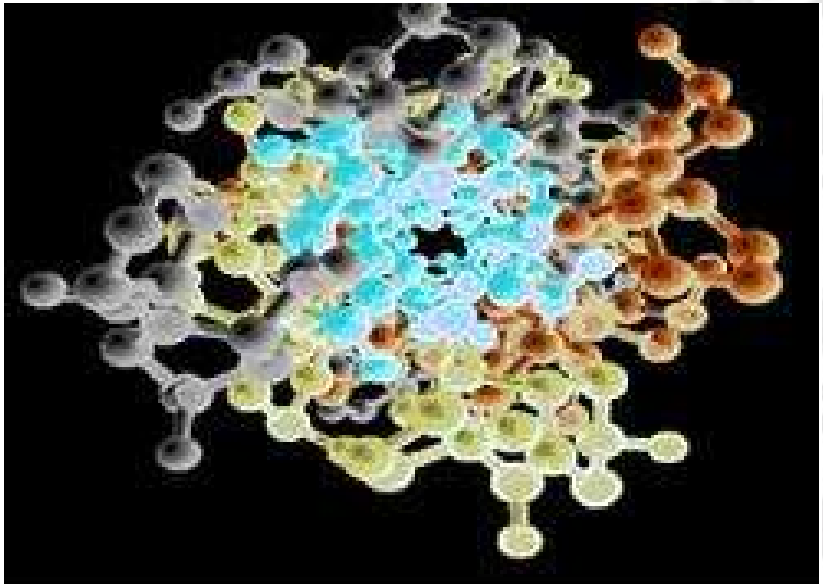
Cosmética

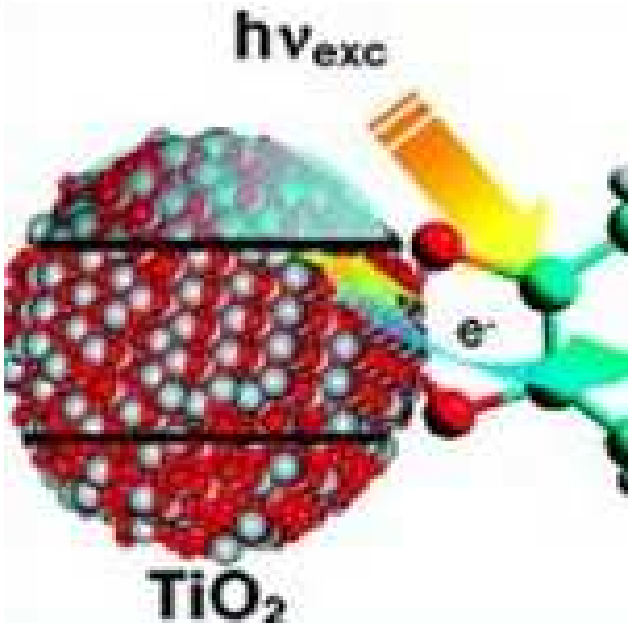
- Cremas solares transparentes, bronceadores con filtro solar (actualmente el problema del dióxido de titanio y el óxido de zinc, por el potencial de absorción dérmica de las nanopartículas).

- Pasta dentales más abrasivas,

- Maquillajes (incluyendo el lápiz labial rojo con mayor resistencia).

Cosmética





- Cosmética dental: Imagen de un nanocluster formado por múltiples **nanopartículas de sílice y zirconio**. El tamaño de estas partículas va desde los 25 nanómetros
  - Bronceadores transparentes

