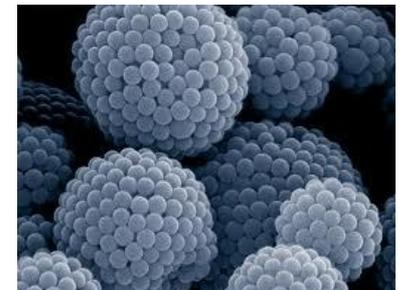


Nanomateriales. Aplicaciones y riesgos en su utilización

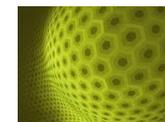
Burjassot, 13 de junio de 2013.

M^a José Zafra Barranco
Técnico de análisis instrumental
Centro Territorial del INVASSAT de Valencia

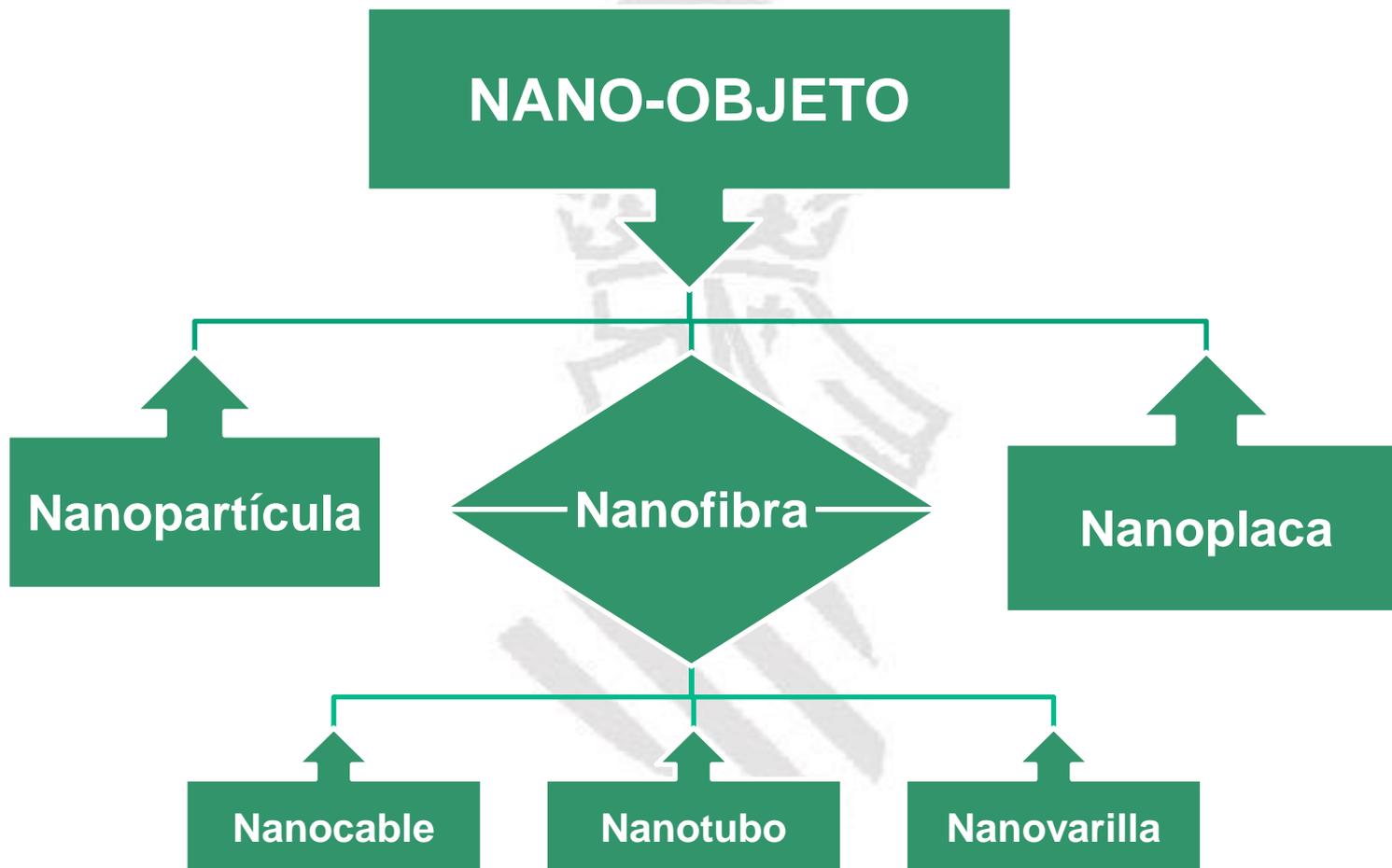
- **Nano:** una milmillonésima parte (10^{-9}). $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$.
- **Nanoescala:** una o más dimensiones en el rango entre 1 y 100 nm.
- **Nanoestructurado:** una estructura a nivel de nanoescala.
- **Nanomateriales:** materiales con propiedades morfológicas, entre 1 y 100 nm en al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



- 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.
- *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 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*”
- Hay normas y documentos publicados sobre terminología básica, entre los publicados: UNE-CEN ISO/TS 27687:2010- Nanotecnologías. Terminología y definiciones para nano-objetos. Nanopartícula, nanofibra y nanoplaca. (ISO/TS 27687:2008) .



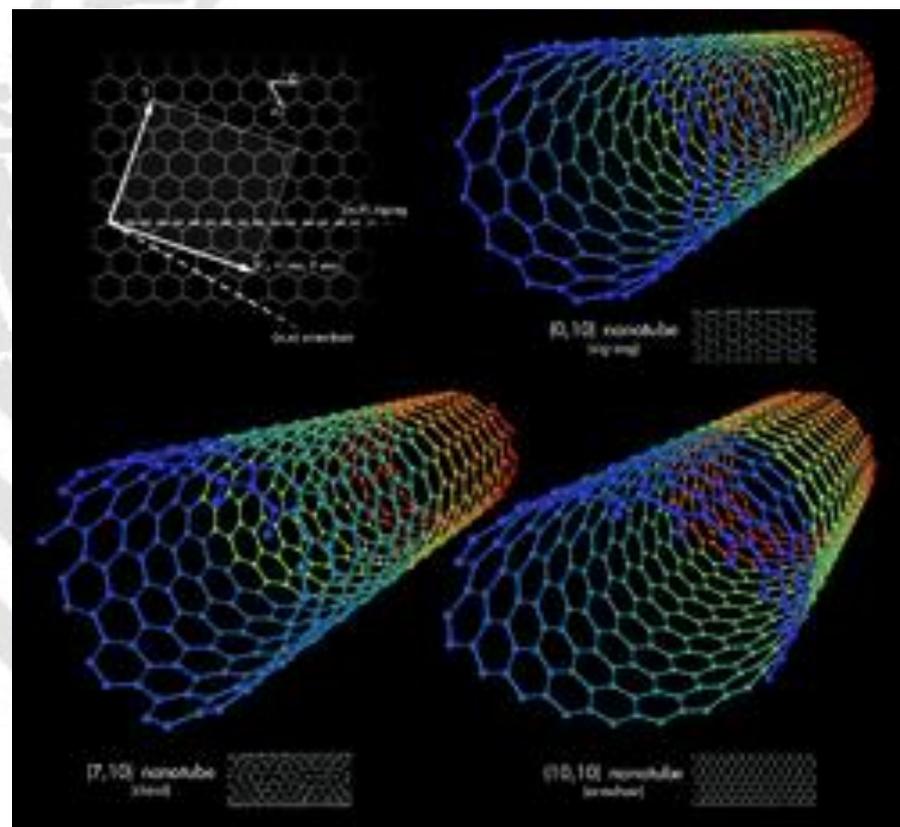
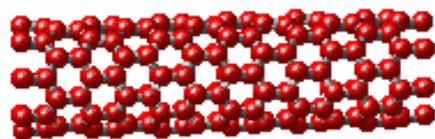
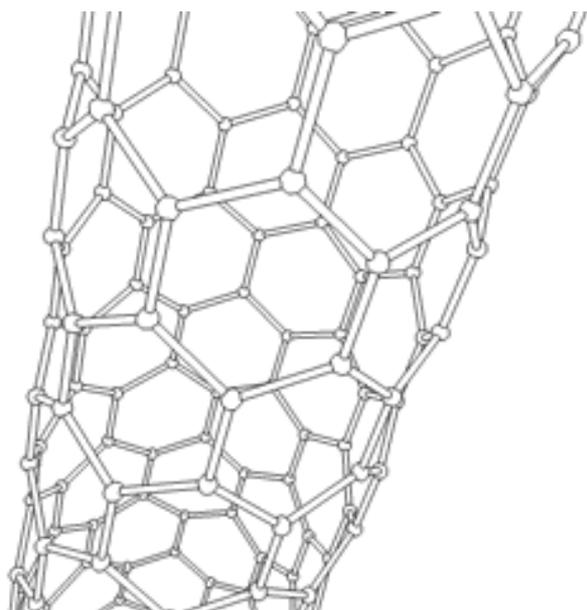
- Los nano-objetos pueden presentarse en forma de polvo, suspensión o de gel. Pueden ser utilizados como tales o para desarrollar nuevos materiales llamados nanomateriales.
- Los nanomateriales son materiales compuestos en su totalidad o en parte, de nano-objetos, que les confieren propiedades mejoradas o específicas de la dimensión nanométrica. Los nanomateriales se reagrupan en tres categorías.

