

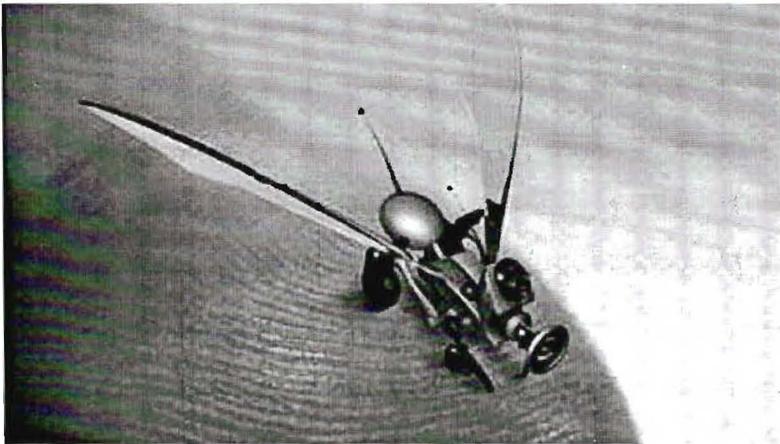


RED DE CUERPOS ACADÉMICOS

SISTEMÁTICA Y ECOLOGÍA EN COMUNIDADES FORESTALES Y CULTIVOS

CUERPO ACADÉMICO DE ENTOMOLOGÍA APLICADA

SEMINARIO SOBRE NANOTECNOLOGÍA Y ENTOMOLOGÍA



Memoria

**Cd. Victoria, Tamaulipas, México
11 de Noviembre del 2009**

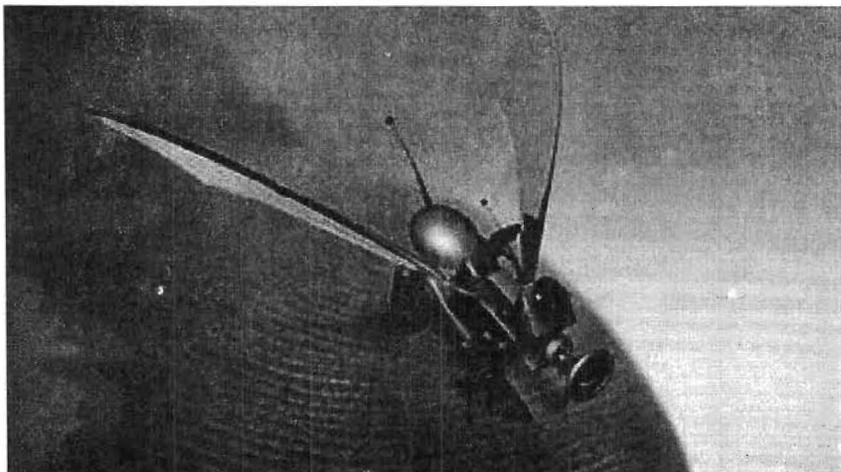


RED DE CUERPOS ACADÉMICOS

SISTEMÁTICA Y ECOLOGÍA EN COMUNIDADES FORESTALES Y CULTIVOS

CUERPO ACADÉMICO DE ENTOMOLOGÍA APLICADA

SEMINARIO SOBRE NANOTECNOLOGÍA Y ENTOMOLOGÍA



Memoria

**Cd. Victoria, Tamaulipas, México
11 de Noviembre del 2009**

DIRECTORIO

M.C. Froylán Andrés Lucero Magaña

Director de la UAM Agronomía y Ciencias

Dra. Silvia Lucero Casas

Jefa de la División de Estudios de Postgrado e Investigación

Dr. Juan Carlos Martínez González

Coordinador de Investigación

Dr. Enrique Ruíz Cancino

Líder del CA Entomología Aplicada y de la Red de CA

ORGANIZADO POR:

CA Entomología Aplicada – UAM Agronomía y Ciencias, UAT

CA Materiales Nanoestructurados - Instituto de Física, UASLP

CA Producción Agrícola - Facultad de Agronomía, UASLP

EDITORES:

Enrique Ruíz Cancino

Juana María Coronado Blanco

AUTORES E INSTITUCIONES:

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE TAMAULIPAS

UAM Agronomía y Ciencias

Cd. Victoria, Tamaulipas, México

CA Entomología Económica

Juana María Coronado Blanco (jmcoronado@uat.edu.mx)

Svetlana Nikolaevna Myartseva (smyartseva@uat.edu.mx)

Enrique Ruíz Cancino (eruiz@uat.edu.mx)

Instituto de Ecología Aplicada

Avenida División del Golfo No. 356,

Col Libertad. Cd. Victoria Tamaulipas, México

Griselda Gaona García. (ggaona@uat.edu.mx)

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ

Instituto de Física

CA Materiales Nanoestructurados

Dr. Juan Martín Montejano Carrizales

Facultad de Agronomía

CA Producción Agrícola

Dr. Manuel Rabindranath Thompson Farfán

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CD. VICTORIA

CA Recursos Naturales

Blvd. Emilio Portes Gil 1301 Pte. A.P. 175, C.P. 87010,
Cd. Victoria, Tamaulipas, México

Jesús García Jiménez

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MORELOS

CA Biología del Dosel

Centro de Educación Ambiental e Investigación Sierra de Huautla
(CEAMISH)

Av. Universidad 1001, Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos 62209.

Angélica María Corona López (acorona@uaem.mx)

Víctor Hugo Toledo Hernández (victor.toledo@uaem.mx)

CONTENIDO

	Página
Presentación.....	9
Enrique Ruíz Cancino	
Nanociencia y Nanotecnología: Conceptos básicos.....	11
Juana María Coronado Blanco, Enrique Ruíz Cancino, Angélica María Corona López y Jesús García Jiménez	
Aplicaciones y potencial de la Nanotecnología.....	23
Juana María Coronado Blanco, Enrique Ruíz Cancino, Svetlana Nikolavena Myartseva y Griselda Gaona García	
Entomología y Nanotecnología.....	39
Enrique Ruíz Cancino, Juana MA. Coronado Blanco, Rabindranath Manuel Thompson Farfán y Víctor Hugo Toledo Hernández	
Nanociencia. Características geométricas y estructurales de nanoagregados.....	51
Juan Martín Montejano Carrizales	
Características de los insectos que pueden ser útiles a la Nanotecnología y a otras ciencias.....	73
Enrique Ruíz Cancino y Juana MA. Coronado Blanco	

PRESENTACIÓN

La Ciencia está avanzando hacia nuevos rumbos y en distintas direcciones. Una de ellas es el desarrollo de la Nanotecnología, basada en descubrimientos científicos que iniciaron hace más de cinco décadas pero que hasta en este siglo están empezando a dar resultados concretos.

Es importante hacer notar que el comportamiento de los elementos es diferente a nivel nano, presentando otras propiedades que pueden ser utilizadas en el desarrollo de diversos productos, en muchos campos de la industria.

“La Naturaleza puede enseñarnos mucho sobre Nanotecnología”, afirmó el Profesor Zhongfan Liu. Los insectos son una fuente inagotable de recursos para distintas áreas científicas. Ya se están investigando para el desarrollo de nanobots y para desarrollar nuevos productos o para mejorar otros, basándose en algunas de sus estructuras aunque sólo se han utilizado algunas especies de mariposas, palomillas, moscas, escarabajos, chicharras y cucarachas. Existe más de un millón de especies descritas de insectos, así que queda mucho por hacer y por descubrir.

Las aplicaciones actuales ya están presentes en las comunicaciones, en la ropa, artículos deportivos, en vehículos y en otros productos para el hogar. En un futuro próximo se utilizarán para la salud humana y animal, en la agricultura y en casi cualquier campo del conocimiento.

Por tanto, el Cuerpo Académico de Entomología Aplicada de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, en conjunto con el CA de Materiales Nanoestructurados del Instituto de Física y el CA de Producción Agrícola de la Facultad de Agronomía de la UASLP, organizaron un Seminario sobre Nanotecnología y Entomología en noviembre del 2009 para presentar los avances logrados en estos campos.

Enrique Ruíz Cancino
Agosto del 2010

NANOCIENCIA Y NANOTECNOLOGÍA:

CONCEPTOS BÁSICOS

Juana María Coronado Blanco, Enrique Ruíz Cancino
Angélica María Corona López y Jesús García Jiménez

En 1987 se presentó la película Viaje Insólito (Inner Space) y era ciencia ficción en ese entonces, pero 20 años después parte de esta ciencia se está haciendo realidad, gracias a los grandes avances de la ciencia y la tecnología como lo son la Nanociencia y la Nanotecnología.

Nanociencia

Es el estudio de los sistemas cuyo tamaño es de unos pocos nanómetros (10-100). Un nanómetro (nm) es 10^{-9} metros, alrededor de 10 átomos de hidrógeno. Un leucocito tiene alrededor de 100,000 nm de diámetro. La Nanociencia trata de comprender qué pasa a estas escalas, y la Nanotecnología busca manipularlo y controlarlo, lo que lleva a que la nanotecnología sea un gran avance en diversos campos de la ciencia (<http://es.wikipedia.org/wiki/Nanociencia>).

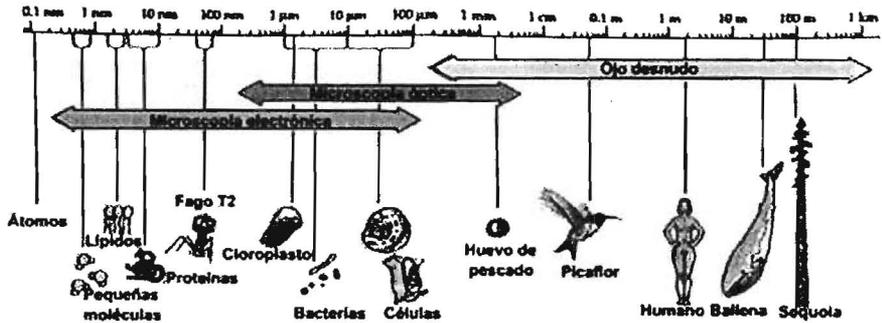


Figura 1. Objetos observados a diferente escala (tomado de: <http://docentes.educacion.navarra.es/~metayosa/bach2/2biomicro1.html>)

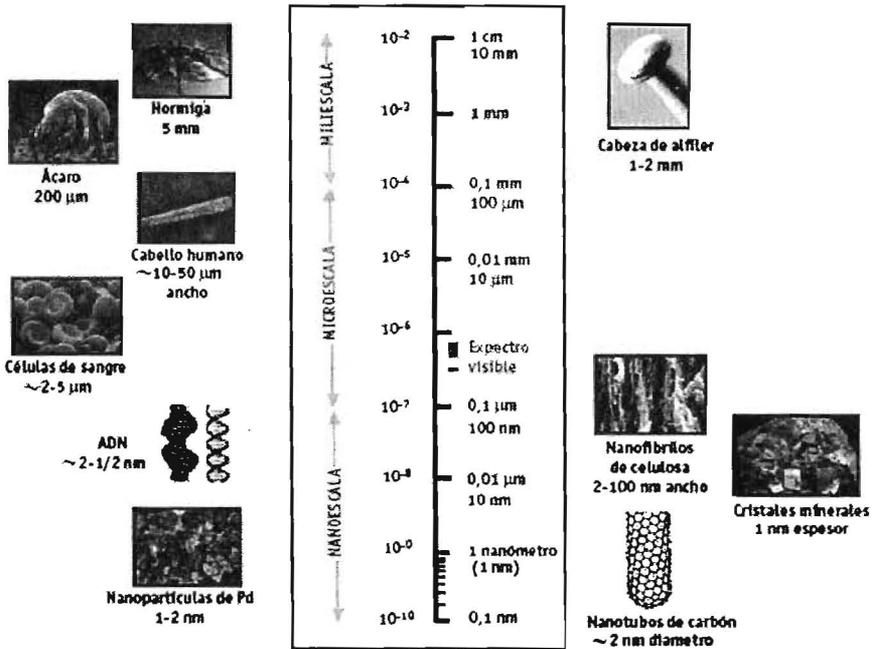


Figura 2. Objetos observados a miliescala, microescala y nanoescala (tomado de: <http://www.juventudtecnica.cu/Juventud T/ciencias/2009/paginas/ojo indiscreto.html>)

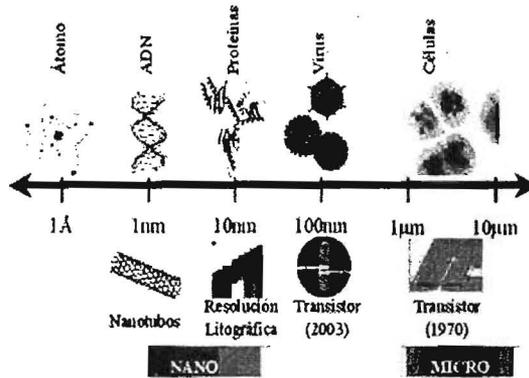


Figura 4. Escala de dimensiones, comparación de las estructuras naturales y manufacturadas (tomada de: <http://www.oncnosis.com/proyecto/tecnologias/index.php>).

La característica fundamental de Nanotecnología es que constituye un ensamblaje interdisciplinar de varios campos de las Ciencias Naturales que están altamente especializados. Por tanto, los físicos juegan un importante rol no sólo en la construcción del microscopio usado para investigar tales fenómenos sino también sobre todas las leyes de la mecánica cuántica. Alcanzar la estructura del material deseado y las configuraciones de ciertos átomos hacen jugar a la química un papel importante. En medicina, el desarrollo específico dirigido a nanopartículas promete ayuda al tratamiento de ciertas enfermedades. Aquí, la ciencia ha alcanzado un punto en el que las fronteras que separan las diferentes disciplinas han empezado a diluirse, y es precisamente por esa razón por la que la nanotecnología también se refiere a ser una tecnología convergente. Una posible lista de ciencias involucradas sería la siguiente: Química (Moleculares y Computacional), Bioquímica, Biología Molecular, Física, Electrónica, Informática, Matemáticas y Medicina (<http://es.wikipedia.org/wiki/Nanotecnologia>). Según

Delgado (2004) en términos generales, se acepta que la nanotecnología se enfoca en “el diseño de materiales con base en la interrelación de los componentes atómicos y en la manera en que son combinados”. Su desarrollo incluye ciencias como la física, química, bioquímica y biología molecular. También hace uso de la ingeniería eléctrica y proteica, investigaciones microscópicas y proximales, diseño de imágenes atómicas, química computacional y, por supuesto de la biotecnología.

