



Monografías 142

Nanociencia, nanotecnología y defensa

Escuela
de Altos
Estudios
de la
Defensa

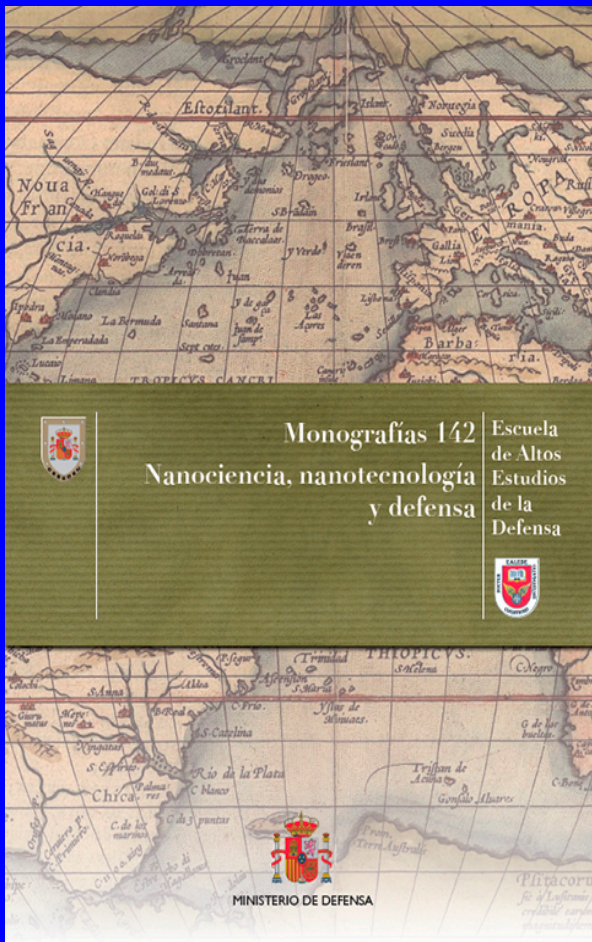


Figura 2: **Una hormiga lleva un microchip de un milímetro cuadrado entre sus mandíbulas. Foto: Reuters.**

CESEDEN, 26 de febrero de 2015

<http://publicaciones.defensa.gob.es/inicio/libros/libro/nanociencia-nanotecnolog%C3%ADa-y-defensa.-n%C2%BA-142?>

The screenshot shows the website interface for the Spanish Ministry of Defense's publications. At the top, there is a search bar and navigation links for 'contacto', 'registrarse / iniciar sesión', and 'español'. Below this, the 'Subdirección General de Publicaciones y Patrimonio' is identified. A main navigation bar includes 'Catálogo editorial', 'Libros', 'Revistas', and 'eBooks'. The 'Libro' section is active, displaying the book 'Nanociencia, nanotecnología y defensa. Nº 142'. The book details include the author 'Escuela de Altos Estudios de la Defensa', the publication year '2014', the ISBN '978-84-9091-009-2', and the NIPOs '083-14-241-X' (paper) and '083-14-242-5' (e-edition). There are also options to view conditions and add the book to a cart.



Presidente:
Excmo. Sr. D. Jesús Ildefonso Díaz Díaz
Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Vocales
Excmo. Sr. D. Antonio Hernando Grande
Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
Excmo. Sr. D. Fernando Briones Fernández-Pola
Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales
D. Julio Plaza del Olmo
Unidad de Fotónica. Instituto Tecnológico La Marañosa
D. Jesús Carlos Gómez Pardo
Teniente Coronel del Ejército de Tierra



A modo de prólogo

- El objetivo principal de esta monografía es ilustrar el enorme impacto que la Nanotecnología (NT) y la Nanociencia (NC) están teniendo ya, y tendrán en los próximos años, en la sociedad y muy en especial en la Defensa.