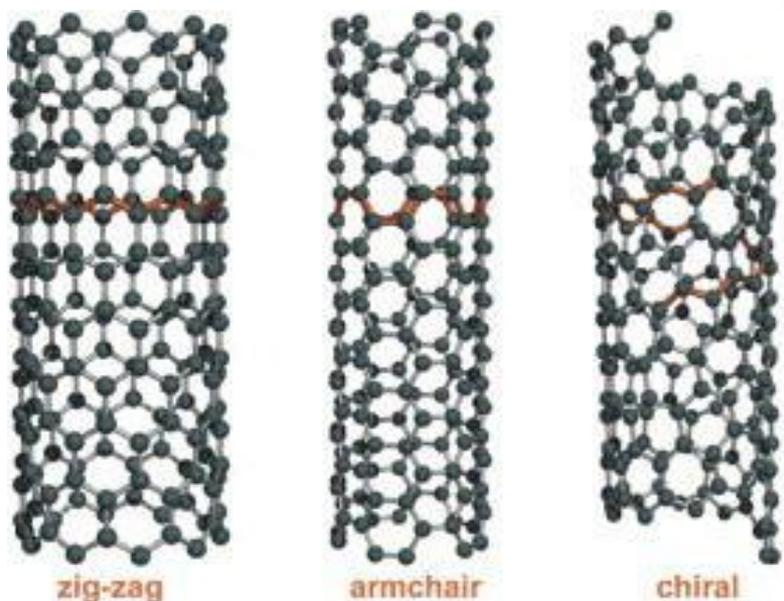
- **Materiales nanocargados o nanoreforzados:** se elaboran por incorporación de nano-objetos en una matriz orgánica o mineral con la finalidad de aportar una funcionalidad o de modificar las propiedades mecánicas, magnéticas, térmicas, etc.
 - La alúmina para el pulido de los discos duros en la microelectrónica, el negro de humo en las tintas de impresora, la plata en el sector textil, el dióxido de titanio (TiO₂) en los protectores solares.
- **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.

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

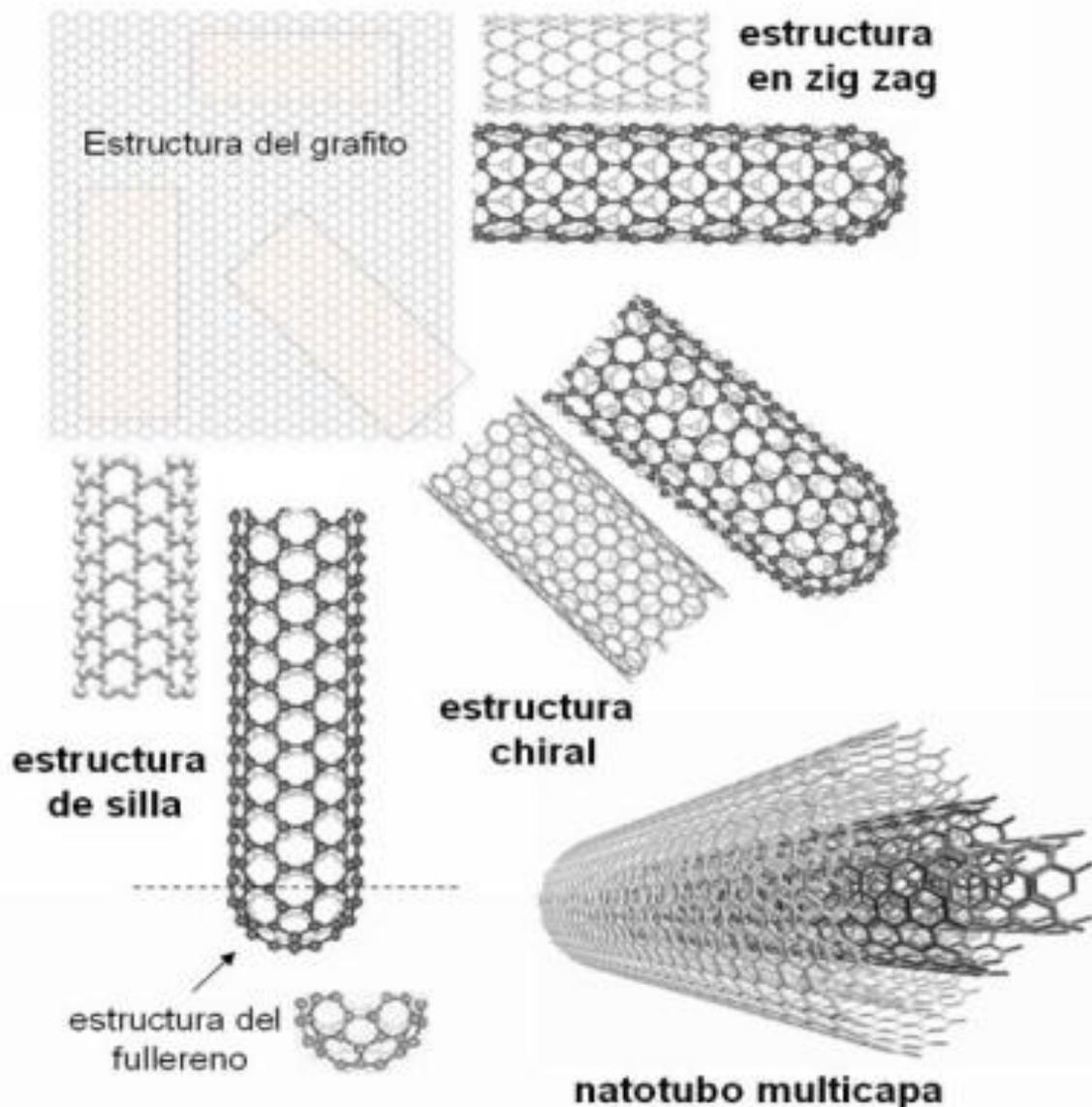
- **Nanotubos de carbono:** compuestos por una o varias láminas de grafeno enrolladas formando un tubo sin costuras, de pared sencilla o de pared múltiple:
 - Los de pared sencilla (SWCNT), compuestos por una única capa de átomos de carbono dispuesta en forma cilíndrica.
 - Los de pared múltiple (MWNT), 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.