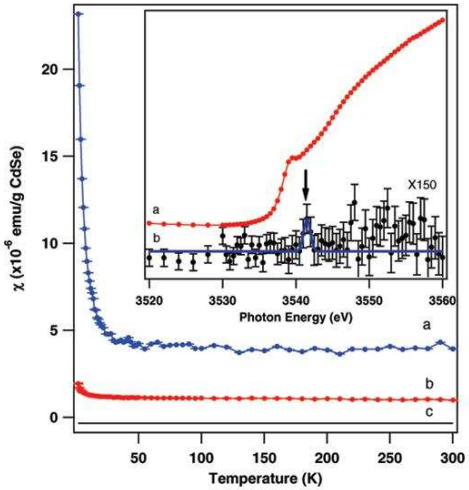
Química y materiales

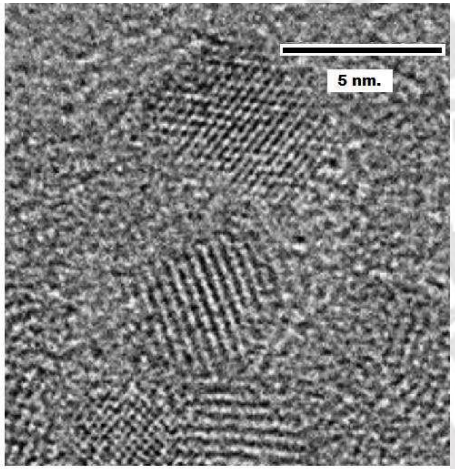
INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

- Pigmentos.
- polvos de cerámica,
- inhibidores de corrosión,
- catalizadores multifuncionales,
- vidrios autolimpiantes y antiincrustantes,
- textiles y revestimientos antibacterianos ultra resistentes,
- membranas para la separación de los materiales (tratamiento de aguas),
- capas funcionales o multicapas funcionales,
- aislamiento térmico,
- desarrollo de imanes moleculares, pueden servir para desarrollar ordenadores más potentes, rápidos y eficientes y para el almacenamiento masivo de información.

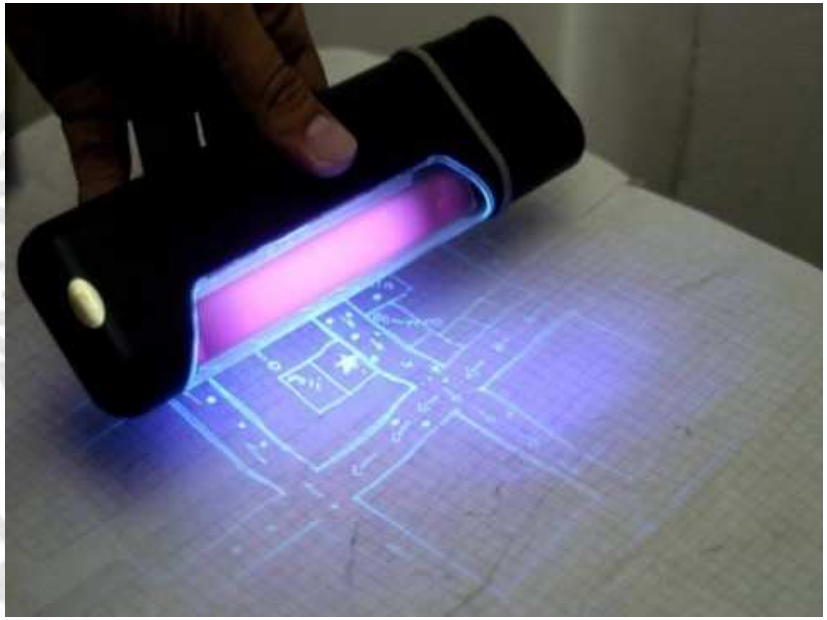
Química y materiales

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball





- Nanoimanes.