Secuencia de tecnologías disruptivas

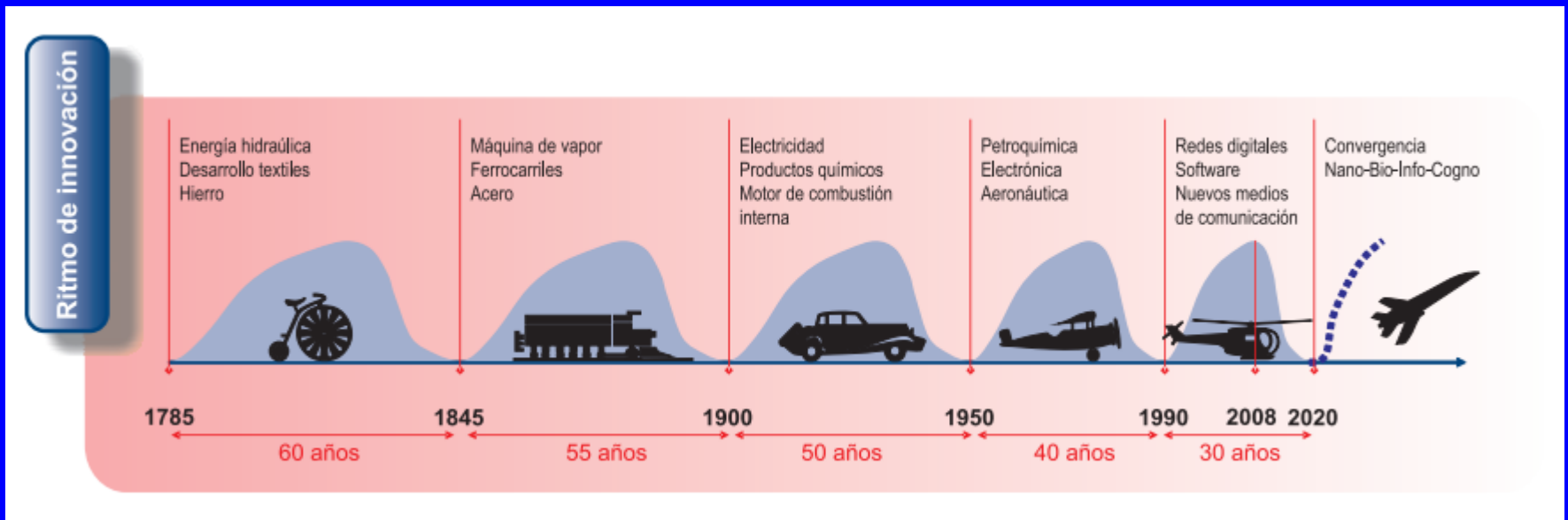


- El progreso de la sociedad humana, en todas sus acepciones, ha estado siempre jalonado por los avances científicos y tecnológicos.
- El ritmo con el que esos avances han venido irrumpiendo en la sociedad, marcando nuevas etapas de progreso, cambiando los usos y costumbres de los habitantes de cada época, ha ido aumentando cada vez más.
- De un enorme espaciamiento entre ellos, de la escala de siglos (como fue el caso del descubrimiento y control del fuego, la talla de piedras, la agricultura, la construcción, la cerámica, la metalurgia, los tejidos, etc.) hemos pasado a cambios que se producen a escalas cada vez más cortas: apenas se han asimilado los cambios de una nueva tecnología cuando irrumpe otra nueva aún más impactante que la mejora.



Joseph Alois Schumpeter (1883-1950), “ciudadano del mundo”: nacido en Moravia (actualmente República Checa), profesor de Economía en las universidades de Viena, Czernowitz (actual Chernovtsi, Ucrania), Graz y Bonn, a sus 36 años Ministro de Economía de Austria. En 1932 se instaló en Estados Unidos, como profesor de la Universidad de Harvard donde permaneció hasta su fallecimiento.

Schumpeter sistematizó su teoría de la repercusión económica (y social) de los “ciclos de innovación” en su libro *Business Cycles: A theoretical, historical and statistical analysis of the Capitalist process* de 1939.



Algo de terminología básica:

- Una micra es la milésima parte de un milímetro (tamaño de una bacteria pequeña, del núcleo de una célula animal,...).
- Un nanómetro es la milésima parte de la micra (milmillonésima parte del metro)
- En un nanómetro lineal decenas de átomos, ...