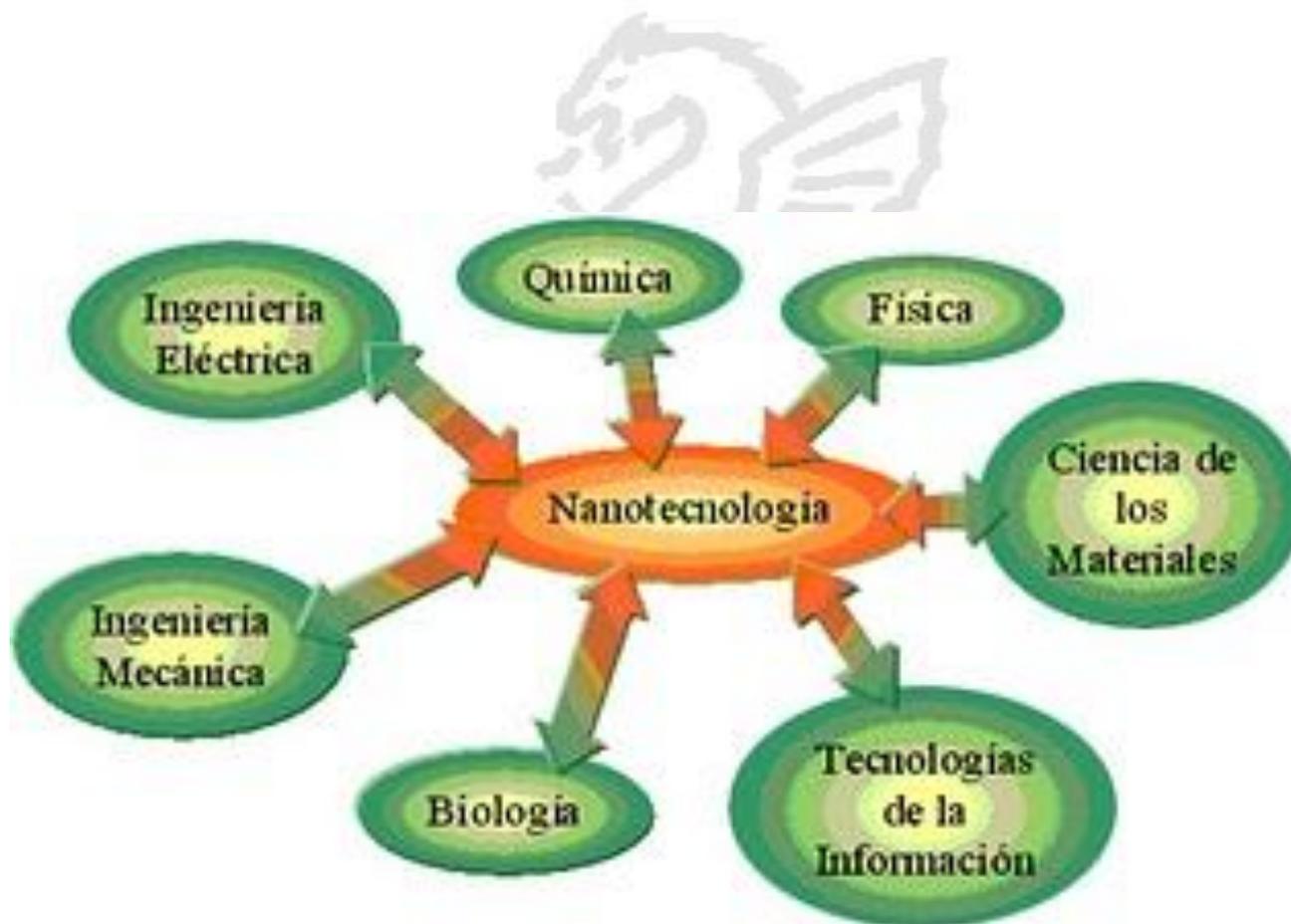
Nanotubos



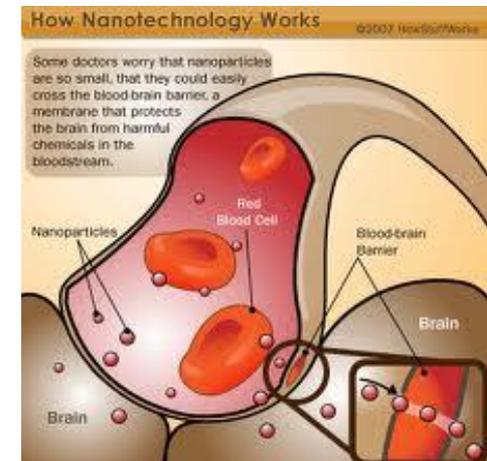


nanotubos monocapa



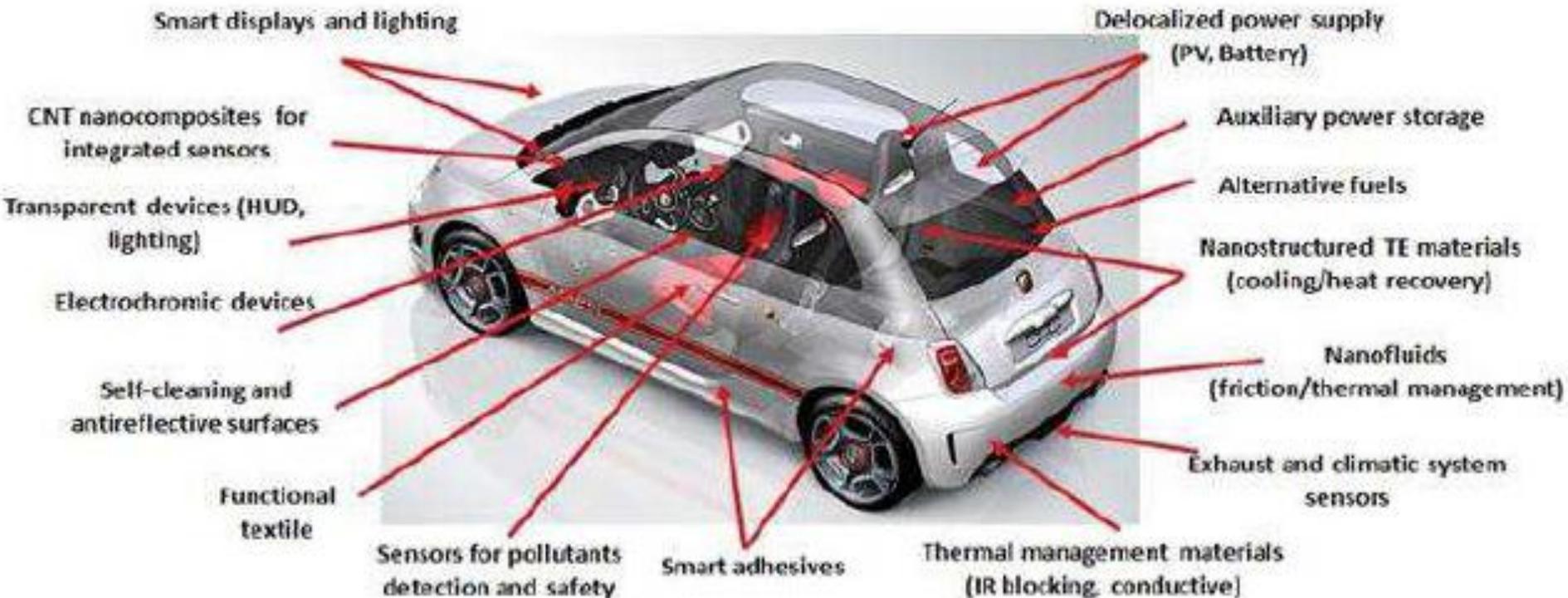


- Automòviles, aeronàutica y el espacio.
- Electrónica y comunicaciones.
- Química y materiales.
- Farmacia, biomedicina y biotecnología.
- Cosmética.
- Salud.
- Energía.
- Medio ambiente y ecología.
- Defensa.
- Sector manufacturero.



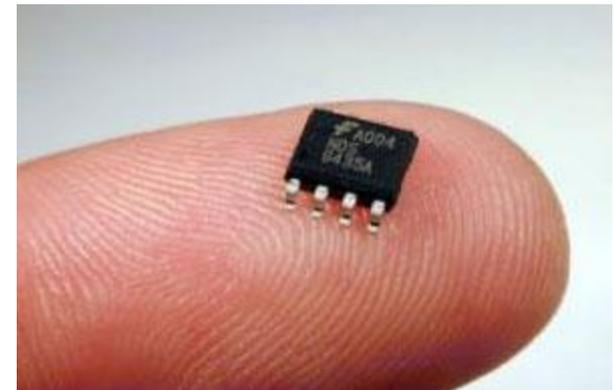
- Materiales resistentes y ligeros.
- Pintura exterior con efectos de color, más brillantes, antirayaduras, anticorrosión y antiincrustantes.
- Sensores optimizantes del rendimiento del motor.
- Detectores de hielo para las alas de los aviones.
- Aditivos para el combustible diesel para una mejor combustión.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



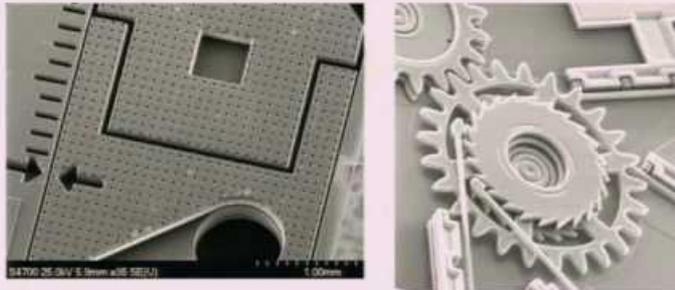


- Existen barnices para coches, que repara las rayaduras en superficies de vehículos pintadas, éste también resistente a las rayaduras utiliza una tecnología a base de nanopartículas de sílice, creando una superficie como el cristal, extremadamente fuerte y con mayor brillo y resistencia a los lavados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

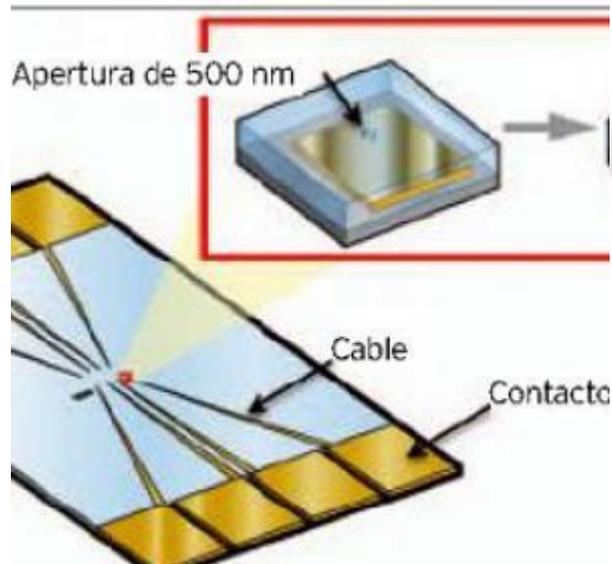
- Memorias de alta densidad y procesadores miniaturizados.
- Pantallas táctiles muy delgadas y que se pueden doblar.
- Pantallas planas.
- Ordenadores y juegos de alta velocidad.
- Tecnología inalámbrica.
- Células solares.