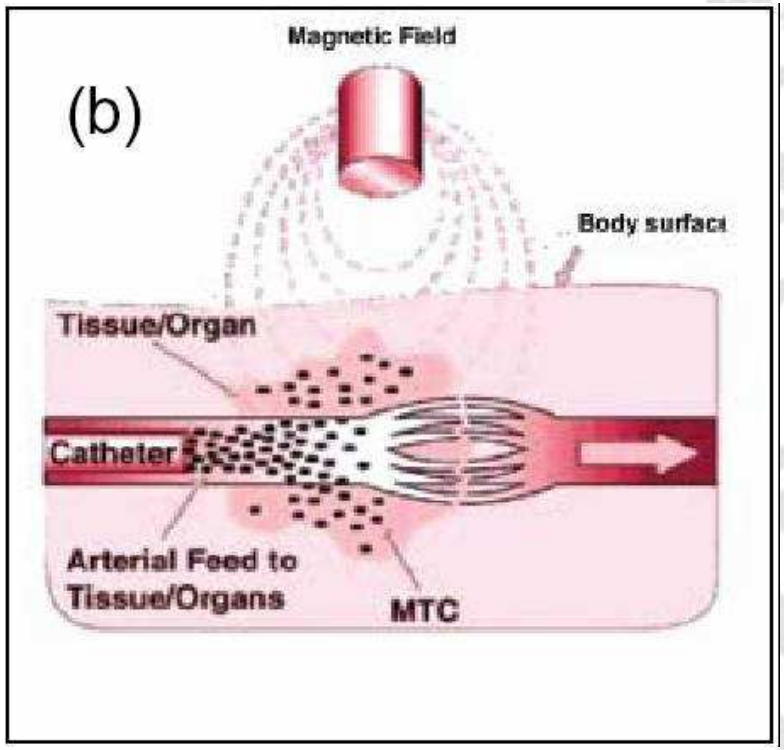


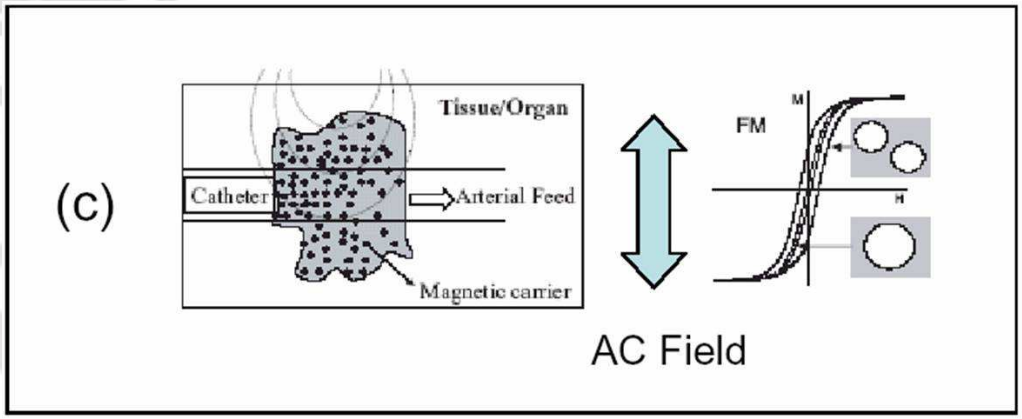
- **Tinta invisible**: han utilizado **nanopartículas de oro y plata** incrustadas en una película de gel orgánica y flexible para elaborar un nuevo tipo de medio capaz de borrarse a sí mismo.
- Al hacer brillar luz ultravioleta en la película a través de una máscara estampada, o al mover un “bolígrafo” ultravioleta sobre la superficie, se consigue grabar una imagen en la película. Bajo la luz visible, la imagen desaparece lentamente

Farmacia, biomedicina y biotecnología

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

- Medicamentos y principios activos.
- Superficies adhesivas para medicamentos antialérgicos,
- Fármacos “inteligentes”, medicamentos que se han de liberar en el momento y zona preciso, dirigidos solo a órganos específicos.
- Superficies biocompatibles para implantes.
- Nuevas terapias contra el cáncer. Expertos destacan el potencial de los nanomateriales para lograr tratamientos contra el cáncer menos agresivos.
- Vacunas orales.
- Regeneración del tejido óseo.
- Kits de autodiagnóstico.