El mundo en potencias de 10, ... : Astronomía, Astrofísica, Cosmología,...

El mundo de lo nanométrico: mundo invisible a simple vista.

- Microscopios, Premios Nobel,...
- Conferencia de R. Feynman en 1959, “al fondo hay sitio”
- Grandes sorpresas: las propiedades físicas y químicas de los nanomateriales pueden ser muy diferentes a los que observamos en nuestro mundo macroscópico. Algo sólido se puede volver líquido, un material aislante se puede convertir en conductor, algo inerte en un catalizador, etc.
- La Nanociencia y la Nanotecnología estudian cómo fabricar y controlar las estructuras de nanopartículas. Crear nuevos materiales con propiedades deseadas que son de utilidad en electrónica, óptica, biomateriales, medicina, tecnología de la comunicación, materiales nanoestructurados para la exploración espacial, nanofibras para nuevos productos textiles y hasta en la producción de energía.
- Sabemos fabricar ya al nivel más eficiente posible, podemos verlo, simularlo, entenderlo y demostrarlo.
- Es una nueva revolución científica y tecnológica. Estamos en un punto en el cual la ciencia ficción comienza a confundirse con la realidad.

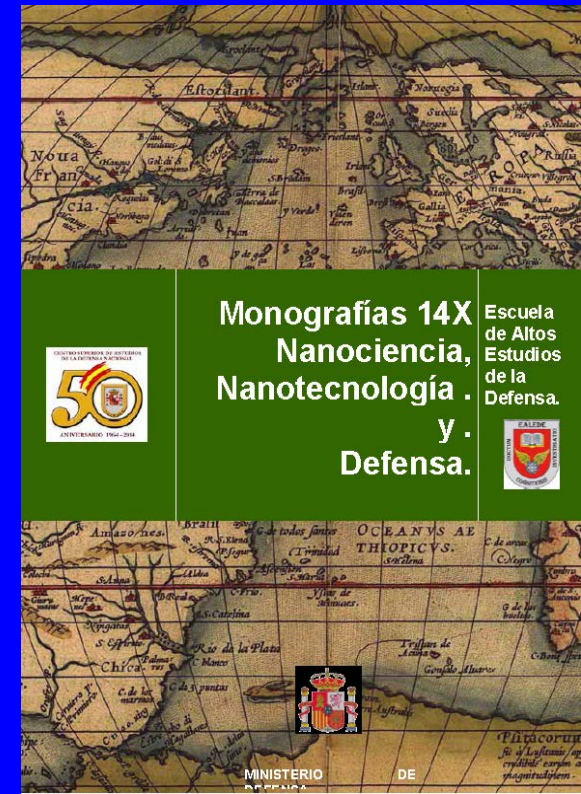
Noviembre de 2013, carta del General Tomás Ramos Gil de Avalué, General Jefe de la Escuela de Altos Estudios de la Defensa (EALEDE):

Invitación a presidir el

Grupo de trabajo sobre Nanotecnología y Defensa

Primera misión : proponer el panel de expertos civiles que debía constituir tal grupo de trabajo, junto a los vocales designados por la vertiente militar:

- el TCol. CIP D. Jesús Gómez Pardo,
- D. Julio Plaza del Olmo, de la Unidad de fotónica del Instituto Tecnológico la Marañosa y
- Col. D. José Tomás Hidalgo Tarrero , coordinador y persona de contacto con la EALEDE.



No tuve grandes dudas en canalizar la búsqueda de expertos civiles a través de la Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales a la que tengo el gran honor de pertenecer y en donde la excelencia e interdisciplinariedad de la institución confiere unas características especiales, como sucede en instituciones similares de otros países. En tan solo unas semanas trasladé mi sugerencia a la EALEDE para que fueran invitados en calidad de vocales civiles los académicos **Prof. D. Fernando Briones Fernández-Pola** y **Prof. D. Antonio Hernando Grande**.



- Reuniones de trabajo de periodicidad mensual
- Visitas conjuntas a algunos centros estratégicos en el tema
 - Instituto Tecnológico la Marañosa (ITM),
 - Instituto de Microelectrónica de Madrid (IMM)
 - IMDEA Nanoscience.