RAZÓN 5: TRABAJAR CON MICRO-ELECTRO-MECHANICAL SYSTEMS (MEMS)



...an en diverses aplicacions, como por ejemplo pantallas de video, acelerómetros para control de airbags, geofonos para música,... Las técnicas de fabricación y desarrollo son similares a los conductores.





- La militarización de la nanotecnología es una aplicación potencial.
- La mejora de armas existentes y el hardware militar a través de nuevas propiedades.
- Con la electrónica molecular, se construyen sistemas informáticos muy útiles para misiles.
- 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.

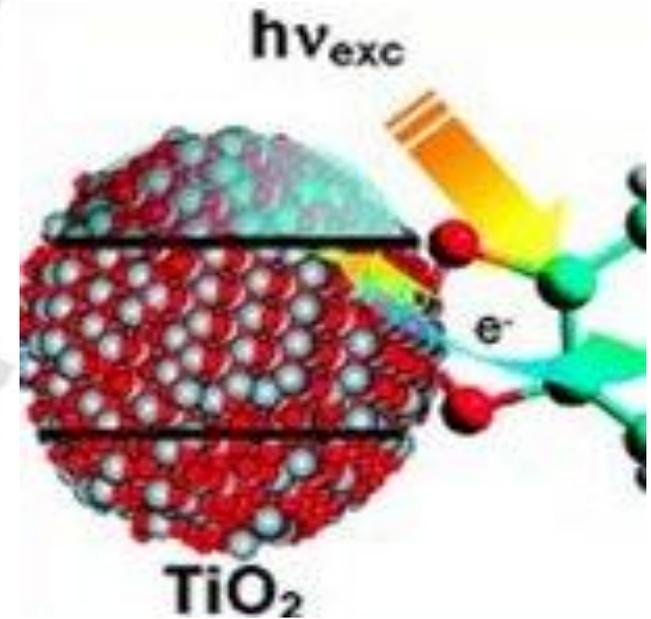
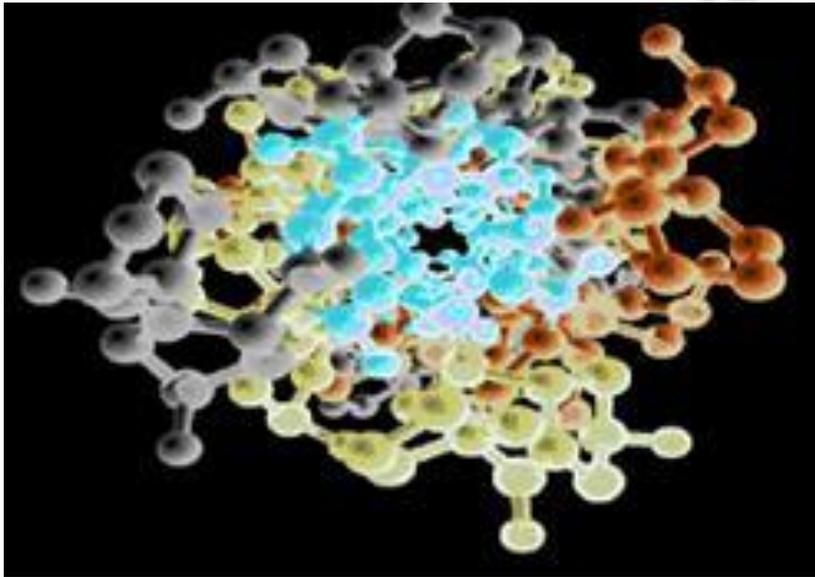


- Cremas solares transparentes, bronceadores con filtro solar, con productos absorbentes de las radiaciones uv en forma de nanopartículas, con mejora en la uniformidad sobre la piel y mayor transparencia (actualmente el problema del dióxido de titanio y el óxido de zinc, por el potencial de absorción dérmica de las nanopartículas).



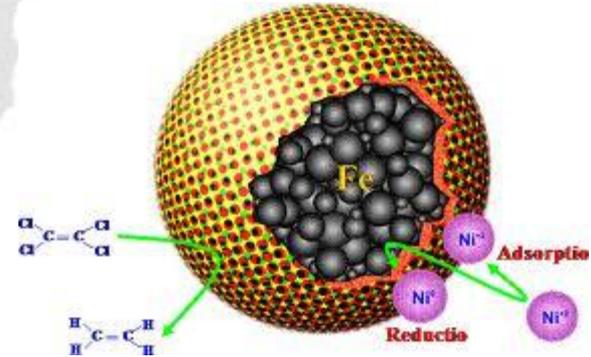
- Pasta dentales más abrasivas,
- Maquillajes (incluyendo el lápiz labial rojo con mayor resistencia).

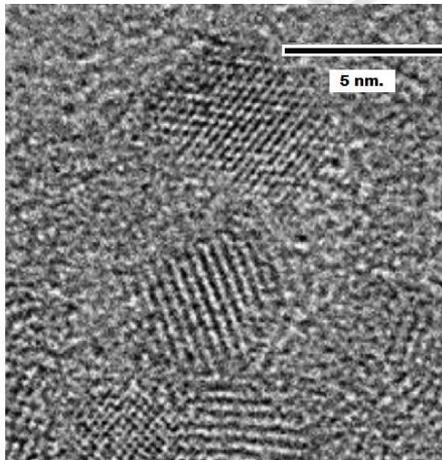
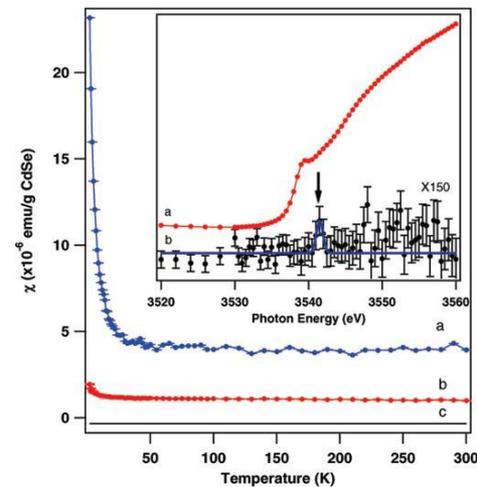




- Cosmética dental: Imagen de un nanocluster formado por múltiples **nanopartículas de sílice y zirconio**. El tamaño de estas partículas va desde los 25 nm.
- Bronceadores transparentes

- 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.



