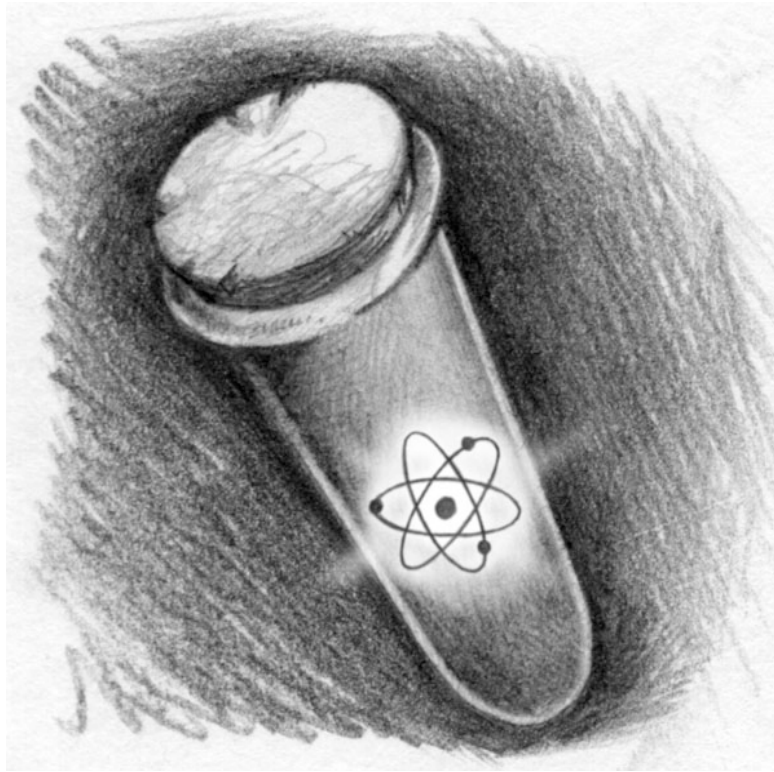


MANUAL DE BOLSILLO
EN
TECNOLOGÍAS NANOESCALARES
Y LA “TEORÍA DEL *LITTLE BANG*”



etc group
grupo de acción sobre erosión, tecnología y concentración

www.etcgroup.org

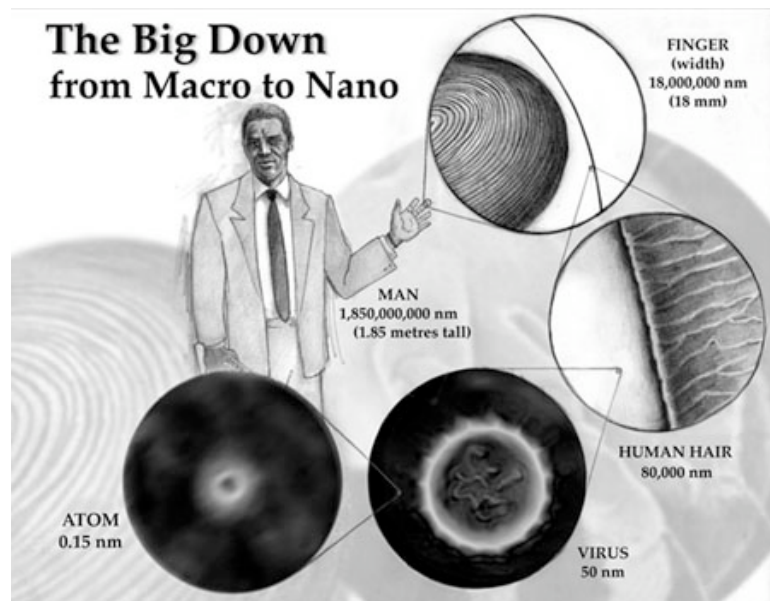
Junio de 2005

Imagen de la cubierta e imágenes de páginas 1, 7, 9, 11 y 16
por Reymond Pagé. Nano tubo en la página 12 de
<http://www.ncnrt.nist.gov/staff/taner/nanotuber/types.html>
Buckyball en la página 13,
<http://www77www.uni-uisburg.de/wwwtips/Fullerene.jpg>

MANUAL DE BOLSILLO EN TECNOLOGÍAS NANOESCALARES ...Y LA “TEORÍA DEL LITTLE BANG”

¿QUÉ ES LA NANOTECNOLOGÍA?