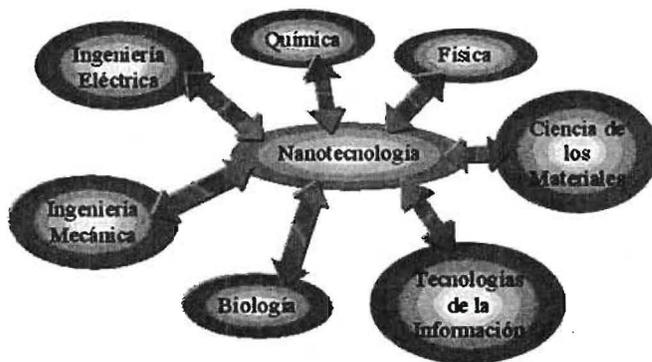


Figura 5. Convergencia multidisciplinaria en la Nanotecnología (tomada de: <http://www.oncnosis.com/proyecto/tecnologias/index.php>).

La Nanotecnología Avanzada, a veces también llamada fabricación molecular, es un término dado al concepto de Ingeniería de Nanosistemas (máquinas a escala nanométrica) operando a escala molecular. Se basa en que los productos manufacturados se realizan a partir de átomos. Las propiedades de estos productos dependen de cómo estén dispuestos esos átomos. Así por ejemplo, si reubicamos los átomos del grafito (compuesto por carbono, principalmente) de la mina del lápiz podemos hacer diamantes (carbono puro cristalizado). Si reubicamos los átomos de la arena (compuesta básicamente por Sílice) y agregamos algu-

nos elementos extras se hacen los chips de un ordenador. A partir de los incontables ejemplos encontrados en la Biología se sabe que miles de millones de años de retroalimentación evolucionada pueden producir máquinas biológicas sofisticadas y estocásticamente optimizadas. Se tiene la esperanza que los desarrollos en nanotecnología harán posible su construcción a través de algunos significados más cortos, quizás usando principios biomiméticos. Sin embargo, K. Eric Drexler y otros investigadores han propuesto que la Nanotecnología Avanzada, aunque quizá inicialmente implementada a través de principios miméticos, finalmente podría estar basada en los principios de la Ingeniería Mecánica. Determinar un conjunto de caminos a seguir para el desarrollo de la nanotecnología molecular es un objetivo para el proyecto sobre el mapa de la tecnología liderado por el Instituto Memorial Battelle (líder de varios laboratorios nacionales de EUA) y del Foresigth Institute. Ese mapa debería estar completado a finales del 2006 (<http://es.wikipedia.org/wiki/Nanotecnologia>). A continuación se presentan los acontecimientos relevantes en el desarrollo de la Nanotecnología (Cuadro 1).

Cuadro 1. Acontecimientos relevantes en el desarrollo de la Nanotecnología, según Delgado (2004)*.

Año	Acontecimiento
1905	Albert Einstein publica un artículo en el que calcula el diámetro de una molécula de azúcar en aproximadamente un nanómetro.
1931	Max Knoll y Ernest Ruska desarrollan el microscopio electrónico que permite obtener imágenes subnanométricas.
1959	Richard Feynman da su famosa conferencia sobre miniaturización: "There is plenty of room at the bottom"
1964	Glenn Seaborg, premio Nobel de química, obtiene dos patentes en EUA sobre los elementos Americium #95 y Curium #96. Un antecedente llamativo en el registro de patentes de elementos y materia nanodiseñada.
1968	Alfred Y. Cho y John Arthur de los Laboratorios Bell y sus colegas inventan la epitaxis molecular (molecular-beam epitaxy), una técnica que posibilita depositar un solo nivel atómico (atomic layers) en una superficie.
1974	Norio Taniguchi concibe la palabra "nanotecnología" refiriéndose al trabajo con materiales de menos de un micrón.
1981	Gerd Binnig y Heinr crean el microscopio de exploración por túnel (scanning tunneling microscope) que puede obtener imágenes de átomos individuales.

Cuadro 1. Continuación.

Año	Acontecimiento
1985	Robert F. Curl Jr., Harold W. Kroto y Richard E. Smalley descubren la "buckminsterfullerenes", también conocido como "buckyballs" de alrededor de un nanómetro de diámetro.
1986	K. Eric Drexler publica <i>Engines of Creation</i> , publicación que populariza la nanotecnología.
1989	Donald M. Eigler de IBM escribe las letras de la multinacional usando átomos individuales de xenón.
1991	Sumio Iijima de NEC en Tsukuba, Japón, descubre los nanotubos de carbón.
1993	Warren Robinett de la Universidad de Carolina del Norte y R. Stanley Williams de la Universidad de California de Los Ángeles desarrollan un sistema de realidad virtual conectado a un microscopio de exploración por túnel que permite al usuario ver y tocar los átomos. La Rice University establece el primer laboratorio de nanotecnología en EU.
1996	Curl, Kroto y Smalley ganan el premio Nobel de química por descubrir las buckyballs.

Cuadro 1. Continuación.

Año	Acontecimiento
1997	Se establece la primera compañía específicamente nanotecnológica en EUA.
1998	El grupo de trabajo de Cees Dekker de la Universidad Delft de Tecnología en los Países Bajos crea un transistor a partir de un nanotubo de carbón.
1999	James M. Tour, ahora de la Universidad Rice, y Mark A. Reed de la Universidad de Yale demostraron que las moléculas individuales pueden actuar como interruptores moleculares (molecular switches).
2000	<p>La administración de Clinton anuncia la Iniciativa Nacional en Nanotecnología, que además de financiar ese campo de la investigación en EUA, también da un gran impulso a las expectativas que ésta genera.</p> <p>Eigler y otros investigadores desarrollan el espejismo cuántico, colocando un átomo magnético en un extremo de un aro elíptico de átomos, genera un espejismo del mismo átomo hacia una dirección determinada (según sea enfocado): una posible alternativa para transmitir información sin cables ópticos.</p> <p>Los laboratorios Luncent y Bell, en alianza con la Universidad de Oxford, crean el primer nanomotor de ADN.</p>

2001 Satoshi Kawati de la Universidad de Osaka en Japón esculpe en resina una composición de toros de 10 micrones de largo por 7 de alto (el tamaño de un eritrocito) por medio de una técnica llamada polimerización del dos-fotón, la cual serviría para la creación de micromáquinas que permitirían llevar tratamientos clínicos a diversas partes del cuerpo humano, inclusive a los vasos sanguíneos más pequeños. Un paso a la construcción de nanomáquinas.

Investigadores de IBM y la Universidad de Delft usan nanotubos de carbón para desarrollar circuitos lógicos nanométricos.

Mitsui & Co. de Japón hace públicos sus planes para manufacturar masivamente nanotubos de carbón.

2002 IBM logra desarrollar un dispositivo de almacenamiento de información con capacidad de 1 billón de bits por pulgada cuadrada o lo que sería un disco duro de unos 100 gigas. Para agosto, esa misma multinacional informa que desarrolló un microscopio electrónico con capacidad para observar el radio de un solo átomo de hidrógeno.

* Actualizado en base a Gary Stix, "Little Big Science." Scientific American. Septiembre de 2001: 30; ETC Group. *The Big Down: from genomes to atoms*. Canadá, 2003.

En México, los científicos de este país están ansiosos de obtener apoyos gubernamentales para la investigación en tecnología atómica, pues actualmente dichos respaldos están circunscritos a unos cuantos institutos científicos importantes. Estos incluyen al Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), el Centro de Investigación Científica y de Estudios Superiores de Ensenada (CICESE) y el Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica (IPICYT). Los investigadores de este último, Humberto Torres Maldonado y Mauricio Terrones Maldonado, están considerados entre los científicos más prominentes del mundo por llevar a cabo una investigación sobre el uso del rayo de electrones en la soldadura para unir nanotubos de carbono 32. Su laboratorio en San Luis Potosí está equipado con un microscopio electrónico muy sofisticado, único en su tipo en América Latina (ETC group, 2003).

Literatura Citada:

Delgado-Ramos G. C. 2004. Promesas y peligros de la Nanotecnología.

Nomadas 9. Revista crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas. <http://www.ucm.es/info/nomadas/>

ETC group. 2003. De los genomas a los átomos. La inmensidad de lo mínimo. Tecnología atómica: Tecnologías que convergen en la nano escala. 91 pp. <http://www.etcgroup.org/upload/publication/170/01/atomtec1.pdf>

<http://docentes.educacion.navarra.es/~metayosa/bach2/2biomicro1.html>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Nanociencia>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Nanotecnologia>

<http://www.juventudtecnica.cu/Juventud T/ciencias/2009/paginas/ojo indiscreto.html>

<http://www.oncnosis.com/proyecto/tecnologias/index.php>

APLICACIONES Y POTENCIAL DE LA NANOTECNOLOGÍA

Juana María Coronado Blanco, Enrique Ruíz Cancino
Svetlana Nikolaevna Myartseva y Griselda Gaona García

La nanotecnología promete soluciones vanguardistas y más eficientes para los problemas ambientales, así como muchos otros enfrentados por la humanidad. Las nanotecnologías prometen beneficios de todo tipo, desde nuevas aplicaciones médicas o más eficientes a soluciones de problemas ambientales y muchos otros; sin embargo, el concepto de nanotecnología aún no está socialmente muy difundido (<http://es.wikipedia.org/wiki/Nanotecnología>).

Futuras aplicaciones

Según un informe de un grupo de investigadores de la Universidad de Toronto, en Canadá, las quince aplicaciones más prometedoras de la nanotecnología son las siguientes (<http://es.wikipedia.org/wiki/Nanotecnologia>):

1. Almacenamiento, producción y conversión de energía.
2. Armamento y sistemas de defensa.
3. Producción agrícola.
4. Tratamiento y remediación de aguas.
5. Diagnóstico y criba de enfermedades.
6. Sistemas de administración de fármacos.

7. Procesamiento de alimentos.
8. Remediación de la contaminación atmosférica.
9. Construcción.
10. Monitorización de la salud.
11. Detección y control de plagas.
12. Control de desnutrición en lugares pobres.
13. Informática.
14. Alimentos transgénicos.
15. Cambios térmicos moleculares (Nanotermología).

Hoy en día ya se comercializan algunos productos. Por ejemplo en la electroinformática (nanoelectrónicos, nanotubos y nanocinturones para la fabricación de chips); en la cosmética (nanopartículas para la producción de bloqueadores solares u otros productos); en alimentos procesados y agricultura (nanosensores para la detección de patógenos o contaminantes, sistemas inteligentes integrados a agrocultivos, nanomateriales de origen agrícola, etcétera), en un abanico de nuevos materiales (fibras, cerámicas u otros materiales más resistentes, nanocristales, adhesivos para su uso industrial, materiales inteligentes, otros nanomateriales para la manufactura de nanobienes determinados, etcétera); en la medicina (tejidos dañados, monitoreo e intervención en estado clínico crítico, estimulación eléctrica, entre otras aplicaciones); en la conversión energética o como instrumentos de investigación (de medición o simulación); etc. Uno de los avances más importantes de la nanotecnología es el desarrollo de *nanomotores*. Por ahora, los primeros pasos a la nanofabricación ya se están dando. Carlo D. Montemagno de la Universidad de Cornell ha demostrado la posibilidad de construir nanomáquinas primitivas en base a un

motor biológico. Montemagno extrajo un motor rotatorio proteico de una célula bacteriana y lo conectó a un nanorotor. El resultado: un motor-rotor de 11 nanómetros de altura, 750 de largo y 150 de ancho, impulsado por adenosina trifosfato (ATP), que alcanza una velocidad de ocho revoluciones por minuto. Aunque primitiva, demostró la posibilidad de su existencia. Los nanomotores con supuestos bajos niveles de consumo de energía, serían el corazón de los tan anhelados *nanorobots*, mismos que podrían no sólo producir virtualmente cualquier tipo de materia, sino copiarse o autoreplicarse (máquinas que producen máquinas, o máquinas que se reproducen), ello con el objeto, entre otros, de alcanzar escalas de producción económicamente viables, es decir, que conecten la nanofabricación con la macrofabricación. Tales dimensiones de ensamblaje, según una publicación de la RAND, *The Global Technology Revolution*, podrían ser capaces, en el futuro próximo, de integrar de entre 100 a 10 mil componentes, alcanzando una dimensión total de aproximadamente de 10 micrones, por lo que la conexión entre el nanomundo y el macromundo, no será posible, según ese documento, hasta después del 2015 (Delgado, 2004).

El Grupo de Acción sobre Erosión, Tecnología y Concentración (ETC group, 2004) cita que los científicos manipulan los alimentos y la agricultura a nivel molecular en dos estadios, pues la agricultura nanométrica conecta los nodos en la cadena industrial alimentaria y va un paso más allá: con las nuevas técnicas de escala nanométrica (que permiten mezclar y aparejar los genes), las plantas genéticamente modificadas se tornan plantas atómicamente modificadas. Se pueden adosar pesticidas con mayor precisión para acabar con plagas no deseadas, y mediante diseño de ingeniería de alimentos se pueden procesar los nutrientes naturales y los sabo-

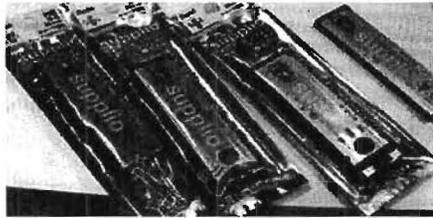
res artificiales para satisfacer el paladar. Se impulsa una visión de control centralizado y automatizado de la agricultura industrial usando sensores moleculares, sistemas moleculares de suministro de sustancias y mano de obra barata.

En los próximos 20 años, nuestro entorno cambiará tanto como nosotros. Autos que se manejan solos, frutas medicinales, nanorobots que liberan fármacos, bebés diseñados a gusto, órganos artificiales, turismo espacial, son algunas de las novedades que se anuncian.