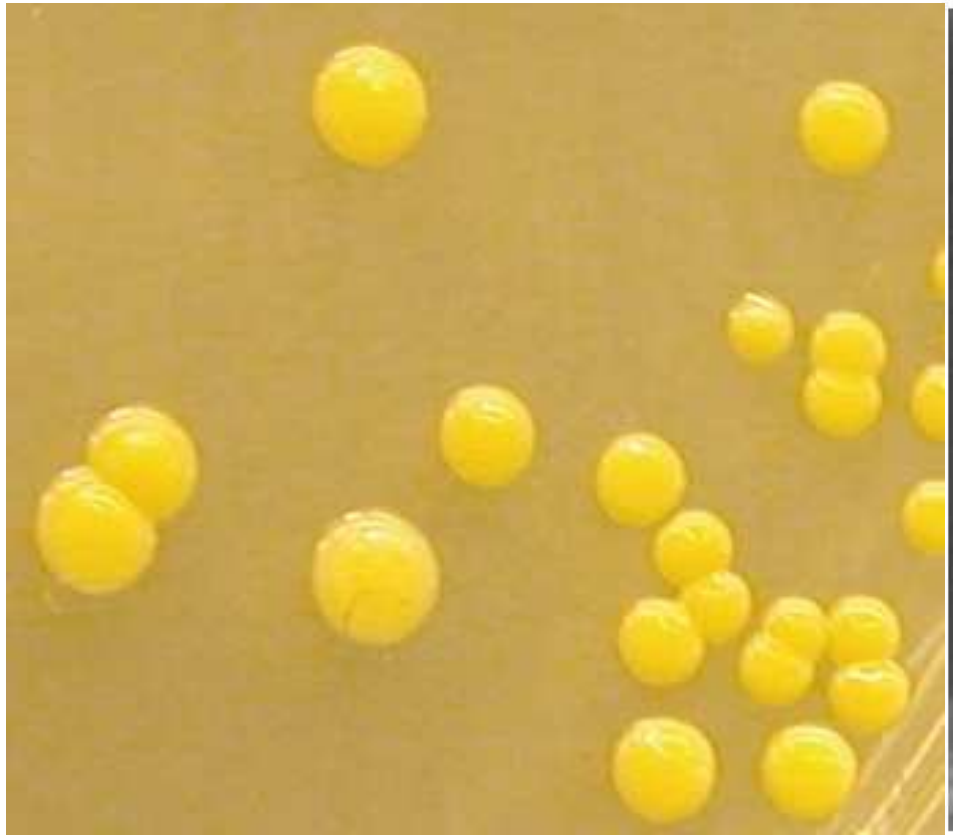


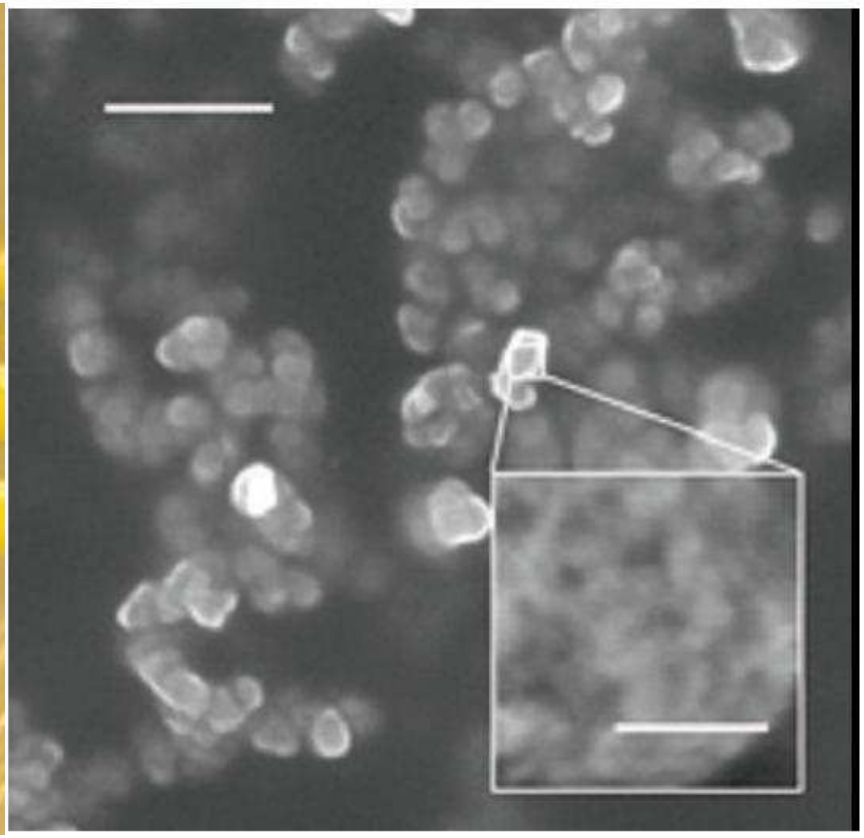
- Esquema de suministro de medicamentos agresivos.