Nanotecnología se refiere a un conjunto de técnicas que se utilizan para manipular la materia en la escala de los átomos y las moléculas. “Nano” es una medida, no un objeto. Cuando decimos “biotecnología”, sabemos que se refiere a la manipulación de la vida, *bios*, a diferencia de cuando decimos nanotecnología, pues estamos refiriéndonos solamente a una escala. Un nanómetro (nm) equivale a la millonésima parte de un milímetro. Un cabello humano mide aproximadamente 80 mil nanómetros de grosor. Diez átomos de hidrógeno, alineados uno tras otro, tienen el largo de un nanómetro. Una molécula de ADN mide aproximadamente 2.5 nanómetros de ancho. En comparación, un glóbulo rojo es enorme: mide unos 5,000 nanómetros de diámetro. Todo en la nano escala es invisible a simple vista, e incluso para los microscopios más poderosos.



Para comprender los alcances y el potencial de la nanotecnología es clave saber que en la nano escala (por debajo de los 100 nanómetros) las propiedades de un material cambian drásticamente. A esos cambios inesperados se les llama “efectos cuánticos”. Al reducir el tamaño sin cambiar la sustancia, los materiales presentan nuevas propiedades como conductividad eléctrica, elasticidad, mayor resistencia, cambio de color y mayor reactividad —características que las mismas sustancias no presentan en escalas mayores (micro o macro).

Por ejemplo:

- El carbono en la forma de grafito (como en los lápices) es muy suave y maleable, pero en la nano escala puede ser más fuerte que el acero y seis veces más ligero.
- El óxido de zinc generalmente aparece blanco y opaco, pero en la nano escala se vuelve transparente.
- El aluminio — del que están hechos los envases de varias bebidas— presenta combustión espontánea en la nano escala y por eso podría usarse como combustible para los cohetes.¹

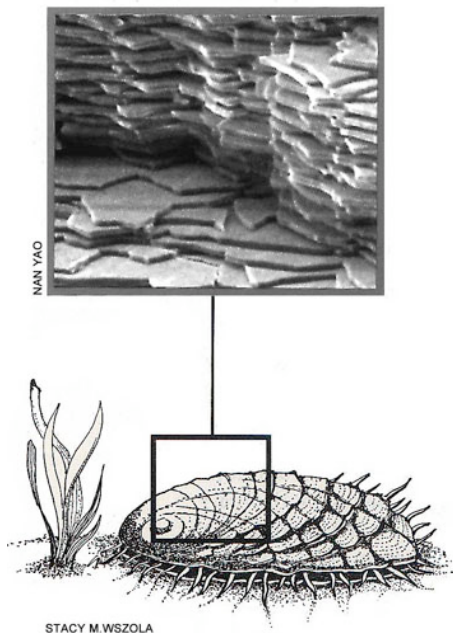
LAS TECNOLOGÍAS DE LO PEQUEÑO TENDRÁN IMPACTOS TITÁNICOS EN LA ECONOMÍA MUNDIAL

1. **Cambios cuánticos:** En la nano escala, donde rigen las leyes de la física cuántica, las sustancias ordinarias pueden presentar nuevas propiedades, como resistencia extraordinaria, cambios de color, incremento de la reactividad química o conductividad eléctrica, características que las mismas sustancias no tienen en escalas mayores. Los nuevos materiales pueden ofrecer nuevas opciones de materias primas para la industria y podrían trastornar por completo los mercados tradicionales.
2. **Cambios cuantitativos:** Con nanotecnología se pueden fabricar cosas “de abajo hacia arriba”. Los átomos y las moléculas son los ladrillos de todo, desde un automóvil hasta un edificio. Al usar nanotecnología para fabricar “desde abajo” y evitar el procesamiento de materias primas, la *cantidad* requerida de éstas se puede reducir drásticamente.
3. **Cambios cualitativos:** La fusión entre la materia viva y la no viva en la nano escala, junto con el ensamblaje desde el nivel nanoscópico implica que haya nuevas plataformas de manufactura industrial que podrían ocasionar que la geografía, las materias primas tradicionales e incluso la fuerza de trabajo se volvieran irrelevantes.