Un valioso precedente:

«Nanotecnología para la Defensa»

Coordinación de Héctor Guerrero, coautores Remo Tamayo, Susana Martín, Braulio Tamayo y José Torres, Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA), 2004.

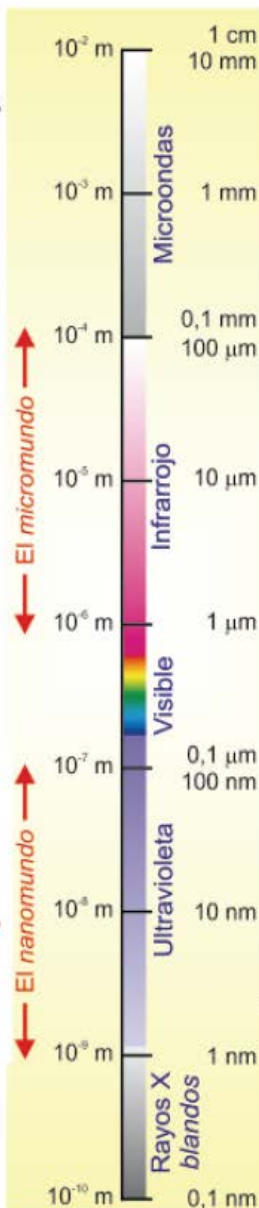
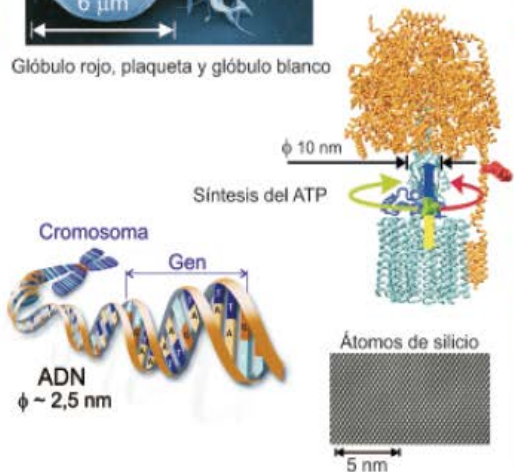
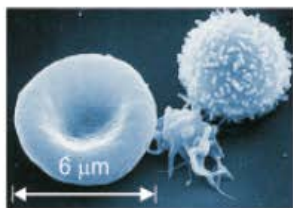
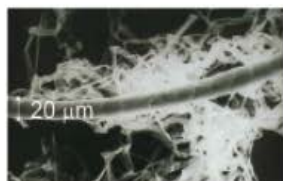
Actualización, mayor énfasis en Nanociencia de la mano de autores distinguidos,

Difusión limitada: el de 2014 aparecerá también digitalmente (gratuito) en <http://www.defensa.gob.es/ceseden/destacados/publicaciones/monografias/>

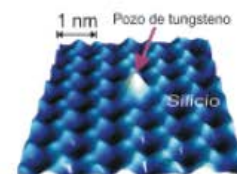
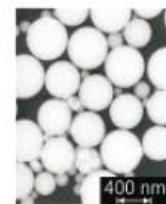
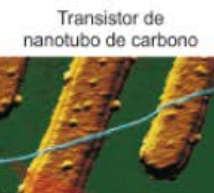
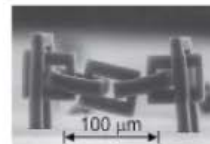
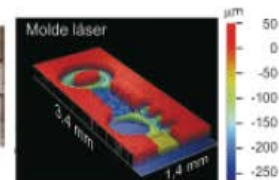