Ejemplos

Ain Supplio, minas de lápiz con aromaterapia y nanotecnología

La compañía japonesa Pentel, dedicada a artículos de papelería, ha creado las minas de lápiz con aromaterapia utilizando nanotecnología, de nombre Ain Supplio. Los aromas se guardan en nanocápsulas o pequeñas burbujas de aire que se insertan en la mina. Aseguran que la fragancia se mantiene durante 3 años, si no se abre el envoltorio, 2 años, si no se abre la caja de plástico en la que vienen y más de 3 meses al aire libre. Hay 3 aromas disponibles preparados por expertos en aromaterapia: refrescante, curativo y positivo. Cada repuesto cuesta 2 dólares (1,45 euros). Salió al mercado en septiembre del 2007 (<http://www.elsingular.com/2007/07/18/ain-supplio-minas-de-lapiz-con-aromaterapia-y-nanotecnologia/>).



La Nanotecnología se fusiona con la moda

La innovación en los tejidos llega de los laboratorios con telas que tienen otras ventajas, como proteger a quienes las llevan de una gripe pero también de la contaminación o de un ataque bacteriano. Si los códigos estéticos de la moda los marcan las pasarelas de Milán o Nueva York, la innovación en los tejidos llegan de los laboratorios, como el de la Universidad de Cornell (EUA), que ha desarrollado una “nanofibra” que permite cambiar el color de las prendas y que llegará al mercado en cinco años. La “confección” de estos tejidos, que tienen otras ventajas, como proteger de una gripe a quienes las llevan y también de la contaminación o de un ataque bacteriano, tienen un costo muy elevado (hasta 8,000 dólares por prenda), por lo que, como ocurre en este tipo de investigación, hasta ahora se les ha dado un uso militar. No obstante, el profesor colombiano Juan Hinestroza (Universidad de Cornell), que ha estado en Barcelona para hablar de la aplicación de la nanotecnología en la creación de “fibras multifuncionales” asegura en una entrevista con Efe que estos materiales no tardarán en dar “el salto comercial”. Este ingeniero químico explica que el reducido tamaño de estas fibras le otorgan unas posibilidades infinitas. Su objetivo como investigador es lograr materiales interactivos que respondan al ambiente de manera automática, de forma que las personas que utilicen las prendas no sufran cambios en su temperatura corporal y que las

fibras hagan su tarea protectora de forma imperceptible. Hinestroza, que lleva siete años investigando estos materiales con un equipo de once personas en Cornell, ha logrado cubrir una chaqueta de tela vaquera y un vestido de algodón con nanopartículas de plata que conceden a estas prendas propiedades antibacterianas y de filtrado químico. A simple vista las prendas son “normales”, pero si se ponen al microscopio se pueden contemplar las nanopartículas cargadas electrostáticamente que funcionan como un protector sobre el algodón, el material favorito de Hinestroza, aunque en su laboratorio también se trabaja con nylon o lana. Previamente, las prendas son sumergidas en un baño con partículas sintetizadas de plata, material que posee unas propiedades antibacterianas que se incrementan cuando se trata a “escala nano”. Las prendas impregnadas se convierten en escudos que protegen de alergias o de los gases de la contaminación ambiental y además se manchan menos, ya que las nanopartículas impiden que se adhieran microorganismos, y sus colores son también más resistentes porque se aplican de forma física, y no por medio de colorantes. “Si tienes una camisa de este tipo que es blanca y no tienes tiempo para cambiarte y debes a ir una fiesta, la puedes convertir en negra tan sólo con una aplicación de un campo magnético o eléctrico”, explica Hinestroza. El precio del proceso todavía aleja a las grandes marcas de estos productos, aunque algunas ya se han interesado, sobre todo por otra de sus características: las nanofibras pueden crear señales en las prendas para que éstas no se puedan reproducir y así se eliminaría la falsificación y contrabando. Hasta el momento se han utilizado en el ámbito militar: descomposición de tóxicos químicos o de agentes de guerra química, manipulación de color para crear camuflaje interactivo o fibras que pueden identi-

car a larga distancia “si eres amigo o enemigo”. “Ahora todo el proceso es experimental, pero una vez que sea reproducible el precio bajará”, afirma Hinestroza, que calcula que en un plazo de entre dos a cinco años toda esta innovación irá pasando al sector civil para su aplicación en diversas áreas. Así, el hecho de que sean prendas que pueden controlar el espacio entre las fibras, que se pueden abrir o cerrar según las temperatura en el exterior, facilitará el control del sudor y otros factores que los deportistas necesitan, y puede suponer una revolución, como la provocada por el bañador de Speedo en los Juegos Olímpicos de Pekín. En el campo de la aeronáutica, estas fibras antialérgicas se podrán utilizar en el interior de los aviones para reducir las enfermedades transmitidas por la ventilación, mientras que en el ámbito de la sanidad se utilizarán en pijamas para los hospitales que eliminen los estafilococos o que permitan la administración de medicinas por medio de las sábanas mientras el paciente duerme (<http://nanotecnologia.site90.com/>).

Potenciales de la Nanotecnología

1. Potenciales aplicaciones médicas
2. Potenciales aplicaciones militares
3. Potenciales aplicaciones energéticas
4. Potenciales aplicaciones espaciales
5. Potenciales aplicaciones ambientales

1) Aplicaciones médicas

- a) Servir como un sistema autoinmune potenciado.
- b) Buscar y destruir virus, colesterol, excesos de grasa, células cancerígenas y marcadores genéticos.

- c) Eliminar la necesidad de cirugía.
- d) Evitar el “sacrificio” de materia viva natural.
- e) Borrar los procesos de envejecimiento.

Nanobiotecnología y Nanomedicina

La Nanobiotecnología es una rama de la Nanotecnología con aplicaciones o usos biológicos y bioquímicos. A menudo la Nanobiotecnología estudia elementos existentes en la naturaleza para fabricar nuevos dispositivos. El término bionanotecnología es usado a menudo como sinónimo de nanobiotecnología, aunque a veces se hace una distinción entre ambas, la nanobiotecnología se refiere a usar la nanotecnología para alcanzar las metas de la biotecnología mientras que la bionanotecnología puede referirse a cualquier superposición entre la biología y la nanotecnología, incluyendo el uso de biomoléculas como parte o inspiración de dispositivos nanotecnológicos (<http://es.wikipedia.org/wiki/Nanobiotecnología>).

La Nanomedicina es la rama de la medicina que aplica los conocimientos de Nanotecnología en las ciencias y procedimientos médicos. En teoría, con la Nanotecnología se podrían construir pequeños nano robots (nanobots) que serían un ejército a nivel nanométrico en nuestro cuerpo, programados para realizar casi cualquier actividad. Una de las aplicaciones más prometedoras sería la habilidad de programar estos nanobots para buscar y destruir las células responsables de la formación del cáncer. Los nanobots de la nanomedicina podrían producirse con la función de reestructurar o reparar tejidos musculosos u óseos (<http://es.wikipedia.org/wiki/Nanomedicina>).

El Grupo de Acción sobre Erosión, Tecnología y Concentración (ETC group, 2006) cita que las aplicaciones médicas de las tecnologías

con escala nanométrica tienen el potencial de brindar nuevos y poderosos instrumentos para detectar, diagnosticar y tratar las enfermedades a nivel molecular. Los entusiastas de la nanotecnología alegan que la medicina nanológica revolucionará la atención a la salud. Los desarrollos incluyen, por ejemplo:

- Nano-sensores que circulen dentro del cuerpo para monitorear los niveles de glucosa, colesterol u hormonas.
- Nano-proyectiles de oro que hacen blanco en las células cancerosas, y que una vez que identifican las células tumorales, pueden destruirse con un láser no invasivo.
- Nano-partículas “inteligentes” que buscan una localización específica dentro del cuerpo humano y luego suministran con precisión una dosis programada de medicamento.
- Puntos cuánticos luminiscentes que rastrean una proteína particular dentro una célula viva.
- Nano-partículas de plata que maten microbios resistentes a los antibióticos.
- Armazones tridimensionales nano estructurados para crecer nuevo tejido y órganos humanos.

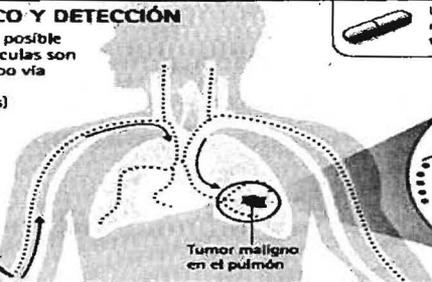
¿CÓMO LAS NANOPARTÍCULAS ATACAN LOS TUMORES?

Nuevo tratamiento sería la solución para la detección y cura de diversos tipos de cáncer.

1 DIAGNÓSTICO Y DETECCIÓN

Tras diagnosticar un posible tumor, las nanopartículas son introducidas al cuerpo vía sanguínea u oral (a través de cápsulas)

Las nanopartículas buscan las células cancerosas en todo el organismo.

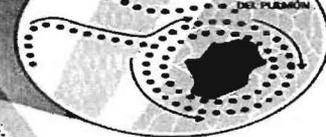


Tumor maligno en el pulmón



Una cápsula puede contener nanopartículas para detectar variados tipos de cáncer al mismo tiempo.

Detectan el tumor y lo rodean.



2 LOCALIZACIÓN Y ELIMINACIÓN DEL TUMOR

Al exponer al paciente a rayos infrarrojos se detecta la ubicación del tumor.



Los rayos calientan las nanopartículas (a 60°C aprox) alojadas en el pulmón.



Las nanopartículas destruyen el tumor por acción del calor sin dañar los tejidos sanos cercanos.



3 EXTRACCIÓN DE LAS NANOPARTÍCULAS

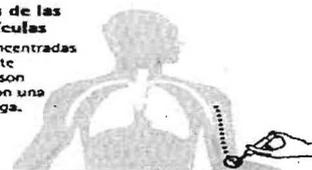
Algunos tipos de nanopartículas pueden generar daños en el organismo tras cumplir su misión, por lo que deben ser extraídas.

Atracción magnética
Con un aparato electromagnético, las partículas que están dispersas son reunidas en un punto específico.



Absorción de las nanopartículas

Una vez concentradas en el torrente sanguíneo, son extraídas con una simple jeringa.



Fuente: Abel Quintana, jefe del Laboratorio de Materiales Nanoestructurados de la Universidad Nacional de Ingeniería

LA REPÚBLICA

Figura 3. Uso de la nanotecnología en la medicina (tomado de: <http://navegantecalifornia.blogcindario.com/2009/02/00087-la-nanotecnologia-y-las-enfermedades-caroteno-jafra-navegante-californio-la-paz-b-c-s.html>).

Existe en California, Estados Unidos, un proyecto que está estudiando la posibilidad de mostrar información sobre el cuerpo humano en un pequeño video a modo de pantalla o monitor, situado... en la mano. ¿Cómo? Mediante billones de nanorobots que serían implantados en el cuerpo humano y que se encargarían de recopilar toda la información en

los órganos, músculos, huesos... todo lo necesario para realizar un análisis de alto nivel de nuestro cuerpo. Para mostrar el análisis, algunos de estos nanorobots se colocarían sobre la mano o el antebrazo, a unas 200 o 300 micras por debajo de la piel, y alimentándose a partir de la glucosa y el oxígeno de nuestro propio cuerpo y formarían un pequeño rectángulo de unos 5×6 centímetros. Podrían lucir en diversos colores gracias a una especie de diodos que vendrían integrados con los nanorobots, pero cuando se “apagasen” la piel volvería a lucir su color normal (<http://nanobotssuperario.blogspot.com/2009/05/noticia-nanorobots-en-la-piel-que-te.html>).

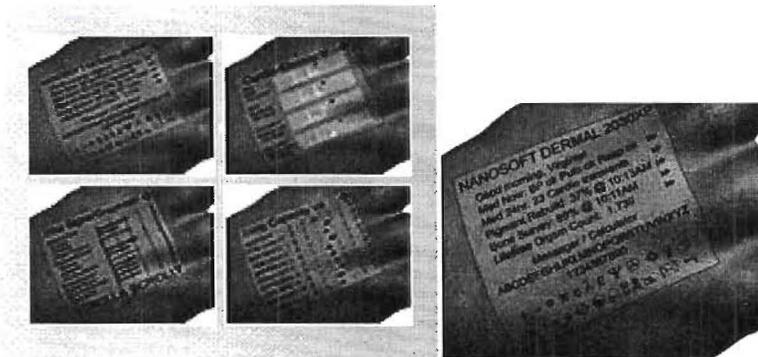
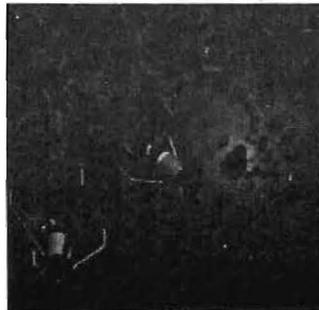


Figura 4. Nanosoft dermal 2030XP

(tomado de: http://blog.percentage.jp/archives/2005/09/nanosoft_dermal.html)

Las fracturas podrían ser cosa del pasado, los nanobots podrían programarse para identificar fisuras en los huesos y arreglar éstos de dos formas; realizando algún proceso para acelerar la recuperación del hueso roto o fundiéndose con el hueso roto o inclusive las dos. Y así con infinidad de enfermedades de varios tipos, disolviendo sustancias de múltiples variedades en sangre o en la zona a tratar específicamente, inyectando pe-

queñas cantidades de antibióticos o antisépticos en caso de resfriados o inflamaciones, etc. Actualmente, las nanopartículas de plata se están usando como desinfectantes y antisépticos, en productos farmacéuticos y quirúrgicos, en ropa interior, guantes, medias y zapatos deportivos, en productos para bebés, productos de higiene personal, cubiertos, refrigeradores y lavadoras de ropa. Un problema derivado de estas aplicaciones es su impacto ambiental, ya que en el 2005, un estudio encontró que la plata en nanopartículas es 45 veces más tóxica que la corriente y además, en el 2008, otro estudio indicó que pueden pasar nanopartículas sintéticas a los desagües, con fuerte toxicidad para la vida acuática, eliminando también bacterias benignas en los sistemas de drenaje (<http://es.wikipedia.org/wiki/Nanomedicina>).



2) Aplicaciones Militares

- Dispositivos inteligentes demasiado pequeños para ser descubiertos
- Armas biológicas/químicas computarizadas
- Escudos de defensa activos
- Blancos seleccionados sin posibilidad de error.