Nuestra meta para los próximos treinta años es tener un control tan exquisito sobre la genética de los sistemas vivos que en vez de sembrar un árbol, cortarlo, y fabricar una mesa con él, seamos capaces de hacer que la mesa crezca directamente. – Rodney Brooks, director del área de inteligencia artificial del MIT

Los científicos están explotando los cambios en las propiedades de los materiales en la nano escala para crear nuevos materiales y modificar los que ya existen, y las empresas están fabricando nano partículas (elementos individuales o compuestos químicos con tamaño menor a los 100 nm), para usarlas en cientos de productos comerciales.

La “materia prima” de la nanotecnología son los elementos químicos de la Tabla Periódica, que son los *ladrillos de todo* lo existente, tanto vivo como no vivo. Las herramientas y procesos de la nanotecnología pueden aplicarse prácticamente a cualquier mercancía que se fabrique en cualquier sector de la industria, y por eso la National Science Foundation, NSF (Fundación Nacional para la Ciencia en Estados Unidos) predice que la nanotecnología alcanzará un valor en el mercado de un billón de dólares para el 2011 o 2012.² Con tecnologías de nano escala se están fabricando computadoras más rápidas, fármacos dirigidos a células específicas, nuevos catalizadores químicos muy poderosos, (para el procesamiento del petróleo), sensores que monitorean todo el proceso agrícola desde la siembra y crecimiento del cultivo al cliente que lo compra; se están manufacturando materiales más fuertes, más ligeros, más inteligentes, más durables, etc. Las nanotecnologías están destinadas a convertirse en la plataforma estratégica para el control global de la producción industrial, la alimentación, la agricultura y la salud en los próximos años.



Capas de una concha de abulón, vistas a través de un microscopio de barrido electrónico. El carbonato de calcio nano estructurado –lo mismo que la tiza– es prácticamente impenetrable.

¿QUÉ SIGNIFICA LA OLA NANOTECNOLÓGICA PARA EL SUR?

Haciendo olas: Las técnicas y procesos de nano escala se perfilan como la ola tecnológica más enorme nunca vista, y su turbulencia tiene implicaciones sociales gravísimas, especialmente en el Sur. Los nuevos materiales diseñados con nanotecnologías podrían eliminar el comercio y las formas de supervivencia de las comunidades más pobres y los trabajadores más vulnerables, que no cuentan con la flexibilidad económica para responder a las demandas repentinas de nuevas habilidades y materias primas.

Un informe de 2004 de Lux Research Inc, (consultoría de analistas industriales), enfatiza el potencial de la nanotecnología para “transformar la venta de acciones, las cadenas de proveedores y las ocupaciones prácticamente en todos los sectores industriales.” Si un nuevo material diseñado con técnicas de nano ingeniería supera al material convencional y puede producirse a bajo costo, este nano material podría reemplazar la materia convencional. Por ejemplo, la National Aeronautics and Space Administration de Estados Unidos (la NASA) invirtió 11 millones de dólares en desarrollar “alambres cuánticos” a partir de nano tubos de carbono para sustituir los tradicionales alambres de cobre.³ Si bien es muy pronto para señalar con certeza qué mercancías o qué tipo de trabajadores serán afectados y en cuánto tiempo, las naciones que más dependen de las exportaciones de recursos naturales o productos agrícolas son las que sufrirán los impactos más graves.

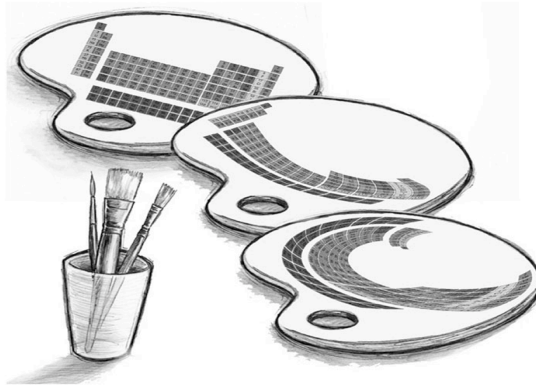
“Así como la Revolución Industrial Británica desterró del negocio a los tejedores e hilanderos manuales, la nanotecnología provocará la bancarrota de muchas industrias y compañías multimillonarias.” – Lux Research, Inc. The Nanotech Report 2004

Hay quienes predicen que la nanotecnología detonará una utopía económica y cultural de abundancia material, desarrollo sustentable y ganancias. La historia de las olas tecnológicas sugiere lo contrario: las más importantes tecnologías nuevas, al menos en un principio, desestabilizan a los pueblos marginados mientras que los ricos pueden prepararse, manipular y colocarse en la cresta de la ola. Tienen la flexibilidad económica para permanecer en su abundancia mientras los que de por sí están luchando por sobrevivir se ahogan junto con la economía obsoleta.