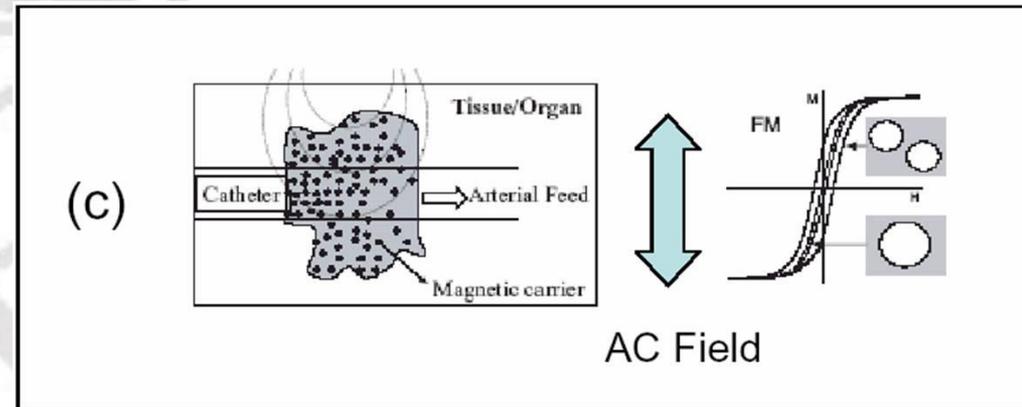
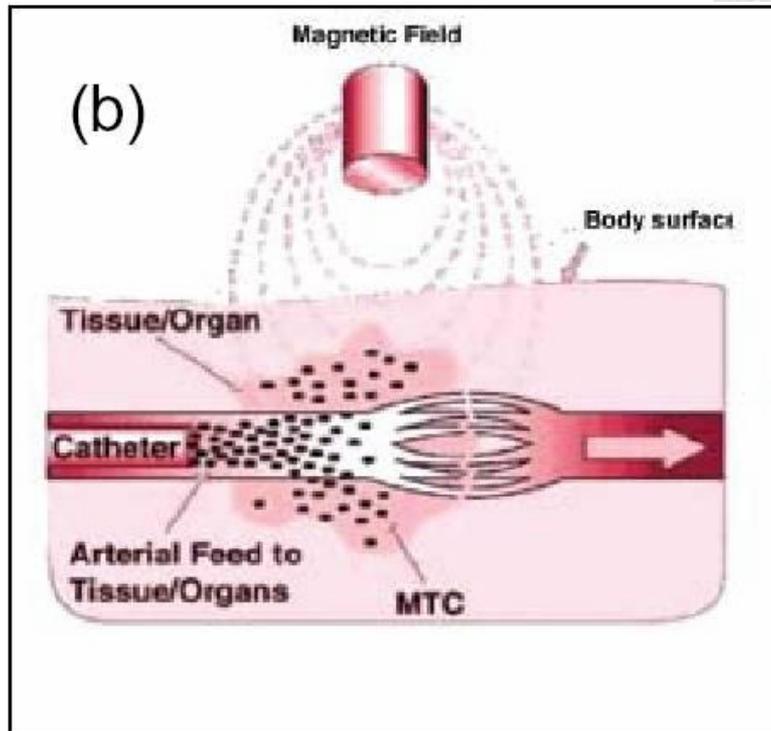


■ Nanoimanes.

- **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

- 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.



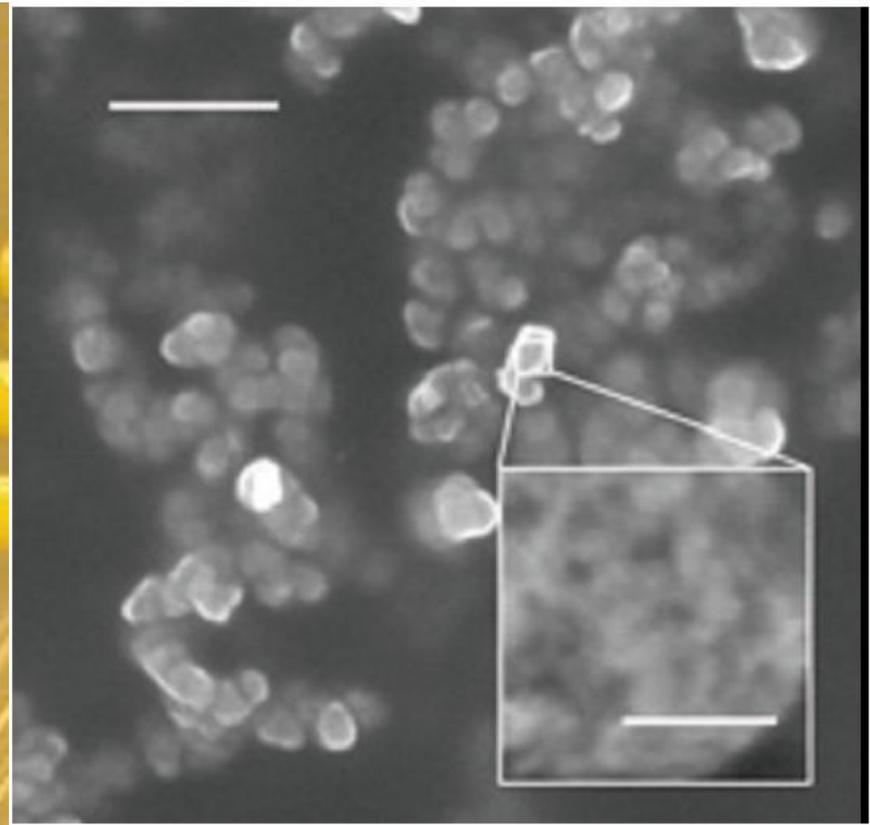
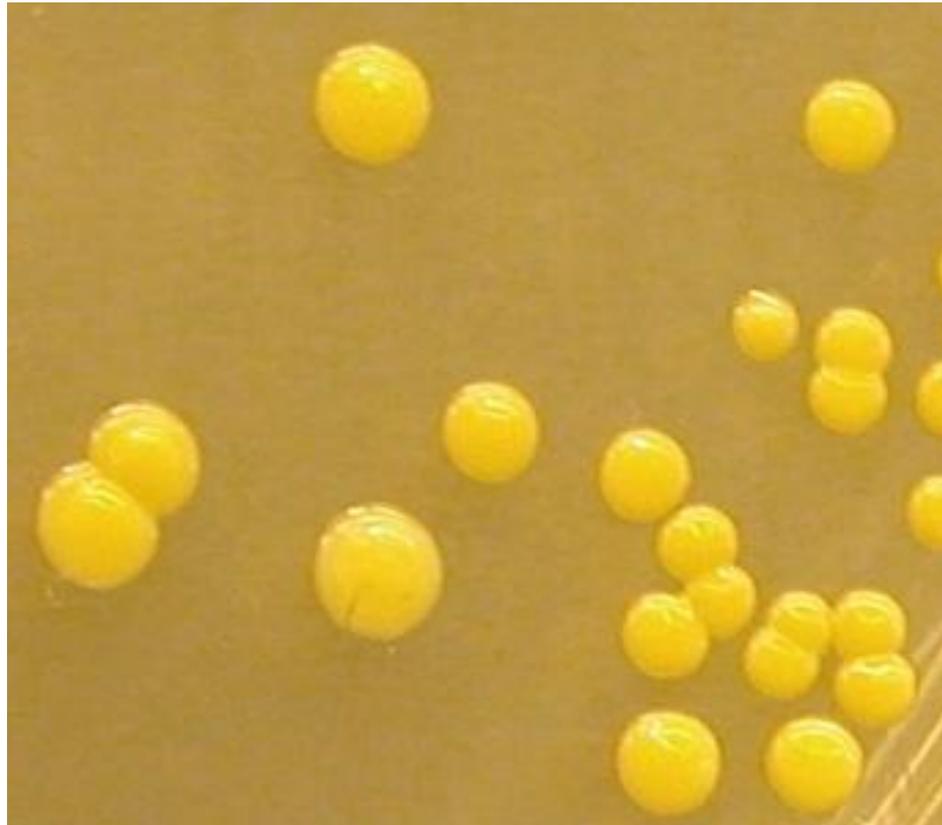


- Esquema de suministro de medicamentos agresivos.

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

- 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.