Las investigaciones puntuales en curso y programadas del Departamento de la Defensa sugieren la construcción de cualquier tipo de armamento o instrumental de espionaje o asesinato, selectivo o masivo a cualquier escala. Por ejemplo, en términos no convencionales, los bionanorobots o nanocyborgs (replicables o no-replicables), podrían ser diseñados para que, por ejemplo una vez ingeridos aeróbicamente por el humano, busquen ciertos códigos genéticos pre-programados y se autodestruyan en una “apropiada” ubicación (como el cerebro). Es decir, los *nanocyborgs* fungirían, en este caso, como el arma químico-biológica más potente, imperceptible y eficaz en el micro y macro blanqueo del enemigo. Ello indica radicalmente nuevas dimensiones y escenarios de violencia, subyugación y dominio, dentro y fuera del campo de batalla. La utilidad militar de los nanocyborgs no se limita a eso, también pueden ser diseñados para curar al soldado “desde adentro” o, desde otra perspectiva totalmente distinta, para atacar ciertos metales, lubricantes, plásticos u otros materiales; el objetivo: la destrucción de armas convencionales u otras infraestructuras estratégicas. De salirse de control o del rango de operatividad previsto, la incertidumbre sobre los peligros a la salud humana y el medio ambiente respectivamente, es de llamar la atención (Delgado, 2004).

3) Aplicaciones Energéticas

- Se usa aproximadamente una diezmilésima parte de la energía solar que llega a la Tierra.
- Se usa combustibles fósiles porque es más conveniente.
- Distribución de energía a través de “canales” de energía.
- Colectores solares (en órbita alrededor de la Tierra) reemplazarán a los combustibles fósiles.

4) Aplicaciones Espaciales

- Máquinas moleculares y computadoras de tamaño subcelular.
- Bases de lanzamiento de gran altitud (baja gravedad).
- Vehículos y estaciones espaciales livianas y superresistentes.
- Naves con velas propulsoras posibilitarán los viajes interestelares (probablemente no para individuos pero sí para generaciones).

5) Aplicaciones Ambientales

- Dietas “normales” sin matar animales.
- Todas las máquinas podrían ser “libres de contaminación ambiental”.
- Materiales con estructura de diamante permitirán reemplazar a los actuales materiales.
- Nanomáquinas que obtengan su energía de la contaminación ambiental.
- Reducir el uso de fuentes de energía, tradicionales, finitas y polusivas.

Literatura Citada:

Delgado-Ramos G. C. 2004. Promesas y peligros de la Nanotecnología. Nomadas 9. Revista crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas. <http://www.ucm.es/info/nomadas/>

ETC group. 2004. La invasión invisible del campo. El impacto de las tecnologías nanoscópicas en la alimentación y agricultura. 72 pp. http://www.etcgroup.org/upload/publication/82/02/invasin_campo.pdf

ETC group. 2006. Medicina Nanológica. Aplicaciones médicas de las nanotecnologías: ¿Cuál es su impacto en las comunidades marginadas?. 69 pp.

http://blog.percentage.jp/archives/2005/09/nanosoft_dermal.html

<http://nanobotssupermario.blogspot.com/2009/05/noticia-nanorobots-en-la-piel-que-te.html>

<http://nanotecnologia.site90.com/>

<http://navegantecalifornia.blogcindario.com/2009/02/00087-la-nanotecnologia-y-las-enfermedades-caroteno-jafra-navegantecalifornio-la-paz-b-c-s.html>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Nanobiotecnología>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Nanomedicina>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Nanotecnología>

<http://www.elsingular.com/2007/07/18/ain-supplio-minas-de-lapiz-con-aromaterapia-y-nanotecnologia/>

ENTOMOLOGÍA Y NANOTECNOLOGÍA

Enrique Ruíz Cancino, Juana MA. Coronado Blanco,
Rabindranath Manuel Thompson Farfán y
Víctor Hugo Toledo Hernández

Resumen.

Los insectos presentan distintas estructuras que pueden ser copiadas para ser utilizadas en diversos productos útiles a la humanidad. El presente trabajo muestra los avances logrados en la Nanotecnología y Nanociencias aplicadas a los insectos.

Palabras clave. Insectos, Nanotecnología, Nanociencias.

Abstract.

Insects have different structures that can be copied to be used in diverse products useful for the mankind. This article show the advances obtained in Nanotechnology and Nanosciences applied to insects.

Key words. Insects, Nanotechnology, Nanosciences.

Nanotecnología

Nanotecnología es el estudio y manipulación de materia que mide menos de 100 nanómetros, es decir, del tamaño de las moléculas y los virus; 10 átomos de hidrógeno agrupados miden un nanómetro de largo, un millón de nanómetros equivalen a un milímetro (Cornwall 2006).

En 2005, el gobierno federal de Estados Unidos (EU) destinó más de mil millones de dólares para la investigación en Nanotecnología; Japón y la Unión Europea han gastado cifras similares. La Fundación Nacional

de Ciencias de EU predice que el mercado global será de un billón de dólares para 2015 (Kahn 2006).

¿Cómo se pueden usar los insectos en Nanotecnología?

Estudios iniciales de hace medio siglo indicaron que los ojos de una palomilla a nanoescala presentaban una estructura multifacética que es antirreflejante. Ahora, ingenieros de Holotools (Alemania) usan rayos láser para esculpir facetas similares sobre una laca fotosensible: 16 millones de ‘puntos’ de textura/mm² casi eliminan el resplandor de la pantalla de una computadora (Mueller 2008).

Las mariposas

Orden Lepidoptera, varias familias

Al estudiar su morfología externa e idear formas de utilización. El Profesor Di Zhang y su equipo de la Universidad de Beijing, China, ha estudiado las alas de algunas especies de mariposas y ha encontrado que tienen diminutas celdas que actúan como colectores solares (Fig. 1). Las alas se usan como molde o plantilla y se pasan a colectores solares como las celdas de Grätzel (Zhang *et al.* 2009)



Figura 1. Celdas en las alas de una mariposa: actúan como colectores solares.

Michael Grätzel es el nombre del inventor de las celdas que llevan su nombre, las cuales son celdas solares sensibles al teñido y tienen una eficiencia hasta del 10% en la conversión de la luz solar.

Las pruebas de laboratorio indican que las celdas solares basadas en las de las alas de las mariposas son más eficientes que las celdas solares sensibles al teñido y que su fabricación es más simple y más rápida que con otros métodos. Por tanto, las celdas solares basadas en alas de mariposas tienen aplicación en dispositivos comerciales (Fig. 2).



Figura 2. Celda solar basada en el diseño de ala de mariposa.

Las chicharras

Orden Homoptera, Familia Cicadidae

¿Qué tienen que ver estos ruidosos insectos con la Nanotecnología?

Van Noorden (2006) informa que Jin Zhang, Liu Zhongfan y sus colaboradores de la Universidad de Beijing, China, descubrieron que las alas de las chicharras son antireflejantes: las chicharras usan esta propiedad para escapar de sus depredadores. Además, las alas presentan sufi-

ciente rigidez y estabilidad química para servir de molde en el desarrollo de diversos productos. Además, tienen una superficie de tensión suficientemente baja para ser utilizadas como estampillas en películas de polímeros sobre sustratos de silicón.

En las alas cerosas (Fig. 3), la tensión superficial baja es necesaria para que las alas no se peguen al sustrato y puedan ser liberadas sin destruir las estructuras impresas. Entonces, las alas con cubierta cerosa son ideales para ser estampadas.

En la Nanolitografía se puede lograr un arreglo ordenado de hoyos microscópicos en la película de polímero al usar el arreglo en pilares de las alas de las chicharras. El patrón de las alas de estos insectos puede ser transferido al sustrato de silicón por el proceso de grabado al agua fuerte, formando nanohoyos en un chip de silicón.

Este patrón tiene propiedades antirreflejantes y puede ser usado en lentes de precisión.

El diseño de las alas de las chicharras también es útil en la detección de moléculas: los arreglos en pilares microscópicos de oro pueden ser obtenidos con los moldes impresos. Estos arreglos son réplicas casi idénticas de las estructuras de las alas de las chicharras y son útiles para obtener imágenes ópticas y para la detección de moléculas por espectroscopía Raman.

La espectroscopía Raman es una técnica usada en la Química y Física de la Materia Condensada para estudiar modos de baja frecuencia, como los vibratorios, rotatorios y otros. Es una herramienta importante para el análisis de la composición de líquidos, gases y sólidos.

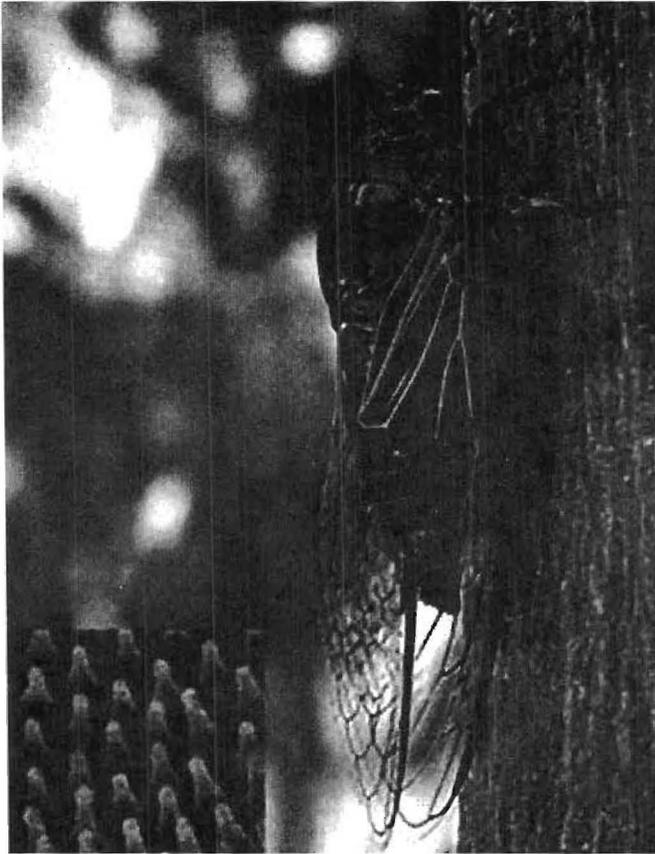


Figura 3. Arreglo en pilares en las alas de las chicharras: patrón con propiedades antireflejantes.

Otro aporte de la Naturaleza se encuentra en las hojas de los lotos (Fig. 4), las que se caracterizan por presentar arreglos ordenados en estructuras a microescalas y nanoescalas con lo que la superficie es hidrófuga: las gotas resbalan y arrastran la suciedad a su paso. Wilhelm Barthlott de la Universidad de Bonn, Alemania descubrió y patentó esto con el nombre de Efecto Loto. Se utiliza en productos comerciales como la pintura

Lotusan, la cual repele el agua y ‘puede resistir las manchas durante decenios’ (Mueller 2008).

Ésta será una demostración poderosa del uso de nanoestructuras naturales en estructuras de patrones microscópicos, los cuales no fácilmente accesibles con la tecnología convencional de microfabricación.

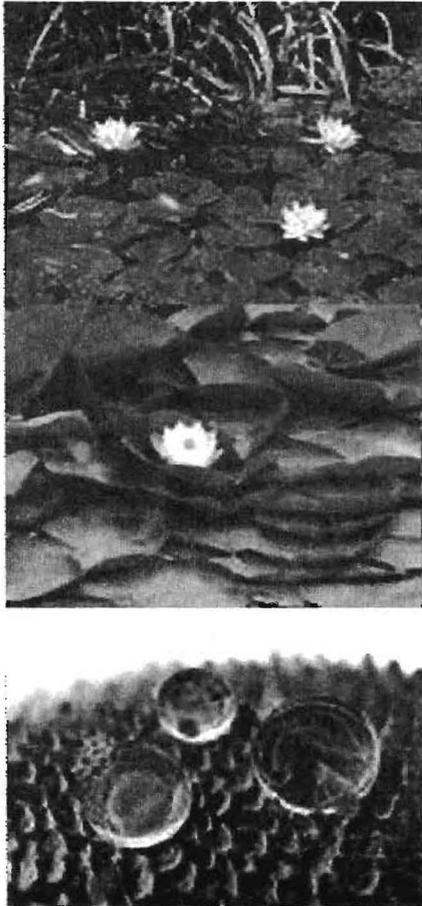


Figura 4. Cristales de cera nanométricos en la superficie de las hojas de loto: diseño similar al de las alas de las chicharras.

Chapulines

Orden Orthoptera, varias familias

Palomillas

Orden Lepidoptera, varias familias

En la Universidad Bristol de Inglaterra, los investigadores Mervyn Miles y sus colegas del Departamento de Física y del Departamento de Biología estudian chapulines y palomillas para entender cómo detectan vibraciones muy finas.

Esto va a servir para diseñar aparatos más sensibles que se usen en para ‘ver’ materiales biológicos delicados (University of Bristol 2005).

Cucarachas

Orden Blattodea, Familia Blattidae

El mundo animal ha provisto de locomoción a la humanidad por milenios. Recientemente se han usado abejas entrenadas para detectar minas y armas de destrucción masiva (Piquepaille 2007).

En Estados Unidos existe una Agencia del gobierno federal llamada DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency), en la que se incluye el Programa Hybrid Insect MEMs (HIMEMs). Su meta es “Lograr cyborgs con el componente mecánico dentro del insecto para obtener robots sigilosos a bajo costo”.

Este programa requiere más control sobre la locomoción de los insectos. De preferencia, se recomienda usar insectos voladores (palomillas, libélulas) aunque los insectos saltadores y nadadores también podrían usarse.

De 2006 a 2009 se invirtieron 12 millones de dólares. Investigadores de la Universidad Texas A & M trabajan con cucarachas (Fig. 5).

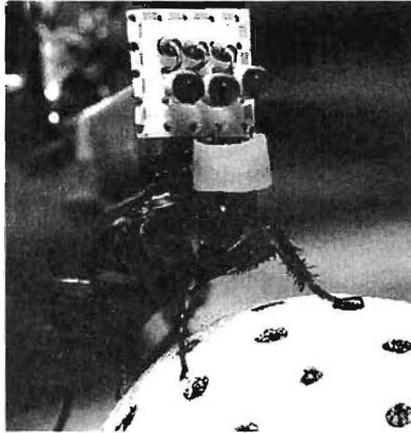


Figura 5. Cucaracha con un componente electrónico burdo.

Escarabajos cornudos

Orden Coleoptera, Familia Scarabaeidae

Investigadores de la Universidad de Michigan y de la Universidad de California en Berkeley trabajan también en este Programa pero con escarabajos (Fig. 6).