Por ejemplo el caucho: La industria está diseñando nano partículas para fortalecer y extender la vida de los neumáticos de los automóviles y crear nuevos materiales que pudieran sustituir el caucho natural. La demanda de caucho natural podría desplomarse con consecuencias devastadoras para millones de campesinos productores de caucho y para las economías nacionales de Tailandia, India, Malasia e Indonesia. No defendemos aquí un estado de cosas que está lejos de ser el mejor, sino que apelamos a que todas las sociedades estén bien preparadas para los cambios.

Consideremos el algodón: Las fibras naturales como el algodón —y los agricultores que lo siembran— también son vulnerables. Uno de productos de la nanotecnología a punto de salir al mercado es una fibra sintética que tiene la misma textura que el algodón, pero es mucho más resistente. ¿Qué significarán las fibras hechas con nanotecnología para los 100 millones de familias en todo el mundo que sobreviven de la producción de algodón? El valor de la producción mundial de algodón fue de 24 mil millones de dólares en 2003. Treinta y cinco de los cincuenta y tres países africanos producen algodón, y veintidós lo exportan.

¿Una tecnología neutral? Hay quien opina que en un contexto justo y razonable, la nanotecnología podría traer beneficios a los desposeídos o algún beneficio ambiental por la sustitución de algunos materiales convencionales con nuevos nano materiales.



Los investigadores quieren explotar los elementos de la Tabla Periódica de la misma forma que un pintor usa la paleta de pigmentos. La meta es crear nuevos materiales y modificar los que ya existen.

“La nueva riqueza que se acumula en un extremo nunca alcanza a balancear la pobreza que se extiende en el otro... los ricos se vuelven más ricos con arrogancia, y los desposeído se vuelven más pobres aún, sin tener nada que ver en el asunto.” – Carlota Pérez, investigadora visitante, Cambridge University, escritos sobre revoluciones tecnológicas.

Pero en un mundo donde prevalecen la privatización de la ciencia y la concentración corporativa sin precedentes, la democracia, los derechos humanos y la soberanía de las naciones están muy amenazados. La codicia de patentes sobre productos y procesos nanotecnológicos puede llevar a que se formen mega monopolios sobre los elementos químicos que son los bloques constructores de todo el mundo natural. Si continúan las tendencias actuales, las tecnologías de nano escala harán que se concentre aún más el poder económico en las manos de las corporaciones multinacionales. ¿Cuántas posibilidades hay verdaderamente de que los desposeídos se beneficien de una tecnología que está fuera de su control?

¿Quiénes participan? Las inversiones en nanotecnología alrededor del mundo —tanto del sector público como privado— fueron de aproximadamente 8, 600 millones de dólares en 2004. Prácticamente todas las 500 compañías más exitosas mencionadas por *Fortune* (Fortune 500) tienen inversiones en investigación y desarrollo de nanotecnología junto con cientos de pequeñas compañías que inician en el ramo. Europa, Japón y Estados Unidos tienen la mayor parte de inversiones por parte de sus gobiernos, con Japón ligeramente delante de los otros dos. El gobierno de Estados Unidos gasta en nanotecnología unos mil millones de dólares por año, la inversión científica más grande financiada públicamente desde el lanzamiento del Apolo a la luna.⁴ (En 2004, el gobierno de Estados Unidos asignó al Departamento de Defensa todo el dinero destinado a desarrollos nanotecnológicos). Al menos 35 países tienen algún tipo de programa nacional de investigación sobre nanotecnología. Según uno de los observadores de la industria, hay más científicos trabajando en nanotecnología en el área de Beijing que en toda Europa Occidental, a un costo veinte veces menor.

¿QUIÉN TIENE EL CONTROL?