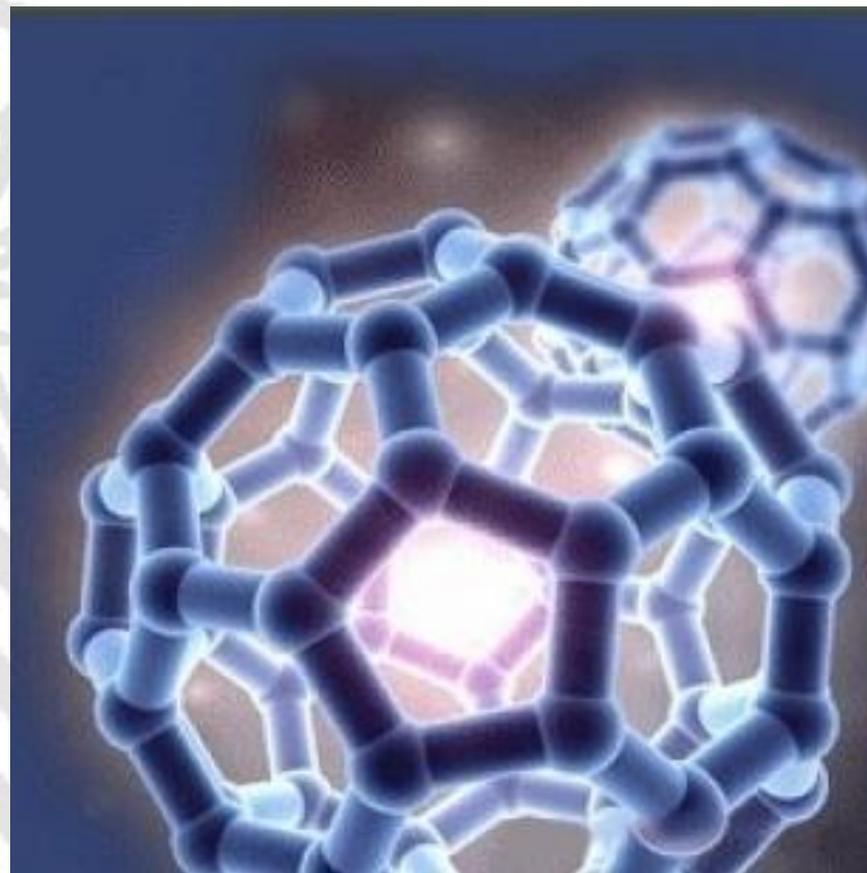
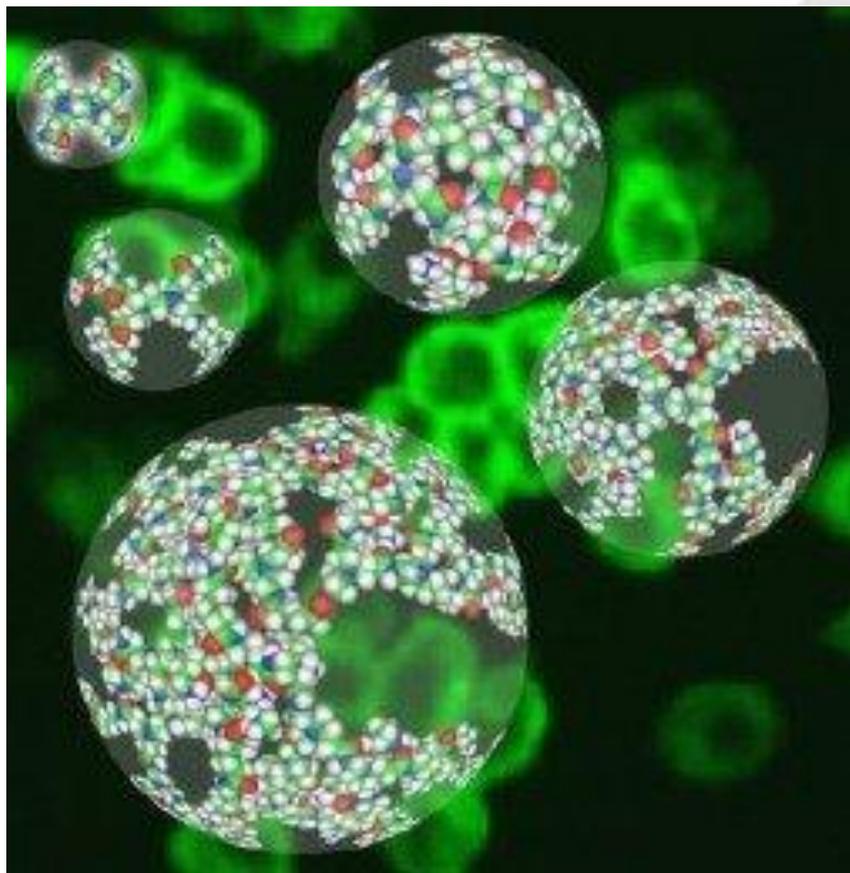




- Antimicrobianos

- Nanovacunas

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

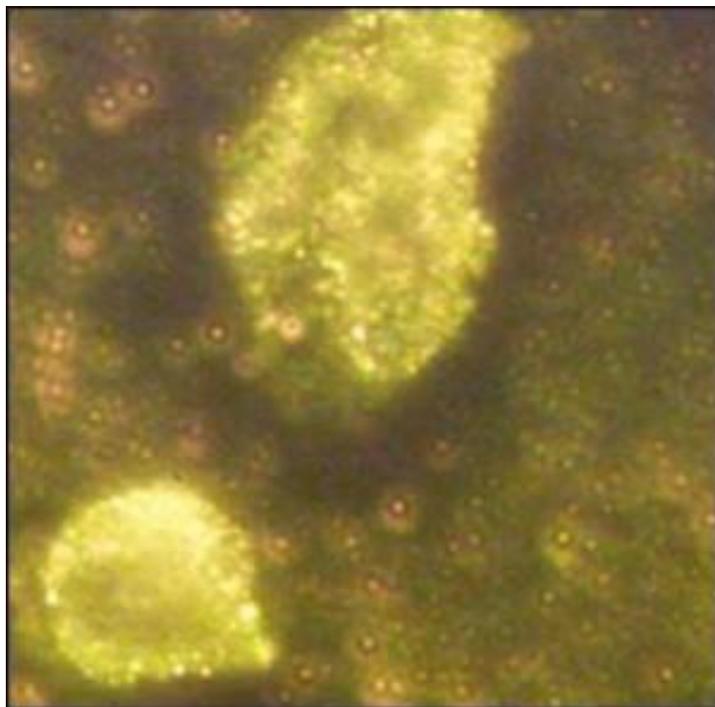


- El uso de **nanopartículas de plata** podría optimizar la generación eléctrica mediante energía solar



- 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.



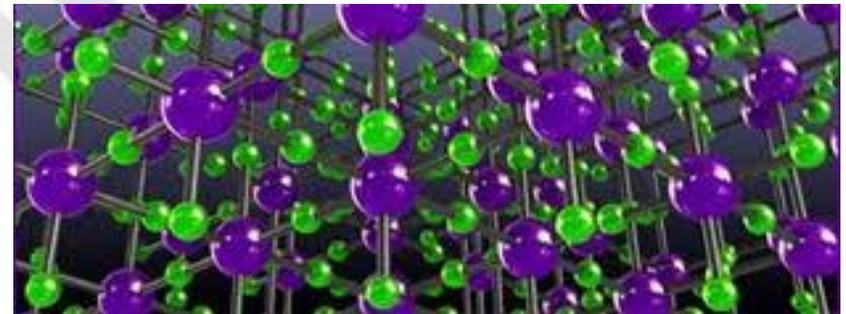
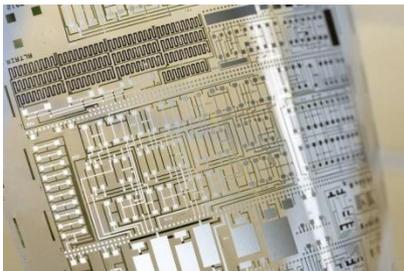