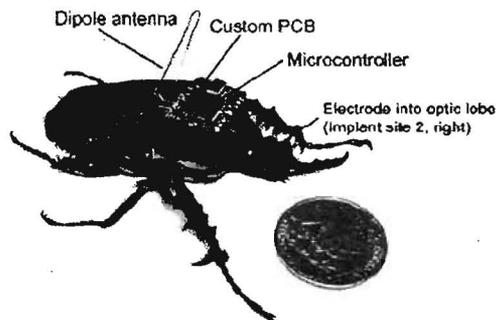


Figura 6. Escarabajo cornudo con antena, electrodo y microcontrolador integrado.

Palomillas

Orden Lepidoptera, varias familias

En el Massachusetts Institute of Technology y en el Boyce Thompson Institute for Plant Research experimentan con palomillas con el mismo fin: “La idea es desarrollar interfases estrechamente acopladas entre la máquina y el insecto, colocando la mayor parte de los sistemas micromecánicos dentro de los insectos durante las fases iniciales de la metamorfosis (larvas y pupas)”. Se prefiere usar insectos inmaduros por ser mejor que los sistemas pegados al exterior del cuerpo de los adultos (Choi s/a).

Ya que la mayor parte del desarrollo de los insectos ocurre en los últimos estadios de la metamorfosis, el crecimiento del tejido nuevo alrededor de los MEMs tenderá a formar una interfase estable y confiable tejido-máquina (Fig. 7).

La meta es controlar la locomoción de los insectos, obteniendo sus trayectorias con GPS o con señales ópticas o ultrasónicas. Cuando las interfases estén integradas, varios dispositivos de microsistemas pueden ser montados en las ‘plataformas’ con la finalidad de controlar la locomoción del insecto, conocer el ambiente local y la capacidad de búsqueda.

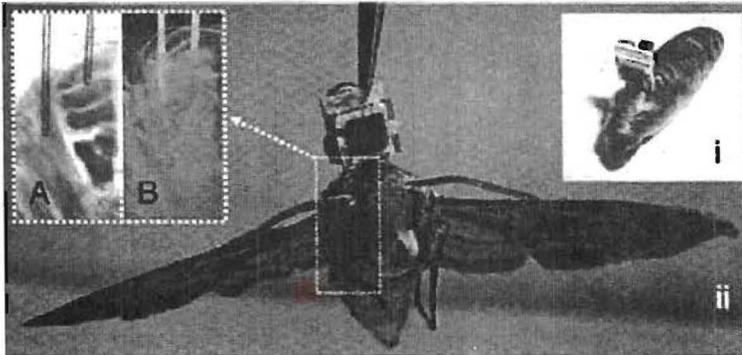


Figura 7. Palomilla con sistema de control de vuelo integrado a su cuerpo.

La meta demostrativa final del Programa es colocar un cyborg a 5 m de un objetivo específico, localizado a cientos de metros de distancia, usando control remoto electrónico y/o GPS. El insecto debe permanecer estacionario indefinidamente o hasta que se le instruya otra orden. También debe ser capaz de transmitir datos desde sensores DOD, proporcionando información sobre el medio ambiente local. En la Universidad Cornell de Nueva York, EU, David Erickson (Profesor de Ingeniería Mecánica y Aeroespacial) espera tener resultados el presente año (2010).

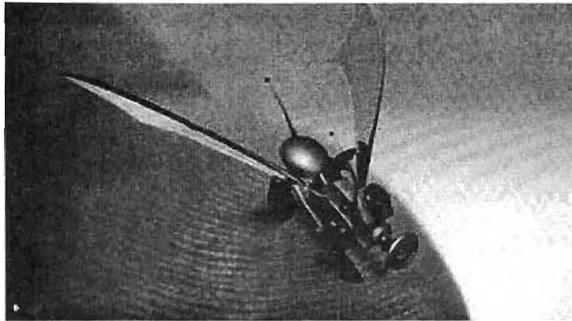


Figura 8. Robot basado en el cuerpo de una mosca.

Conclusiones

Los insectos presentan diversas estructuras que han sido desarrolladas a través de millones de años y que les han permitido sobrevivir y prosperar en todos los ambientes terrestres.

El avance científico y tecnológico actual está permitiendo copiar algunas de esas estructuras para desarrollar nuevos productos útiles al hombre o tomar ideas para mejorar otros ya existentes.

Esta relación no tiene precedentes relevantes en la Historia de la Humanidad.

Literatura citada

- Choi C. Q. s/a. Powerful ideas: military develop 'cybug' spies.
LiveScience.com
- Cornwall C. 2006. Secretos del Nanomundo. Selecciones julio 2006: 80-88.
- Kahn J. 2006. Promesas de la Nanotecnología. National Geographic en español junio 2006: 86-107.
- Mueller T. 2008. Biomimética. National Geographic en español abril 2008: 50-73.
- Piquepaille R. 2007. Autonomous insects cyborg sentinels.
University of Bristol. 2005. Insect hearing helps Nanoscience.
nanotechwire.com
- Van Noorden R. 2006. Insects made nanotech impression.
- Zhang D. *et al.* 2009. Novel photoanode structure templated from butterfly wing scales. *Chemistry of Materials* 21 (1): 33.

NANOCIENCIA. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y ES- TRUCTURALES DE NANOAGREGADOS

Juan Martín Montejano Carrizales

La Nanociencia es una área emergente de la ciencia que se ocupa del estudio de los materiales de muy pequeñas dimensiones. El significado de “nano” es una dimensión de 10^{-9} . Una definición de nanociencia es aquella que se ocupa del estudio de los objetos cuyo tamaño es desde cientos a décimas de nanómetros.

En la naturaleza, la materia se organiza en objetos formados por materiales diversos. Cada objeto está formado, a su vez, por otros objetos que están formados por átomos de algún(os) elemento(s). Los átomos se arreglan de diferentes maneras, en redes cristalinas, no cristalinas o amorfas.

Algunas de estas redes cristalinas son:

La cúbica simple (simple cubic, sc) (Fig. 1).

La cúbica centrada en las caras (face centered cubic, fcc) (Fig. 2).

La cúbica centrada en el cuerpo (body centered cubic, bcc).

La de empaquetamiento hexagonal (hexagonal closed packed, hcp).

No cristalinas pero con eje de simetría.

Simetría 5 (pentagonal).

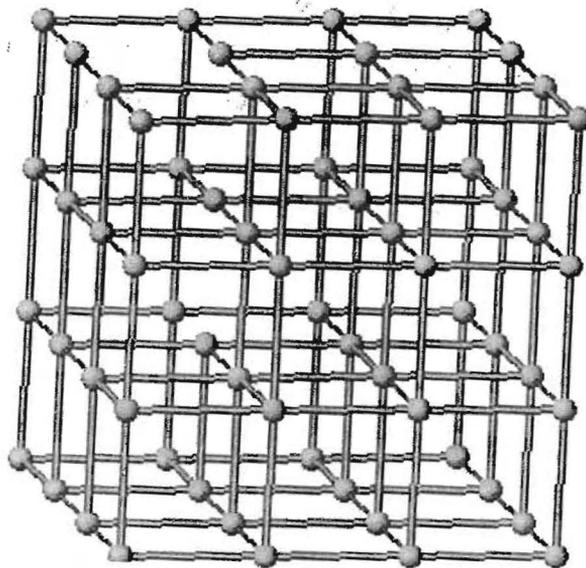


Figura 1. Cúbica simple (simple cubic-sc). Átomos con coordinación 6.

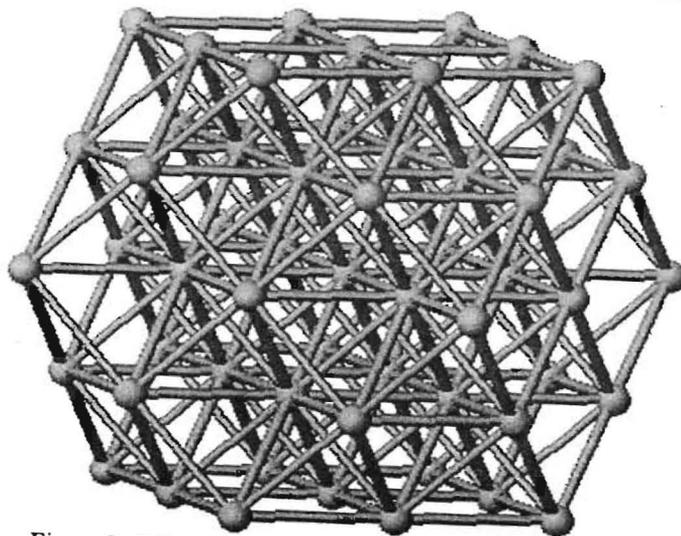


Figura 2. Cúbica centrada en las caras (face centered-fcc).
Átomos con coordinación 12.

A nivel nano se forman cúmulos, es decir, agregados de átomos. Los cúmulos pueden formar desde una cadena de átomos hasta arreglos bidimensionales y tridimensionales. Pueden estar formados por unos pocos átomos o por cientos o miles de átomos (Fig. 3).

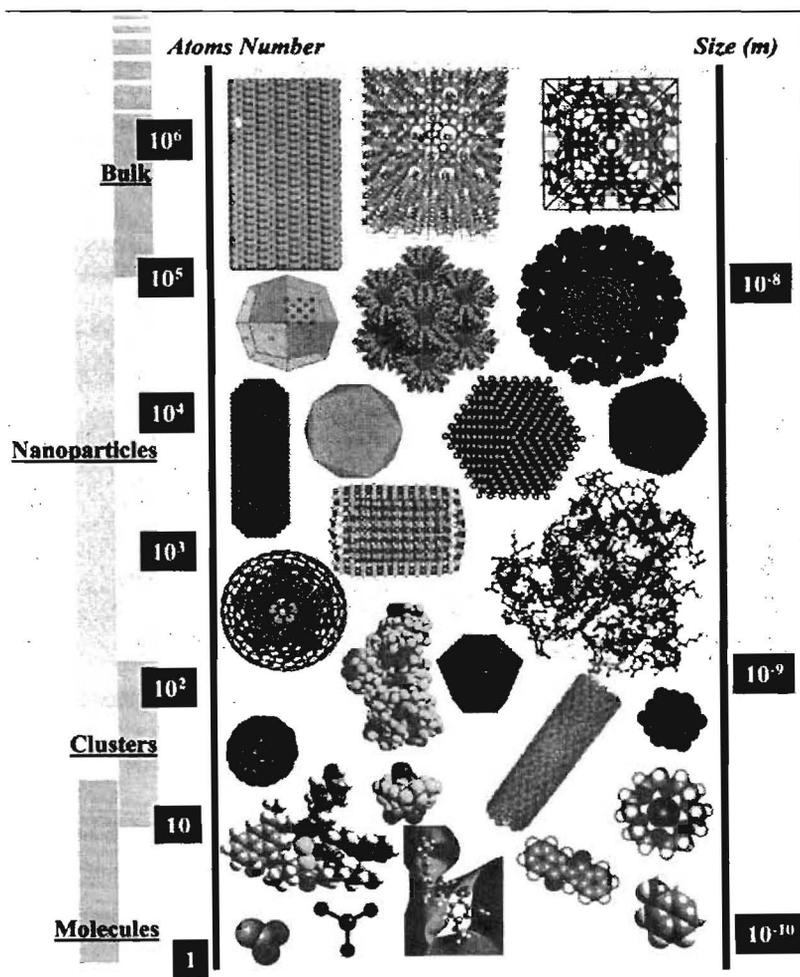


Figura 3. Agregados de átomos. Yacamán *et al.* (2001).

Para el estudio de los agregados de átomos se utilizan los microscopios electrónicos. Los equipos han sido mejorados cada vez más (Fig. 4), permitiendo una mayor precisión en las investigaciones y provocando nuevos descubrimientos científicos.

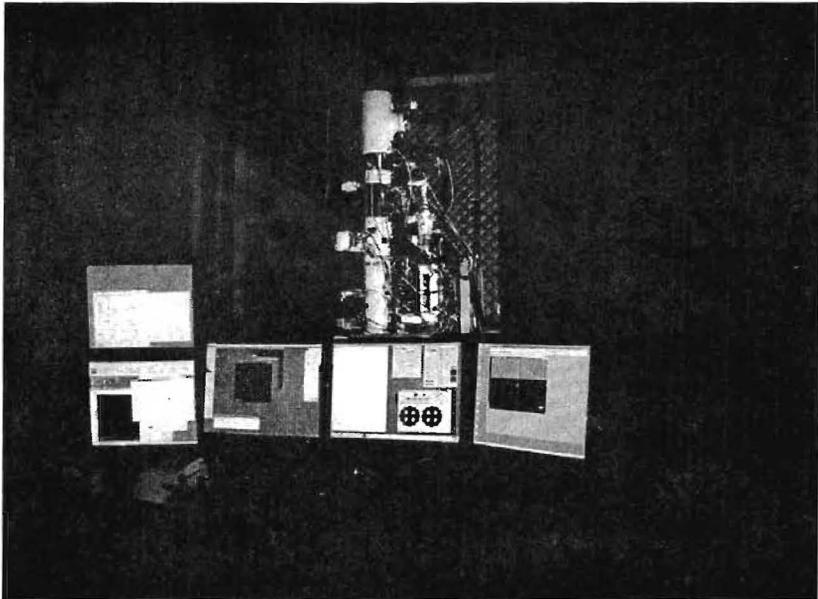


Figura 4. Microscopio electrónico moderno.