El mundo natural

De abajo a arriba



El mundo artificial



De arriba a abajo

Aplicaciones industriales

Fabricación /
Caracterización

NANOTECNOLOGÍA

Estructuras /
Dimensionalidad

Fenomenología

Estructural

Información/Comunicaciones

Química

Biomédica

Agroalimentaria

Sensores/Actuadores

NANOCIENCIA

Nano-particle paint to prevent corrosion

Thermo-chromic glass to regulate the influx of light

Piezo mats prevent annoying vibrations

Hip joints made from biocompatible materials

The helmet maintains contact with the wearer

Intelligent clothing measures pulse and respiration

The Bucky-tube frame is as light as a feather, yet strong

Fuel cells provide power for mobile phones and vehicles

Magnetic layers for compact data memory

Organic Light Emitting Diodes (OLEDs) for displays

Photovoltaic film that converts light into electricity

LEDs are now powerful enough to compete with light bulbs

Scratchproof, coated windowpanes using the lotus effect

Menu card made of electronic cardboard

Nanotubes for new notebook displays

Fabrics coated to resist stains



Conclusiones

CONCLUSIONES

1. La irrupción de la Nanotecnología y la Nanociencia representa ya una revolución científico-técnica, tanto en el campo de los materiales como en los sistemas inteligentes, que sobrepasará incluso el impacto de Internet y las nuevas comunicaciones. Los beneficios que ya aporta (y que se incrementarán de forma exponencial en un futuro) a la sociedad son indudables y abarcan multitud de sectores de la actividad social y económica, por ser tecnologías horizontales. **Su potencial aplicación en la defensa va desde el equipamiento del soldado, a los vehículos terrestres, navales, aéreos y espaciales (y los sensores que los equipan), pasando por todas las aplicaciones propias del ciberespacio.** Señalemos también el enorme impacto del desarrollo de la **nanotecnología como posibilitadora de las poderosas tecnologías informáticas, de inteligencia artificial, algoritmos matemáticos predictivos y ayuda a la toma de decisiones rápidas y casi automáticas en escenarios complejos**, como, por ejemplo, técnicas de análisis de visión artificial multispectral, localización y control en tiempo real, tan importantes para la defensa del próximo futuro. Es necesario puntualizar que en el campo de la informática se pueden obtener mayores ganancias por la mejora de los algoritmos que por la mejora del hardware; no obstante, la aportación de la nanotecnología en el área de obtención de la información (realmente digitalización de señales en todo el espectro que empieza por la transformación en señales eléctricas de las que no lo son) es insustituible e impagable. Así mismo, el futuro de la informática cuántica, con algoritmos casi imposibles con la informática clásica binaria, pasa indefectiblemente por la nanotecnología.

2. La actividad en el campo de la Nanotecnología en España (diversificada y extendida a todas las ramas de la ciencia, Física, Química, Biología, Matemáticas, Ingeniería, Medicina, etc.) es ya muy notable desde los años 90, cifrándose en multitud de patentes, artículos de investigación y proyectos que se desarrollan en centros de investigación y empresas, que hacen que España pueda ser considerada al respecto entre las diez mejores potencias del mundo. Véase por ejemplo los datos disponibles en la web de la red Nanospain (www.nanospain.org).

No obstante, como sucede en muchos otros campos de la ciencia y de la técnica en nuestro país, **la transferencia de conocimientos entre el mundo académico y el empresarial necesita ser potenciada.**

La estrategia específica destinada a impulsar esta tecnología en nuestro país debe ser acorde con la importancia que se otorga al tema en el programa Horizon 2020 de la Unión Europea. Es una disciplina horizontal, de carácter multidisciplinar.