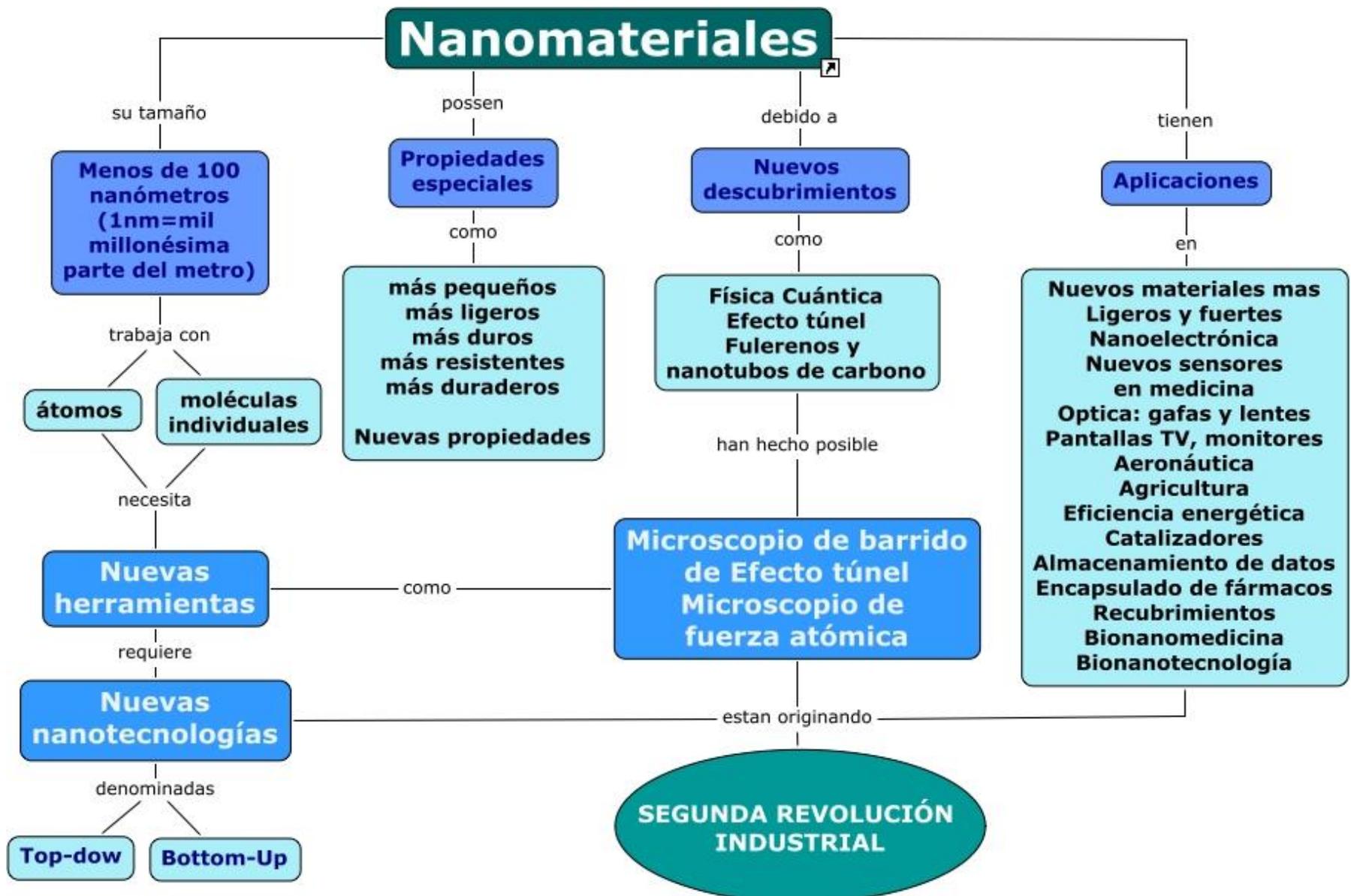
□ **Medio ambiente:** la escasez energética y de agua limpia, calentamiento global y contaminación son los principales problemas que deben resolverse. Las tecnologías basadas en **nanopartículas de oro** han demostrado una gran promesa en el suministro de soluciones para diferentes importantes problemas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

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



- En los próximos años, la nanotecnología está llamada a desempeñar un papel fundamental en diversos segmentos de la industria.
 - La evolución de esta tecnología ha influido ya en un gran número de segmentos industriales y la **actividad económica** generada a partir de ella ha sido de gran magnitud y amplio alcance.
 - Los productos basados en nanotecnología, que han tenido un enorme impacto en casi todos los sectores industriales, **están llegando ahora al mercado de los consumidores** con gran fuerza.
- De acuerdo con estudios elaborados, el aumento de las aplicaciones de la tecnología en sectores como **la electrónica, la cosmética y la defensa**, impulsaría el crecimiento del mercado mundial de la nanotecnología, que se prevé que crecerá a una tasa anual compuesta de alrededor del 19% durante el período 2011-2014.

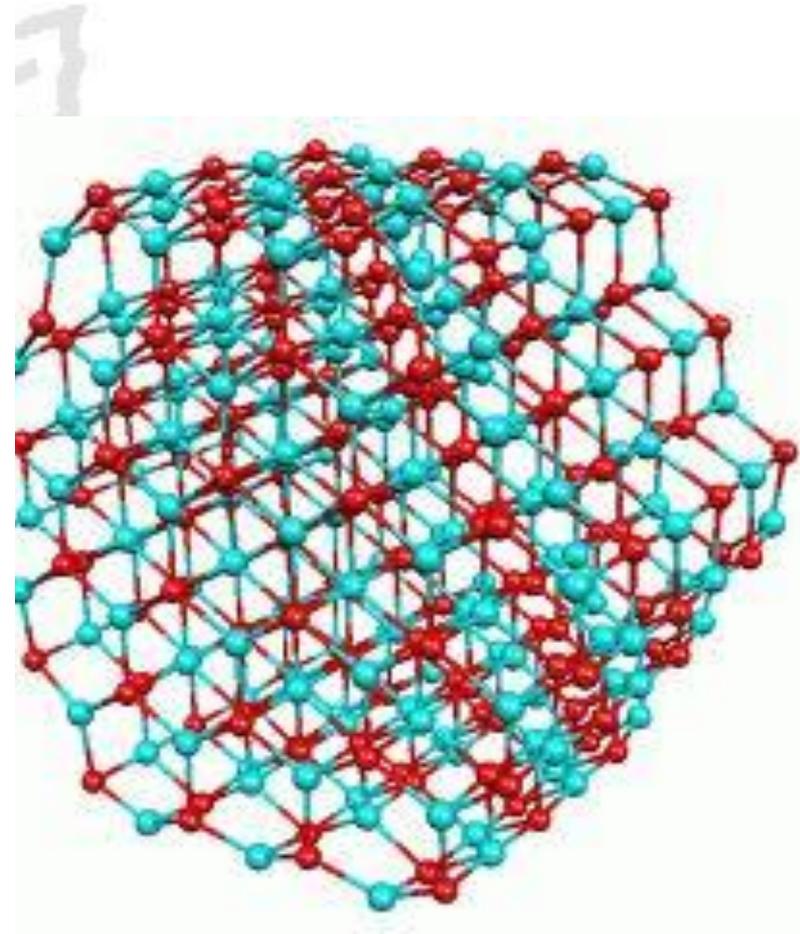
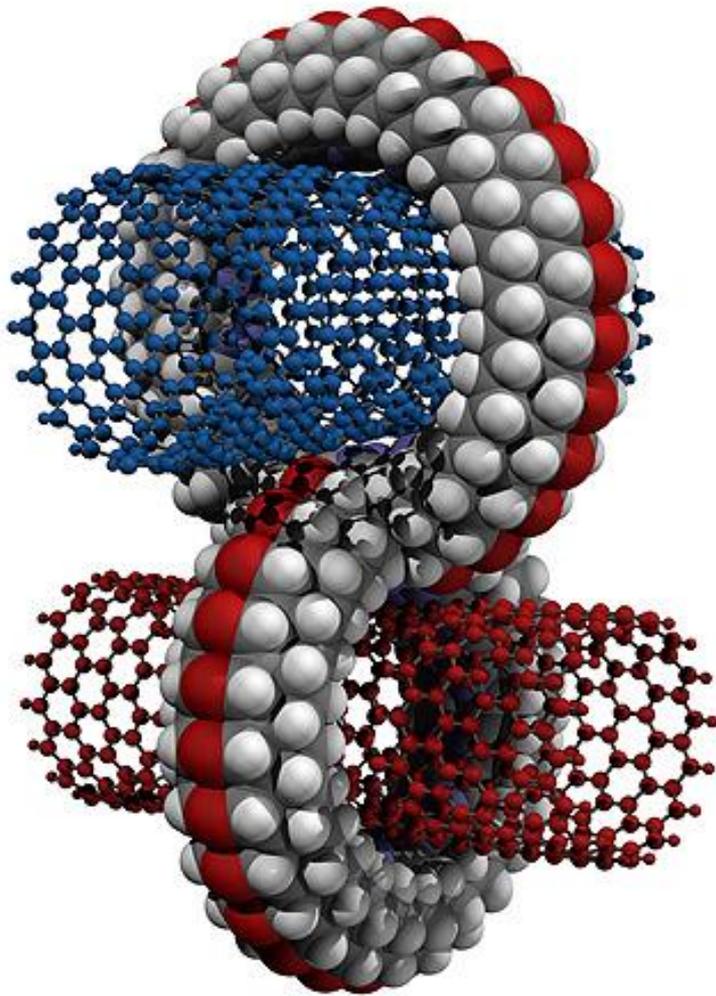