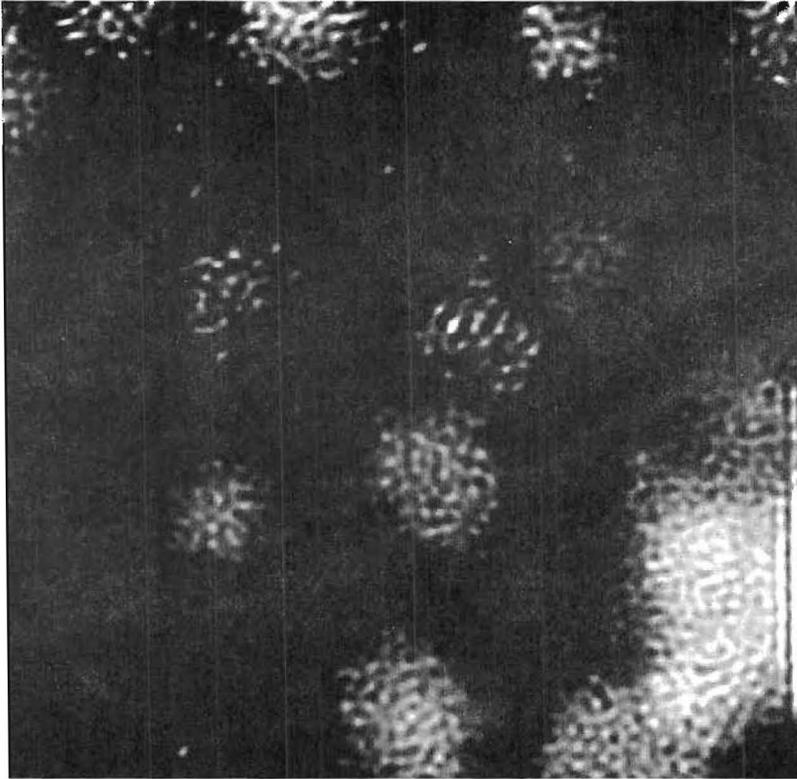


Figura 5. Los átomos y los agregados pueden ser vistos ahora en los microscopios electrónicos.

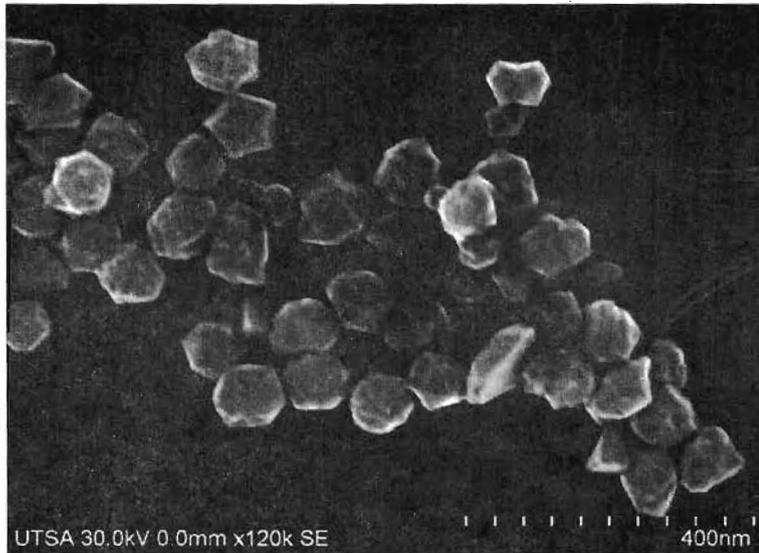


Figura 6. Agregados de átomos a 120k.

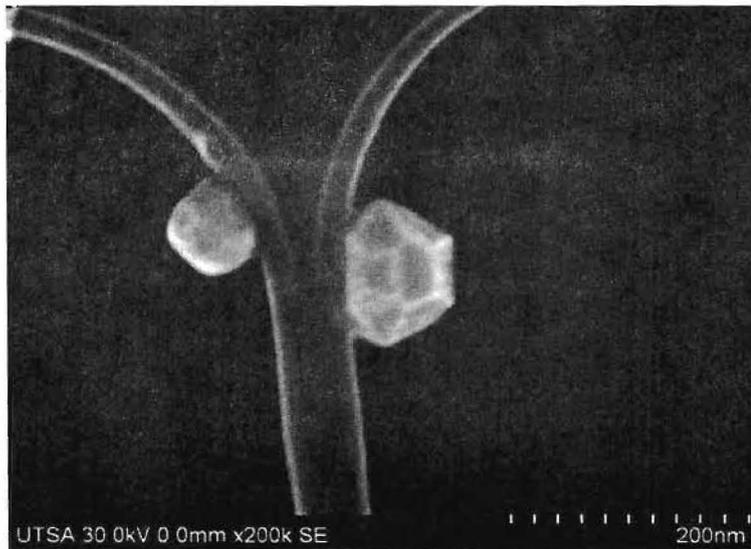


Figura 7. Agregados de átomos a 200k.

Formación de nanocrisales en presencia de biomoléculas

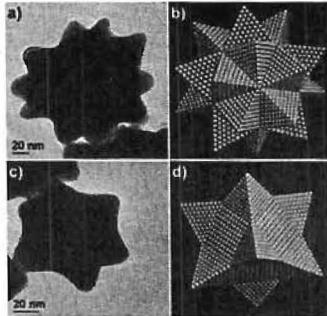


Figura 8. Nanocrisales y su interpretación.

Estos nanocrisales (Fig. 9) se forman al mezclar agua (40 ml), HAICl₄ (50 μ mol) y ácido ascórbico (2 mmol).

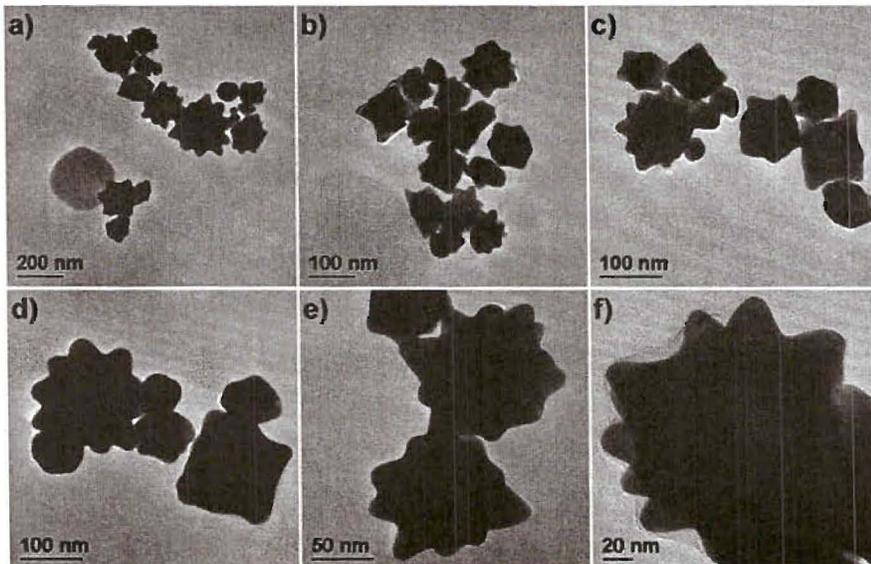


Figura 9. Poliedros estrellados de nanocrisales de oro.

Aplicaciones biológicas de los nanocristales de metales nobles

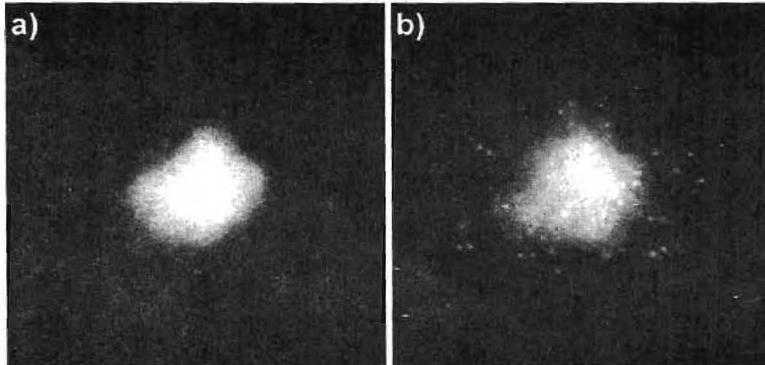


Figura 10. Para análisis estructural.

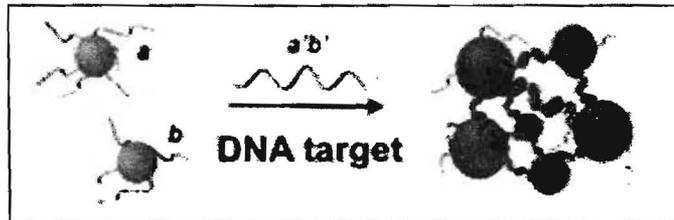


Figura 11. Para biosensores.

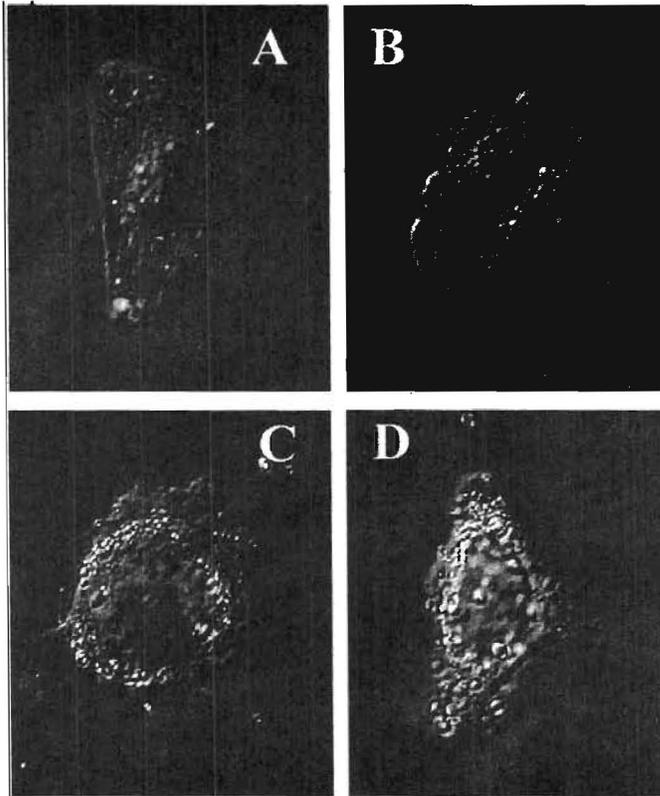
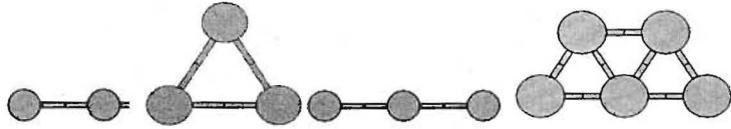


Figura 12. Para biomarcadores y usos terapéuticos.

¿Cómo generar cúmulos más grandes?

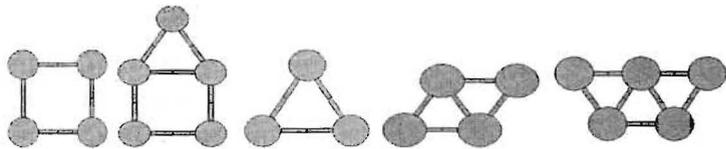
- Capeando cúmulos ya creados.
- Twinando cúmulos ya conocidos.
- Ensamblando cúmulos conocidos.
- Recubriendo cúmulos ya conocidos.
- Tomando pedazos de redes cristalinas.

¿Qué es capear cúmulos ya conocidos?



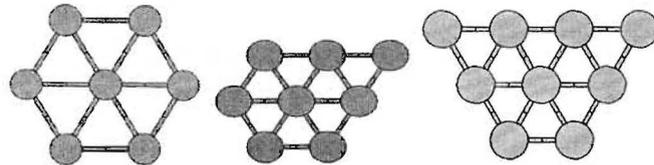
Dímero y dímero capeado

Trímero y trímero capeado



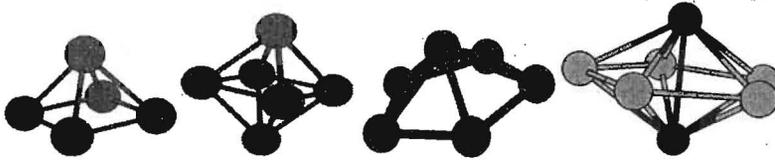
Cuadrado y cuadrado capeado

Triángulo y triángulo capeado

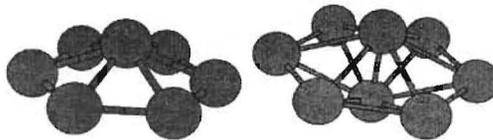


Hexágono y hexágono capeado

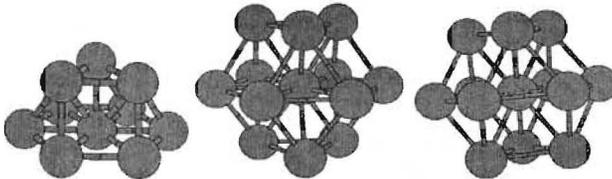
Figura 13. Capeado de cúmulos de 2 dimensiones.



Pirámide de base cuadrada y capeada Pirámide de base pentagonal y capeada



Pirámide de base triangular y capeada



Pirámide de base hexagonal y capeada

Figura 14. Capeado de cúmulos de 3 dimensiones.

Cúmulos capeados

El crecimiento similar a cebolla no conserva la forma original (Montejano *et al.* 2006). Existen distintas figuras geométricas, en este ejemplo es un dodecaedro.

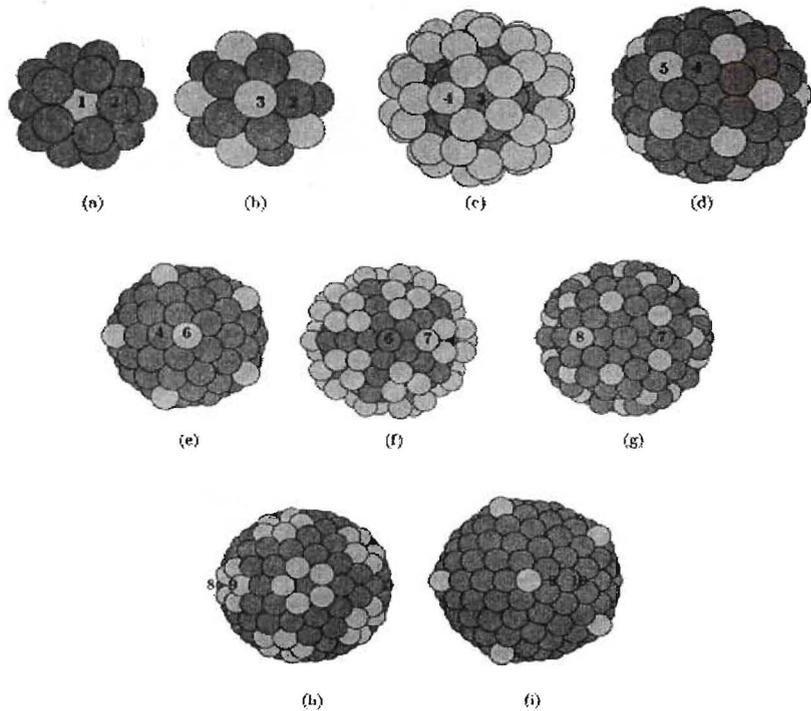


Figura 15. Dodecaedro redondo capeado.