3. El desarrollo de tecnologías para la fabricación de micro-nanosistemas, es una **cuestión estratégica** para muchas naciones que están invirtiendo grandes cantidades de fondos (véase Horizon 2020 para el caso europeo) en proyectos de investigación orientados a la obtención de aplicaciones tanto civiles (materiales, ciencias de la vida, electrónica, [...]) como militares (materiales estructurales, sistemas de armas, sensores, electrónica, [...]) En muchos campos las tecnologías son duales. **Las organizaciones de defensa pueden aprovechar los resultados de las investigaciones civiles y adaptarlos a las necesidades de la seguridad y la defensa** (como por ejemplo el Programa COINCIDENTE del MINISDEF español). Por claras razones presupuestarias, sociales y políticas, no cabe que los Ministerios de Defensa de los diferentes países desplieguen en solitario el desarrollo de las NT y NC por lo que es fundamental reforzar los lazos con las instituciones civiles relacionadas (universidades, centros de investigación, empresas, asociaciones, etc.). Paradójicamente, muchas de las tecnologías relativas a los microsistemas comenzaron a ser desarrolladas para aplicaciones militares y espaciales, pero con el tiempo, y con la irrupción de la nanotecnología, se ha invertido el proceso y ahora la vanguardia corresponde a las investigaciones civiles en donde se están produciendo costosas inversiones lejos del alcance de los medios propios a la defensa. No obstante, es claro que **la NT que haya de prestar servicio en aplicaciones militares ha de cumplir con ciertos requisitos adicionales muy condicionados con respecto a las pensadas para el campo civil**. Una de las grandes ventajas del desarrollo de nanotecnología es que su ámbito de actuación en la nanoescala en gran medida no es determinante para la orientación de una aplicación. La nanotecnología es una tecnología principalmente dual, capacitadora de componentes para sistemas de aplicación en distintos ámbitos, cuya principal ventaja es poder combinar la investigación y desarrollo tanto del mundo civil como el militar. Sin duda, **la sinergia entre ambos mundos puede acelerar y abaratar el desarrollo de aplicaciones para su uso en seguridad y defensa, para beneficio de la sociedad**.

4. La posibilidad de autorreplicación y de crecimiento de dispositivos de la NT, cual si de sistemas biológicos, es aún incipiente pero posee un futuro muy esperanzador. Se ha producido un nuevo marco conceptual, más allá de la nanotecnología, para lograr la **sinergia entre cuatro «tecnologías convergentes»**: a) la nanociencia y la nanotecnología; b) la biotecnología y la biomedicina, incluyendo la ingeniería genética; c) las tecnologías de la información, que abarcan la computación avanzada y las comunicaciones; y d) la ciencia cognitiva, que incluye la neurociencia cognitiva. **Se cree que la convergencia de estas tecnologías traerá avances en las habilidades humanas, resultados sociales, mejoras en la productividad del país y en la calidad de vida.**

5. **Creemos que sería de gran valor potenciar, como ya se hace en muchos otros países, todo tipo de «observatorios tecnológicos»** que permitan reconocer aquellos desarrollos que puedan tener relevancia con la defensa y que puedan afectar al entorno español. El presente Sistema de Observación y Prospectiva Tecnológica (SOPT) y sus números mensuales del Boletín de Observación Tecnológica en Defensa (asequibles libremente en <http://www.tecnologiaeinnovacion.defensa.gob.es/>) responden a este tipo de iniciativas. Creemos que sería conveniente también la **colaboración en foros mixtos (civil-militar) en asuntos relacionados con las tecnologías estratégicas, normalización (por ejemplo, incorporación de requisitos militares en sistemas civiles o Internet) y una mayor permeabilidad con respecto al diseño de políticas científicas en España.**

6. Es obvio que **el desarrollo de las NT introducirá notables mejoras tecnológicas en los sistemas de batalla que modificarán la forma del combate futuro.** Así, el desarrollo de sistemas de armas cada vez más pequeños y letales, la disponibilidad de sensores más potentes, pequeños, sofisticados y baratos, los avances en el campo de los materiales que mejoran la protección balística y la vulnerabilidad de las plataformas, el desarrollo de vehículos más eficientes, ligeros y ágiles, [...], están ya transformando profundamente el entorno de la batalla del futuro. Los futuros conflictos armados seguirán siendo asimétricos y se caracterizarán por operaciones centradas en red, con una presencia cada vez menor del soldado en la batalla, que será necesario únicamente para operaciones relevantes de consolidación del terreno en las que los ejércitos desplegarán combatientes altamente especializados, dotados de conciencia situacional e integrados en red. Pero **el empleo de la NT para su aplicación en el combate moderno, también podría generar grandes incertidumbres por el mal uso que de ellas pudiera hacerse.** En definitiva, **estamos ante una revolución tecnológica que generará grandes beneficios, que modificará notablemente los entornos: social, de la seguridad y la defensa y, en particular el campo de batalla; y que por tanto hay que potenciar pero a su vez controlar para su adecuado uso.**