- Esquema de un tratamiento de hipertermia usando nanopartículas.
- Se localiza y se destruye el tumor con nanopartículas.

Salud

- Aparatos y dispositivos de diagnósticos miniaturizados.
- Recubrimientos de tejidos e implantes, mejorando la biocompatibilidad y bioactividad.
- Sensores multifuncionales,
- Análisis de ADN,
- Membranas para diálisis,
- Destrucción de tumores por calentamiento,
- Terapia genética: nanotransportadores para transferencia de genes,
- Microcirugía y medicina reparadora: nanoimplantes y prótesis.





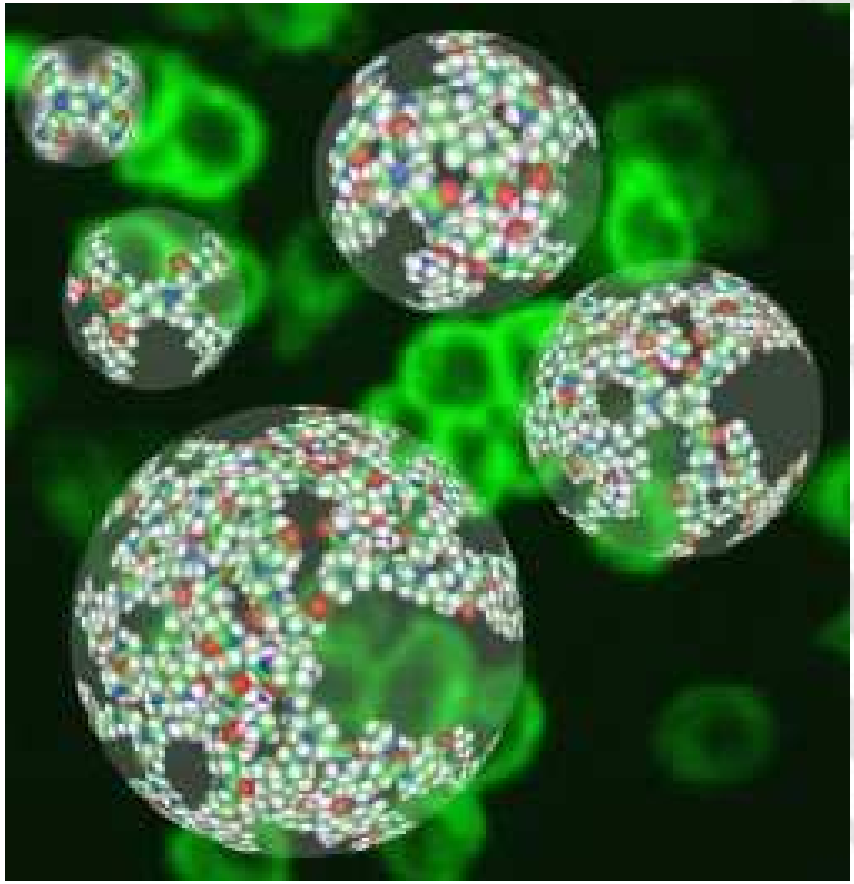
- Antimicrobianos
- Nanovacunas

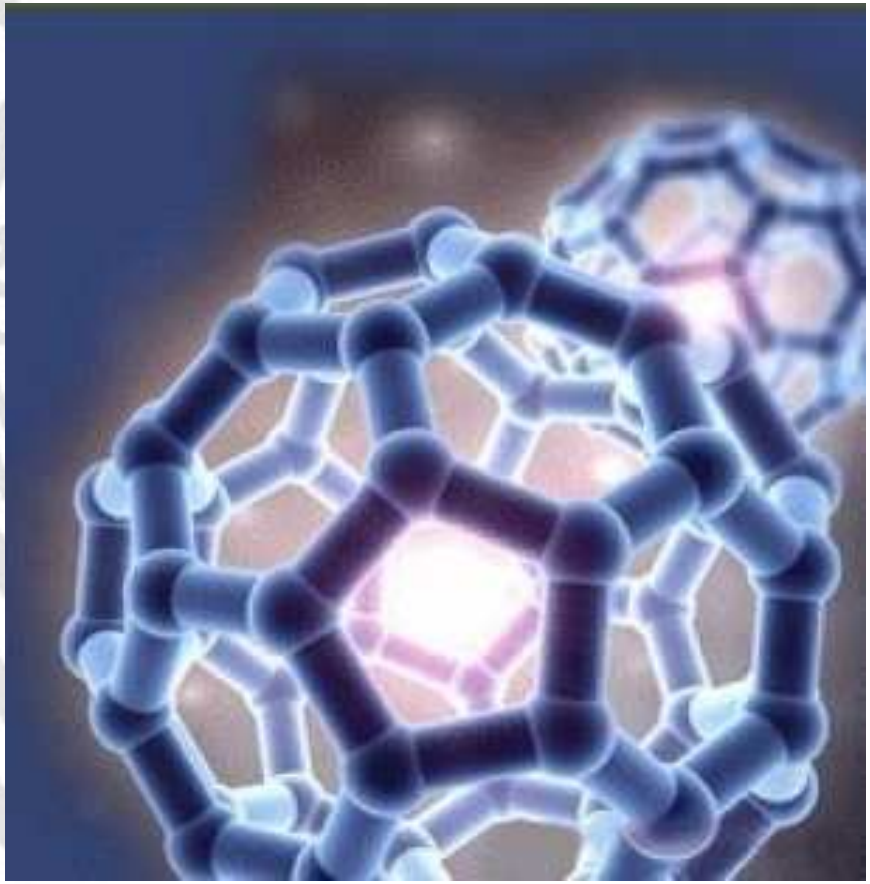
Energía

INVASSAT
Institut Valencià de
Seguretat i Salut en el Treball

- Células fotovoltaicas de nueva generación.
- Nuevos tipos de baterías.
- Ventanas inteligentes.
- Materiales de aislamiento más eficaces.
- Fotosíntesis artificial (Energía verde).
- Almacenamiento de hidrógeno combustible.

Energía





- El uso de **nanopartículas de plata** podría optimizar la generación eléctrica mediante energía solar