Decaedro redondo con canales

La fotografía es de un decaedro de 609 sitios de orden 4 con canales que convergen en el polo y el modelo obtenido (Montejano *et al.* 2004).

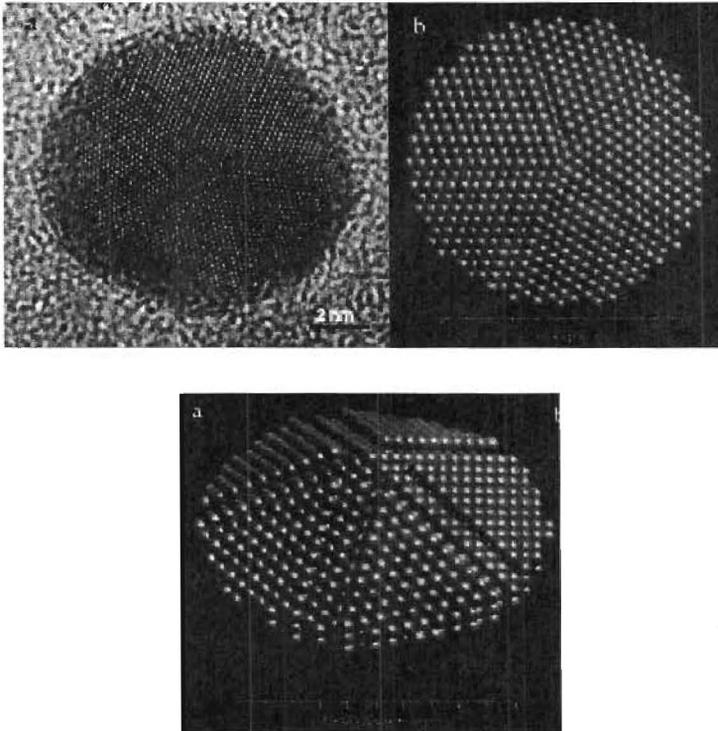


Figura 16. Partícula pentagonal de forma redondeada. Imagen HREM y modelo de la partícula.

Superficie reconstruida de un decaedro

La reconstrucción de un decaedro de orden 4 se aprecia en la Fig. 17 b (Rodríguez *et al.* 2004).

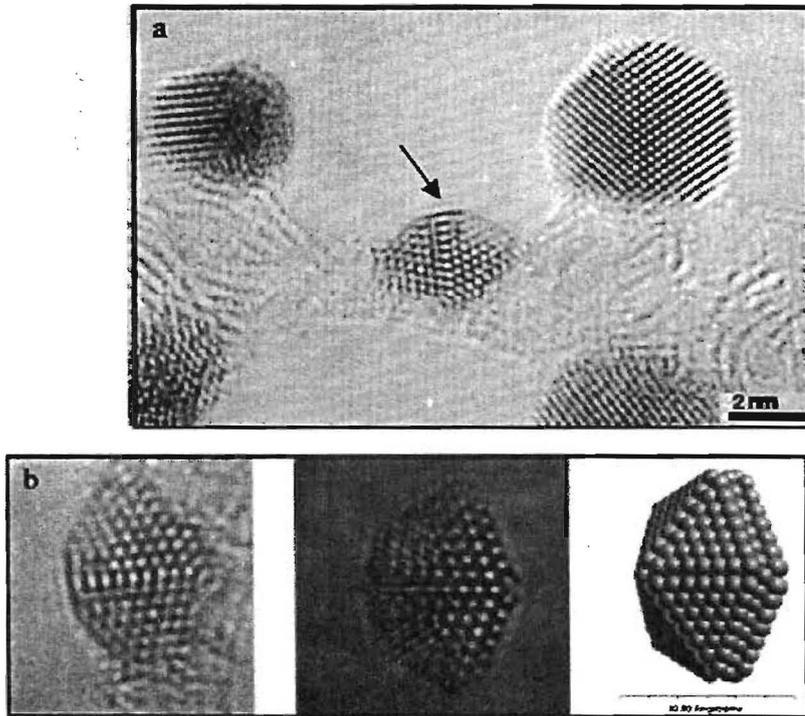


Figura 17. Decaedro de orden 4 con 609 sitios.

Nanocables de plata

Se pueden elaborar cables de distintos metales. La Fig. 18 muestra nanocables de plata de sección cruzada pentagonal (Reyes *et al.* 2006).

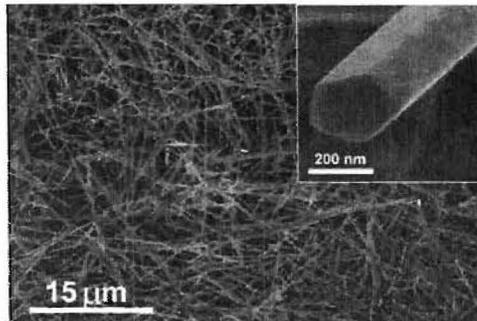


Figura 18. Nanocables de plata de 200 nanómetros.

Cúmulos tipo stacking-fault

Existen otros tipos de cúmulos. Aguilera *et al.* (2007) presentan el tipo stacking-fault, los que se aprecian en la Fig. 19.

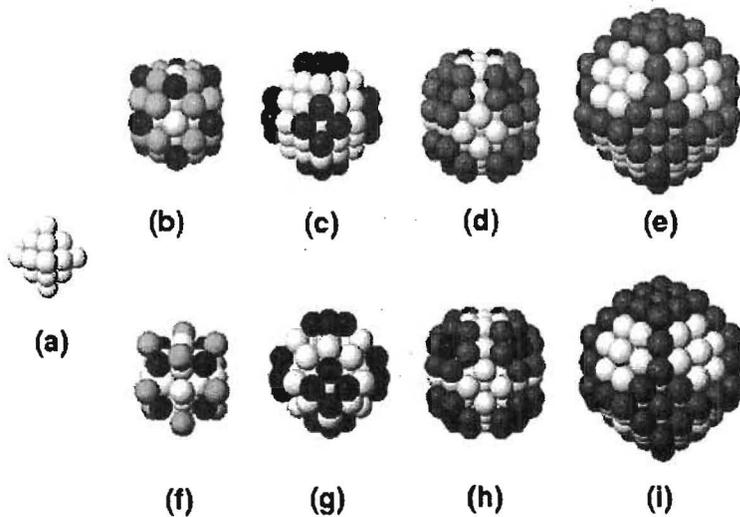


Figura 19. Cúmulos tipo stacking-fault.

Propiedades geométricas de los nanoalambres

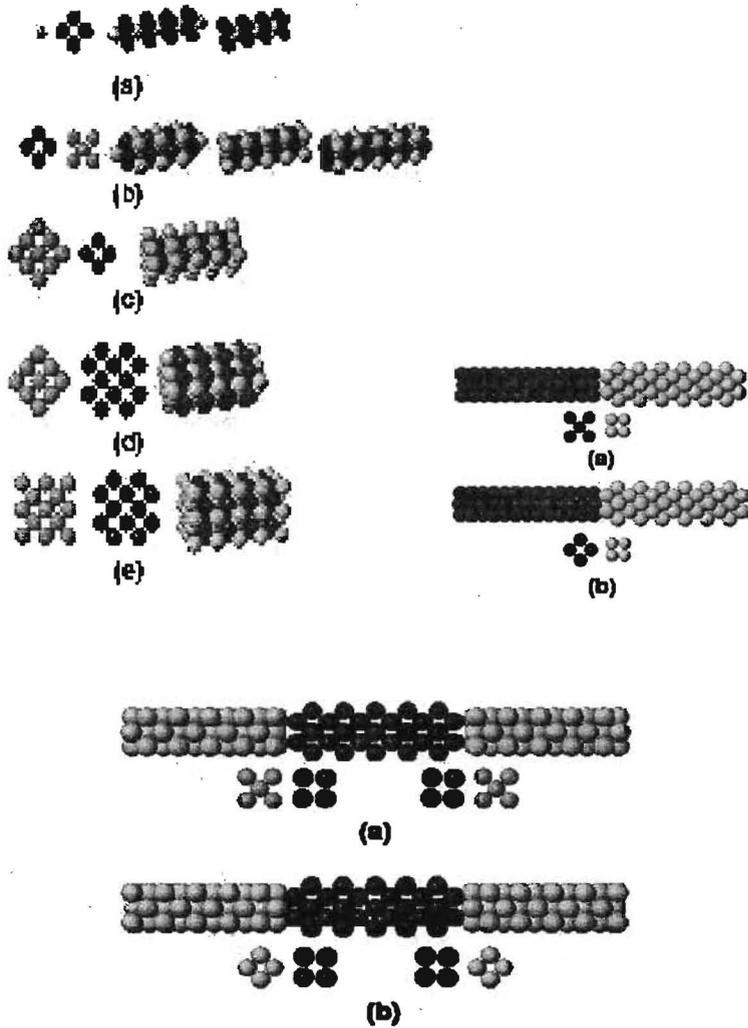


Figura 20. Nanoalambres de varios tipos.

Nanotubos

También se pueden formar nanotubos mezclados [fcc (111) y fcc (111)–hcp₂] y con dimensiones diferentes para diversos usos (Guirado y Montejano 2008).

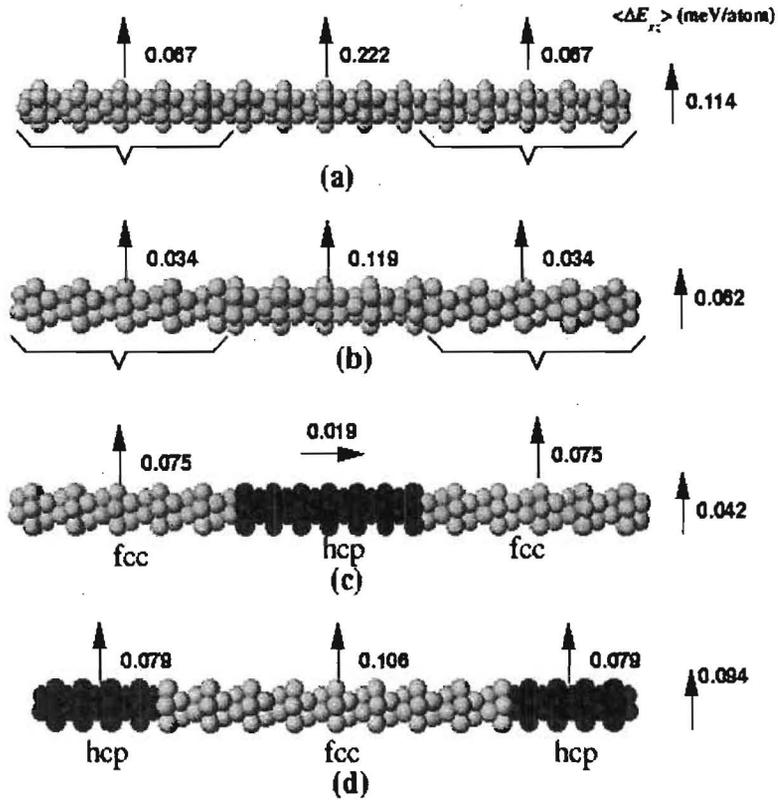


Figura 21. Nanotubos mixtos y de distintas dimensiones.

Simulatem en nanoalambres de cobalto

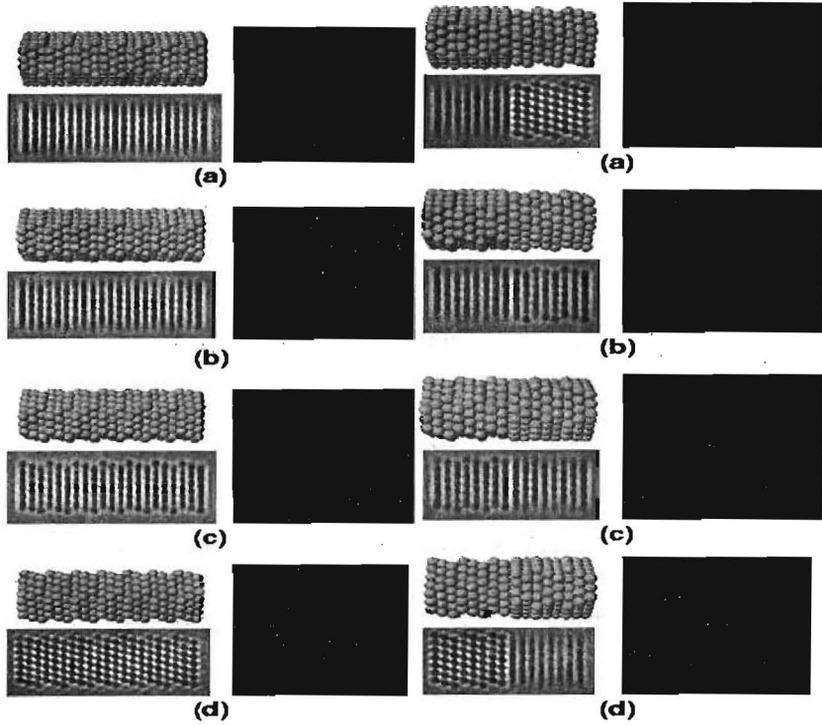


Figura 22. Fcc y fcc rotada.