Recordemos que casi tan rápido como los científicos encontraron la manera de *manipular* la vida a través de la ingeniería genética, las corporaciones

encontraron la forma de *monopolizarla*. En 1960 se sentó un precedente muy peligroso cuando un ganador del Premio Nóbel de física “inventó” el *Americium* (elemento número 95 en la Tabla Periódica) y obtuvo por ello la patente US # 3,156,523. Solamente en Estados Unidos, la cantidad de patentes otorgadas cada año por productos y procesos de nano escala se ha triplicado desde 1996.⁵ La codicia que hay por poseer patentes de nanotecnología recuerda el furor que hubo por la biotecnología —“es como biotecnología con esteroides” en palabras de un abogado de patentes.⁶ Está en juego el control de los elementos para la construcción y las herramientas de nano escala que cruzan todos los sectores industriales, desde la electrónica, la energía, la minería y la defensa hasta el diseño de nuevos materiales, fármacos e insumos agrícolas. Como lo plantea el *Wall St. Journal*, “las compañías dueñas de las primeras patentes de nanotecnología podrían exigir a gran cantidad de industrias que les pagaran regalías.”⁷



“Es un proyecto pequeño... de hecho es un proyecto ¡pequeñitititititto!

“Es verdad que uno no puede patentar un elemento encontrado en su forma natural, sin embargo, si se crea una forma pura que tenga usos industriales –por ejemplo, el neón— con toda seguridad se puede obtener una patente” – Lila Feisee, directora de relaciones con gobiernos y propiedad intelectual de la Biotechnology Industry Organization⁸
“Lo que se reclama es el Elemento 95” —de la patente de Glenn Seaborg, US # 3,156,523, otorgada el 10 de noviembre de 1964 – la descripción más breve de una patente de la que se tenga noticia.

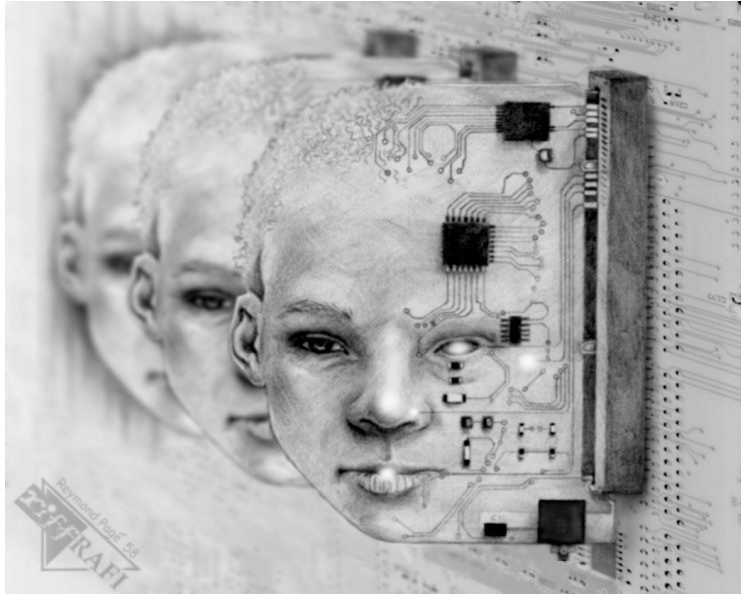
QUÉ SON LAS TECNOLOGÍAS CONVERGENTES Y CÓMO RESULTAN EN LO QUE LLAMAMOS “BANG”

El verdadero poder de las ciencias de lo nanoscópico reside en la convergencia de diversas tecnologías como la biotecnología, las ciencias cognitivas, la informática, la robótica, etc., donde la llave maestra es la nanotecnología. La lógica detrás de la convergencia se entiende si pensamos que los ladrillos de toda la materia, fundamentales para todas las ciencias, se originan en la nano escala.⁹

Los científicos y los gobiernos en Estados Unidos y Europa tienen ya una estrategia para fusionar las ciencias basada en “la unidad de la materia en la nano escala”: puesto que todos los materiales y todos los procesos operan de abajo hacia arriba (comenzando por el ensamblaje de átomos para formar moléculas y después estructuras mayores), los que están a favor de la convergencia piensan que pueden controlar los eventos en la macro escala si manipulan los eventos en la nano escala¹⁰. Según esta visión, literalmente reduccionista, cada sustancia, así como cada sistema biológico o cultural, es resultado de procesos que operan en diferentes niveles.