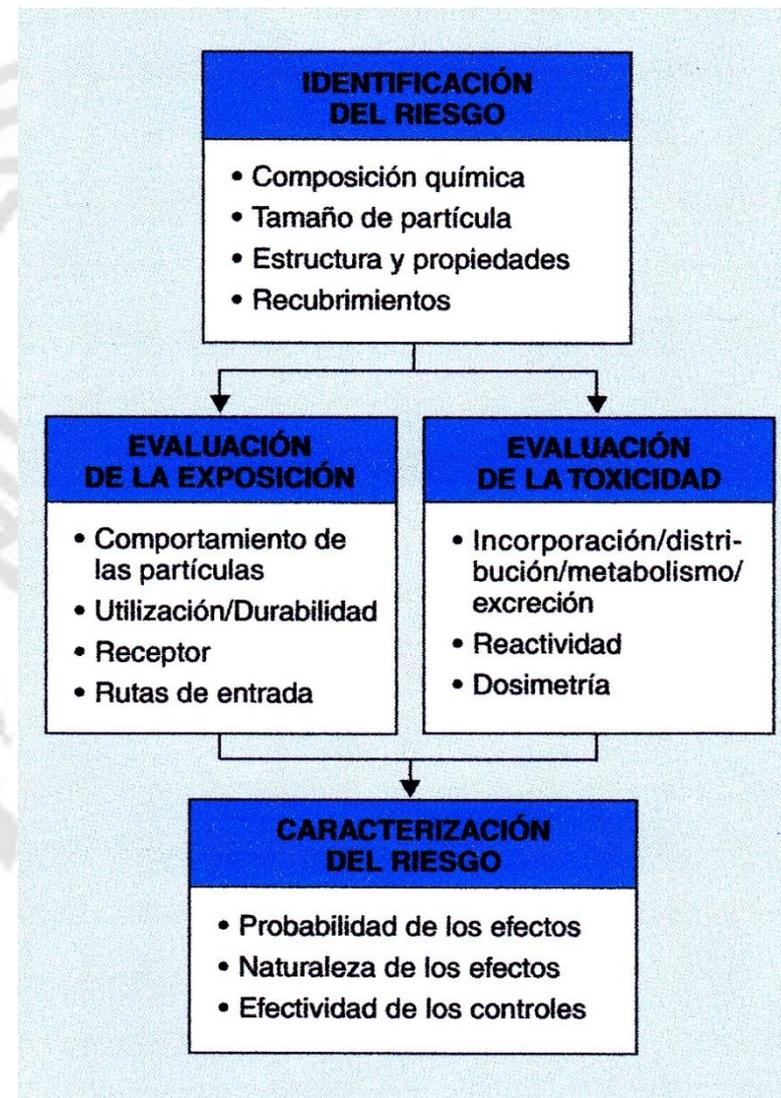
- Para poder disfrutar de los enormes beneficios de la nanotecnología molecular, es imprescindible afrontar y resolver los riesgos.
- Para hacer esto, debemos primero comprenderlos, y luego desarrollar planes de acción para prevenirlos.
- La nanotecnología molecular permitirá realizar la fabricación de prototipos de una gran variedad de productos muy potentes. Esta capacidad llegará de repente, ya que previsiblemente los últimos pasos necesarios para desarrollar la tecnología serán más fáciles que los pasos iniciales, y muchos habrán sido ya planificados durante el propio proceso.
- La llegada repentina de la fabricación molecular no nos debe coger desprevenidos, sin el tiempo adecuado para ajustarnos a sus implicaciones. Es imprescindible estar preparados antes.



- Un nuevo reto se presenta para los técnicos en prevención de riesgos laborales y los médicos de vigilancia de la salud como consecuencia del empleo de nanomateriales en el desarrollo de nuevas tecnologías.
- Pero ahí no queda la cosa pues estos nanomateriales a la vez pueden subdividirse en nanopartículas, nanocapas y nanocompuestos.
- Realmente supone un avance científico, no obstante no debemos olvidarnos del riesgo que puede suponer para la salud de los trabajadores el uso de esta nanomateria, son partículas tan pequeñas de distinta naturaleza que pueden penetrar en el organismo de forma descontrolada, por lo que la prevención en este campo debe desarrollarse paralelamente.
- ¿Estaremos ante una nueva enfermedad profesional?, sólo el tiempo lo dirá.



- La acción preventiva frente a los riesgos derivados de las nanopartículas aborda dos aspectos:
 - la prevención de incendios y explosiones, que se deriva de su condición de partículas materiales en el ambiente de trabajo;
 - y la vinculada a su posible toxicidad.
- Fases de identificación, evaluación y caracterización del riesgos de los nanomateriales



- La extrapolación directa a las nanopartículas de las medidas adoptadas en la prevención de explosiones de polvos finos y ultrafinos (por ejemplo, ATEX), **no ofrece garantías suficientes** debido a los cambios que sufren las propiedades de las partículas al ingresar en la categoría de nanopartículas, ya que el número de átomos superficiales en los nanomateriales es mucho mayor que en materiales convencionales.
- En el caso de polvos micrométricos, la gravedad de la explosión es mayor cuanto menor es el tamaño de la partícula, pero que precisamente debido a los cambios indicados, este resultado **no puede extrapolarse** a las nanopartículas.
- En aras del **principio de precaución**, y teniendo en cuenta que la energía mínima de ignición de un gas es inferior a la necesaria para la ignición de una nube de polvo, es lícito suponer que el riesgo de explosión e incendio asociado a una nube de nanopartículas, puede ser importante.

- Las propiedades de los nanomateriales, tales como área de la superficie, composición química, tamaño, forma o carga, tienen una influencia importante en sus propiedades toxicológicas. Por tanto, estos nanomateriales pueden ser igual o más perjudiciales que las partículas o fibras de escala no nanométrica del mismo material.
- En los puestos de trabajo la vía entrada más común de las nanopartículas en el organismo es la vía inhalatoria, especialmente si se trata de un material poco soluble, aunque no hay que descartar la dérmica y la ingestión.

- La primera mina de asbestos se abrió en Quebec en **1874**. En los años 50, el asbesto (también conocido como amianto) fue ampliamente utilizado como aislante, material ignífugo y nieve artificial.
 - Hoy en día, sabemos que las fibras de asbesto pueden introducirse en los pulmones y causar asbestosis, cáncer de pulmón y mesotelioma. Aunque las preocupaciones sobre la seguridad del asbesto surgieron alrededor de **1900**, su uso no fue prohibido por completo hasta **1999**.
- Las tecnologías nuevas y emergentes (como la modificación genética, la biología sintética y la **nanotecnología**) ofrecen la posibilidad de un futuro más limpio, más sano y mejor.
 - Sin embargo, los riesgos de estas tecnologías no se conocen.
 - Se estima que hay miles de productos con nanotecnología que ya están en el mercado: desde pelotas de tenis a protectores solares o calcetines sin olores.
 - ¿Mirarán las generaciones futuras hacia atrás a nuestra actual ola de innovación científica del mismo modo en que nosotros vemos la introducción del asbesto en el mercado?.

- Las iniciativas de regulación para controlar el uso de la nanotecnología han sido limitadas.
 - Hay lagunas en los actuales marcos regulatorios que hacen que la nanotecnología no esté cubierta en su totalidad.
 - Algunas de estas lagunas existen debido a una noción equivocada de que los nanomateriales son equivalentes a sus iguales a tamaño natural.
 - Otras lagunas se deben a que la legislación se basa en umbrales o concentraciones, dado que la nanotecnología es la **tecnología de lo diminuto**, utilizar umbrales de regulación implica que la mayoría de la nanotecnología va a estar por debajo del tonelaje correspondiente o los criterios de concentración y por lo tanto, evitará la regulación.
- A partir de 2013, el Reglamento de Cosméticos de la UE exige que cualquier cosmético que contenga nanomateriales lo indique en la etiqueta.
 - Aunque **la obligación es limitada**: bastará con poner **“nano”** junto al ingrediente correspondiente en la lista de ingredientes.

Proyecto LIFE REACHnano

- El **Proyecto LIFE REACHnano** tiene por objetivo proporcionar a la industria y demás sectores implicados herramientas de uso sencillo para evaluar el riesgo de los nanomateriales a lo largo de su ciclo de vida.
- También, apoyar la aplicación del Reglamento REACH en relación con esos productos, para garantizar la protección del medio ambiente y de la salud humana frente a los riesgos que plantean.
- El proyecto está participado por el **Instituto Valenciano de Seguridad y Salud en el Trabajo (INVASSAT)**, **ITENE** (Packaging, Transport & Logistics Research Center), **LEITAT Technological Center** y la **NIA** (Nanotechnology Industries Association), y apoyado financieramente por la **Comisión europea**.

Conclusiones

- "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"
- La regulación de la nanotecnología es difícil. Es necesario alcanzar un equilibrio entre sus beneficios y sus riesgos potenciales. También es muy importante el modo en que nosotros, como sociedad, hacemos frente a la incertidumbre, respondemos a la innovación científica y enmarcamos el debate sobre el riesgo y la regulación. *Como vimos con el asbesto, podría marcar la diferencia entre la vida y la muerte*
- El **Proyecto REACHnano** tiene por objetivo proporcionar a la industria y demás sectores implicados, herramientas de uso sencillo para **evaluar** el riesgo de los nanomateriales a lo largo de su ciclo de vida.

hybrid
hybridmedicalanimation.com

FIN