Simulatem en nanoalambres de cobalto

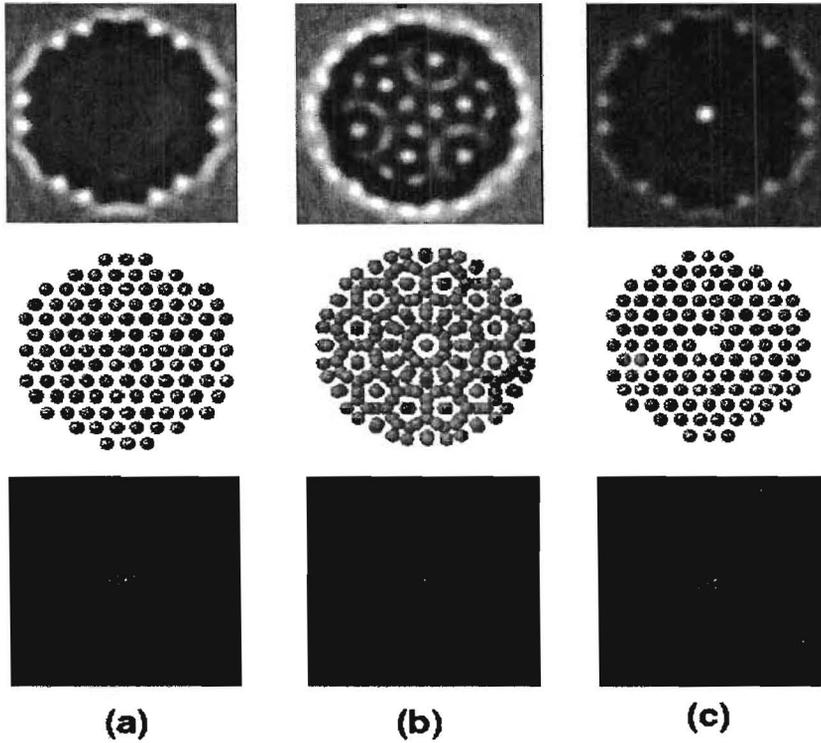


Figura 23. Fcc transversal (a), fcc rotada (b) y un hueco (c).

Chipotes o reconstrucción superficial

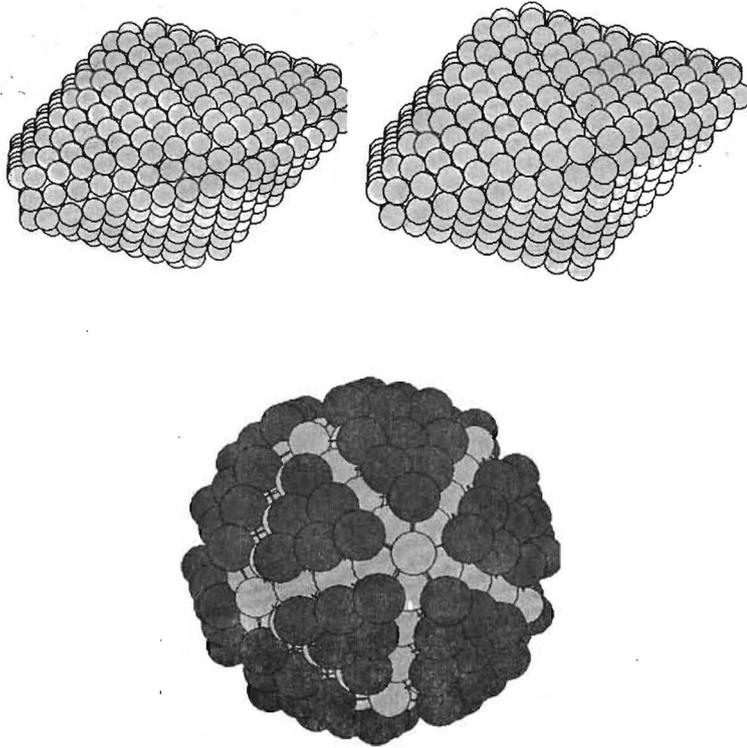


Figura 24. Icosaedro: eliminación de aristas y vértices.

Icosaedro de Chui

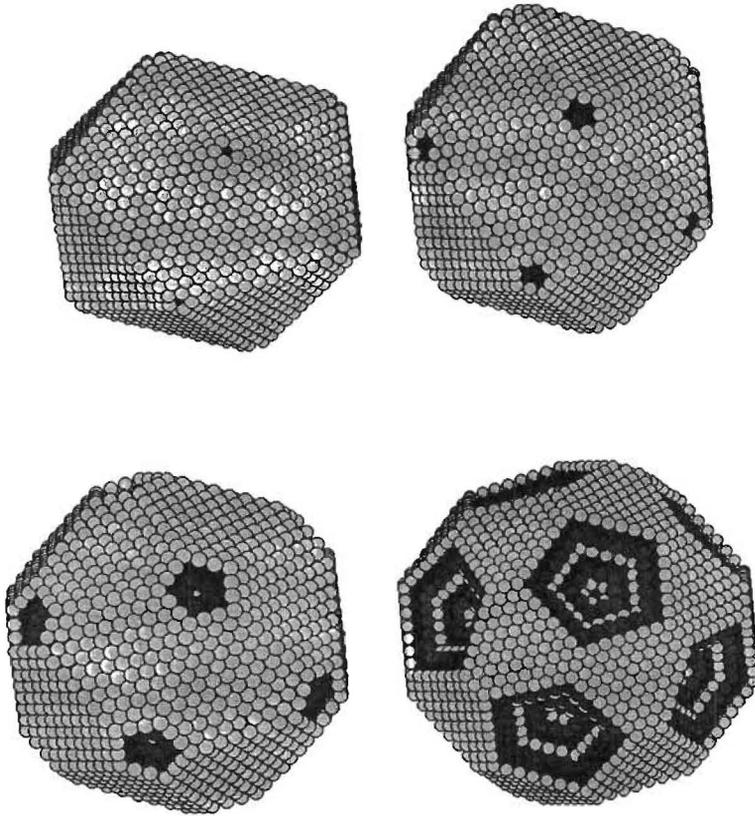


Figura 25. Icosaedro de Chui.

Literatura citada

- Aguilera-Granja F., J.M. Montejano-Carrizales and R.A. Guirado-Lopez. 2007. *Physical Review B* 75. 184435.
- Guirado-López R.A. and J.M. Montejano-Carrizales. 2008. *Physical Review B* 77. 134431.
- Montejano-Carrizales J.M., J.L. Rodríguez-López, C. Gutiérrez-Wing, M. Miki and M. J. Yacamán. 2004. In: H.S. Nalwa (Ed.), *Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology*, American Scientific Publishers, Los Angeles, USA. Vol. 2. pp. 237-282.
- Montejano-Carrizales J.M., J.L. Rodríguez-López, U. Pal, M. Miki-Yoshida and M. José-Yacamán. 2006. *Small* 2: 351-355.
- Reyes-Gasga J., J.L. Elechiguerra, C. Liu, A. Camacho-Bragado, J.M. Montejano-Carrizales and M. Jose Yacamán. 2006. *Journal of Crystal Growth* 286: 162-172.
- Rodríguez-López J.L., J.M. Montejano-Carrizales, U. Pal, J.F. Sánchez-Ramírez, H. Troiani, D. García, M. Miki-Yoshida and M.J. Yacamán. 2004. *Physical Review Letters* 92. 196102.
- Yacamán M.J. *et al.* 2001. *J. Vac .Sci. Technol. B.* 19. 1091.

CARACTERÍSTICAS DE LOS INSECTOS QUE PUEDEN SER ÚTILES A LA NANOTECNOLOGÍA Y A OTRAS CIENCIAS

Enrique Ruíz Cancino y Juana MA. Coronado Blanco

Los insectos presentan características estructurales que les permiten desarrollarse plenamente o sobrevivir en distintos ambientes terrestres y acuáticos. Estas estructuras externas e internas, su biología y fisiología han ido cambiando a través de millones de años de evolución, logrando que los insectos sean, en su conjunto, el grupo de animales más exitoso sobre la Tierra.

A continuación se indican algunas de las actividades de los insectos que pueden tomarse en cuenta para el desarrollo de productos nanotecnológicos o de otros tipos, para beneficio del hombre, de los animales domésticos o del medio ambiente.

El salto

Las pulgas y los chapulines pueden saltar varias veces su longitud. Se podría desarrollar un equipo para facilitar el trabajo de las personas y para deportes.

La natación

Los insectos acuáticos tienen diversas adaptaciones para nadar, incluyendo la forma del cuerpo, dureza del exoesqueleto y las alas, y adaptaciones para respirar y reproducirse. Incluso algunos insectos terrestres poseen habilidades para pasar parte de su ciclo vital en el agua. El hombre

requiere de mejores equipos para nadar y bucear. ¿En algún momento podrá respirar bajo el agua por varias horas?

El vuelo

La capacidad del vuelo es una de las especialidades de los insectos: pueden volar en diversos ángulos y por distancias muy largas (a veces, miles de kilómetros) a pesar de su pequeño tamaño. Los aviones convencionales son muy pesados, habría que pensar en otros aparatos más ligeros, eficientes y menos contaminantes.

Vivir sin tomar agua

Diversas especies de escarabajos que viven en ambientes muy secos pueden hidratar su cuerpo a partir del alimento. Nuestro cuerpo también aprovecha el agua de esa manera pero es muy ineficiente.

Vivir con poca agua

Algunas especies de escarabajos de la familia Tenebrionidae que viven en desiertos tienen el cuerpo liso y sobreviven con la humedad del rocío. El desarrollo de trajes especiales para aprovechar el agua del rocío puede ayudar a sobrevivir por mucho tiempo a la gente y a los animales domésticos en ambientes desérticos.

Sobrevivir en ambientes extremos

Muchos insectos se alimentan en el estiércol de diversos animales o utilizan el sustrato para alojar sus estados inmaduros. El hombre tiene una fuente limitada de alimentos y su cuerpo no le permite aprovechar los residuos.

Las termitas se alimentan de madera, ramas y ramitas de diversas plantas. El cuerpo humano no aprovecha con eficiencia los alimentos con alto contenido de celulosa y no tiene los simbioses que permiten aprovecharla como alimento.

Otros se desarrollan en cañerías y aguas estancadas, en aguas muy saladas o con alta temperatura.

Distintas especies sobreviven con muy poco oxígeno.

Otras especies terrestres sobreviven varios días sumergidas en el agua.

La diapausa es común: los insectos sobreviven el calor o frío extremo al reducir su metabolismo, incluso aún si el cuerpo se congela. El entendimiento de este mecanismo puede servir para la sobrevivencia del humano y de distintos animales.

Alimentarse de materiales contaminados

Pueden comer en distintos sustratos llenos de virus, bacterias u hongos que matarían a los humanos rápidamente. Contrae enfermedades si en ellos viven demasiados microorganismos dañinos para la salud. ¿Cómo proteger al cuerpo de estos patógenos al tomar agua o consumir alimentos contaminados?

Alimentarse de materiales ‘no comestibles’

Las cucarachas, cuando no tienen otra fuente de alimento, pueden comer hasta pasta de dientes. Claro, los niños también la consumen pero la cuestión es cómo digerir estas sustancias y otras que pueden afectar la salud humana.

El camuflaje

Este mecanismo es común: a través de la evolución diversos insectos se parecen a las plantas donde viven, evitando en parte el ataque de los depredadores. Pueden parecer hojas verdes, hojas secas, hojas con hongos, flores, ramitas verdes, ramitas secas. Otras especies parecen excremento de diversas aves. El camuflaje se utiliza en los uniformes del personal militar en muchos países pero pueden desarrollarse mejores diseños y ropas menos gruesas que permitan un mejor desempeño de los soldados.

La resistencia o tolerancia a los insecticidas

Centenares de especies plaga han desarrollado resistencia de varios tipos o tolerancia a uno o más grupos de insecticidas, transmitiendo a su descendencia la capacidad de sobrevivir a dosis muy altas de insecticidas. Algunos mecanismos de detoxificación de insecticidas son similares entre el humano y el insecto. Sin embargo, ellos han desarrollado mejores sistemas que les permiten escapar o aún aprovechar como alimento los venenos que se utilizan para tratar de matarlos.

Lo sonidos

Pueden hacer distintos sonidos con su cuerpo: de alerta, agregación, atracción, etc. El volumen del sonido producido no es proporcional al tamaño del insecto. Ciertamente, el hombre puede hablar o gritar para alertar a sus congéneres del peligro, por ejemplo, pero la idea es que los otros humanos no entiendan esos mismos sonidos. También pueden ser útiles desarrollos en el campo de la electrónica para hacer más eficientes los equipos de sonido.

La comunicación con feromonas

Existen diversos tipos de feromonas: de alarma, agregación, atracción sexual y otras más. El hombre también produce feromonas para atraer al sexo opuesto pero sólo un 5% produce las suficientes para tener éxito. La síntesis de algunas feromonas de atracción sexual de los insectos puede servir para desarrollar perfumes naturales.

Reproducción

El tamaño y la corta duración de vida permite a los insectos dar origen hasta algunos miles de descendientes por pareja. La Tierra no necesita más humanos pero la cría masiva e industrial de diversas especies de insectos ayudará a resolver el problema de la carencia de proteínas y otros nutrientes en la población humana.

«Venenos» y otras sustancias

En especial las abejas, las avispa y las hormigas producen diversas sustancias que utilizan para su defensa o sobrevivencia. En algunas avispa, el veneno sirve para mantener frescas a las presas mientras su descendencia se alimenta de ellas. Pueden desarrollarse conservadores de carne o de otros alimentos con alto porcentaje de proteínas. Otro uso es en el sector salud, por ejemplo, el veneno de la abeja *Apis mellifera* L. se utiliza desde hace algunos años en tratamientos contra la ceguera.

Conclusiones

Algunas estructuras de los insectos ya están siendo utilizadas como base para desarrollar productos nanotecnológicos o de otros tipos. Los insectos mismos están siendo utilizados en aspectos de la seguridad nacional.

Muchas otras estructuras y sustancias podrán ser usadas en un futuro próximo o a mediano plazo para mejorar la vida humana y el medio ambiente.

Literatura utilizada

Ruíz C.E. 1999. ¿Qué animal come hasta pasta de dientes? ¡Descúbralo y combátalo! Revista de la Universidad Autónoma de Tamaulipas 67: 60-64.

Ruíz C.E. y J.M. Coronado B. 1998. ¿Cómo se defienden las abejas, hormigas y avispa sociales? Revista de la Universidad Autónoma de Tamaulipas 62: 42-47.

Triplehorn C. A. and N. F. Johnson. 2005. Borror and DeLong's introduction to the study of insects. 7th edition. Thomson. USA. 864 pp.

Este libro se terminó de imprimir en octubre de 2010
en los talleres de Impresos Gráficos Alemán,
J. Núñez de Cáceres y Blvd. Praxedis Balboa núm. 349,
Colonia Guadalupe Mainero,
Ciudad Victoria, Tamaulipas, 87100, México.
Tel.: 834 312 39 08.