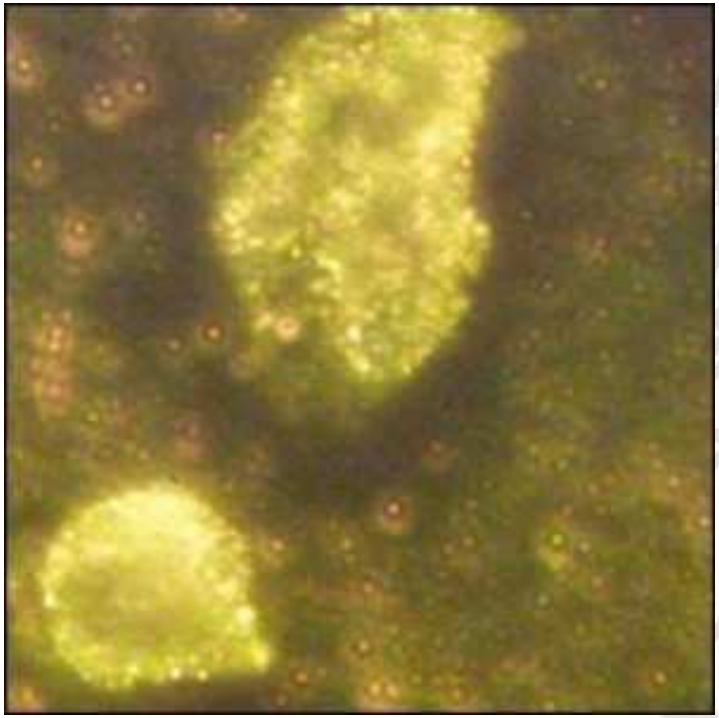
Medio ambiente y ecología

INVASSAT
Institut Valencià de
Seguretat i Salut en el Treball

- Disminución de la emisión de dióxido de carbono.
- Producción de agua ultra-pura a partir de agua de mar.
- Pesticidas y fertilizantes más eficaces y menos perjudiciales.
- Membranas no tóxicas para la limpieza del medio ambiente.
- Recuperación y reciclaje de recursos existentes.
- Análisis químicos específicos.

Medio ambiente y ecología

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball



- **Medio ambiente**: la escasez energética y de agua limpia, calentamiento global y contaminación son los principales problemas que deben resolverse. Las tecnologías basadas en **nanopartículas de oro** han demostrado una gran promesa en el suministro de soluciones para diferentes importantes problemas medioambientales, para el control de la contaminación y la purificación del agua.

- Nanopartículas de **dióxido de manganeso**, fundamentales en la fotosíntesis artifical de forma económica.

¿Peligro…?

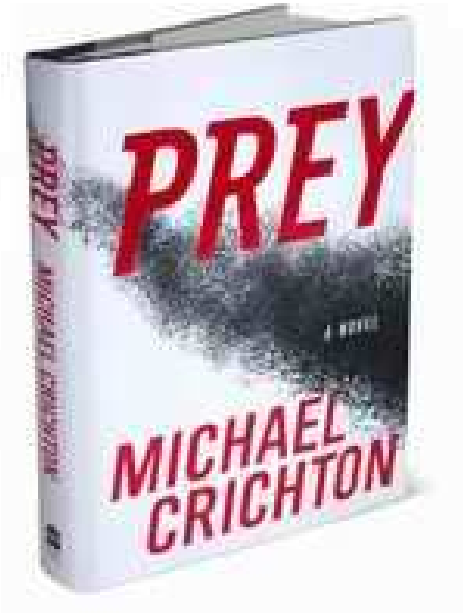
INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

- Los gobiernos y el sector empresario han empezado a financiar esas investigaciones con millones de dólares, pero según los científicos, esas cifras distan de ser suficientes para determinar si los nanomateriales ponen en peligro la salud humana.
- Los estudios in vitro e in vivo han mostrado que las nanopartículas fabricadas, de amplio uso comercial, incluyendo el zinc, el óxido de zinc, la plata y el dióxido de titanio, plantean nuevos riesgos de toxicidad.
- Las nanopartículas podrían causar además patologías de largo plazo:
  - Dos estudios separados (publicados en 2008) encontraron que ciertos nanotubos de carbón causan una patogenicidad similar a la del asbesto y la aparición de mesotelioma en las ratas de laboratorio.
  - Un pequeño número de estudios clínicos sugiere que las nanopartículas y las micropartículas pequeñas que no son metabolizadas, con el tiempo pueden ocasionar granulomas, lesiones, cáncer o coágulos sanguíneos.

Conclusión

INVASSAT
Institut Valencià de Seguretat i Salut en el Treball

- ***"La nanotecnología va a conseguir una máxima eficiencia en todo, porque supone llevar al extremo lo más pequeño. El límite es el tamaño de átomo. Lo que buscamos es conseguir funcionalidad al tamaño más pequeño"***



- Michael Crichton, el popular autor de *Jurassic Park*, ha escrito la novela *Prey* (Presa), en la cual un enjambre de nanomáquinas escapan del laboratorio y amenazan con avasallar a la humanidad. Los científicos creen que la amenaza potencial de los nanomateriales tiene que ver más con la vida cotidiana que con una novela de ciencia ficción.