¡BANG! Disparo atómico. El Grupo ETC usa el término “BANG” para describir la estrategia de la convergencia. **Bits, Átomos, Neuronas y Genes** conforman lo que llamamos la “teoría del *little BANG*”—jugando con el nombre de la teoría del Big Bang—, el delirio tecnológico de controlar toda la materia, la vida y el conocimiento.

Tecnología de la información	controla	Bits
Nanotecnología	Controla y manipula	Átomos
Ciencias Cognitivas	Posibilitan el control de la mente al manipular	Neuronas
Biotecnología	Controla y manipula la vida, diseñando	Genes



Según la teoría del *little BANG*, las neuronas podrán ser rediseñadas de modo que nuestras mentes puedan “hablar” directamente a las computadoras o a los miembros artificiales; los virus podrán rediseñarse para que se desempeñen como máquinas o, potencialmente, como armas; las redes de cómputo se podrán fusionar con las redes biológicas para desarrollar inteligencia artificial o sistemas de espionaje. Según el gobierno de Estados Unidos, la convergencia tecnológica “mejorará el desempeño humano” en el trabajo, en los deportes, el salón de clase y el campo de batalla.

Si el gobierno de Estados Unidos materializa su objetivo de mejorar el desempeño humano, se profundizará aún más el abismo que hay entre los que pueden “mejorarse” a través de la convergencia tecnológica y los que se quedarán igual, ya sea porque así lo deciden o porque no tienen cómo acceder al mejoramiento. Como la mercadotecnia en torno a BANG está modificando el concepto de lo “normal”, tendremos que comenzar a jugar a las carreras o nos quedaremos al último. Cualquiera que sean los beneficios de BANG, no serán baratos o accesibles a todos. ¿Qué pasará con las personas “no mejoradas”? ¿El mejoramiento físico se planteará como una obligación por ley? En 2004, por ejemplo, un juzgado de Estados Unidos ordenó que los funcionarios de una cárcel medicaran por la fuerza a un prisionero enfermo condenado a muerte, para que estuviera lo suficientemente sano para su ejecución.¹¹ En un mundo donde el “mejoramiento” humano se convierta en un imperativo tecnológico, los derechos de los discapacitados se erosionarán todavía más y la discapacidad será percibida como un reto tecnológico en vez asumirla como un problema de

justicia social. ¿Cuánto tiempo pasará antes de que la diversidad de opiniones políticas se considere también un defecto corregible?

*“Mucho de lo que fabricamos ahora será cultivado en el futuro, usaremos organismos diseñados con ingeniería genética y la manipulación de moléculas mediante control digital. Nuestros cuerpos y el material en nuestras fábricas serán lo mismo... comenzaremos a vernos a nosotros mismos como parte de la infraestructura de la industria.” – Rodney Brooks, director del laboratorio de inteligencia artificial en el MIT, Massachusetts Institute of Technology.*¹²

LA VIDA EN TIEMPOS DE LA NANOTECNOLOGÍA

La biología sintética es a la construcción en laboratorio de nuevas formas de vida que pueden programarse para desempeñar tareas específicas. Cuando se habla de programación y funcionamiento de “máquinas vivas”, los científicos se refieren a la integración de partes vivas y no vivas mediante nanotecnología. Esto se conoce también como *nanobiotecnología*.

Fabricando vida: Los nanobiotecnólogos quieren darle uso industrial a la plataforma de manufactura de la naturaleza porque se reproduce a sí misma. Ya construyen máquinas biológicas —o híbridas— con materia biológica y no biológica, comenzando desde el nivel nanoscópico. Las implicaciones son impactantes: no solo hablamos de nuevas especies y nueva biodiversidad, sino de formas de vida controladas por humanos y que se reproducen a sí mismas.

- Se están creando circuitos electrónicos a partir de cloroplastos de proteínas de espinacas —lo que ha dado como resultado la primera celda solar fotosintética en estado sólido.¹³
- El ingeniero Carlo Montemagno inventó un artefacto de menos de un milímetro de largo a partir de células de corazón de rata combinadas con silicón.¹⁴ El tejido muscular que crece en el “esqueleto robótico” del artefacto, permite que tenga movimiento, y los investigadores piensan que algún día podría servir como fuente de energía para chips de computadora. Montemagno describe sus creaciones como “completamente vivas... las células de hecho crecen, se multiplican y ensamblan, formando ellas mismas la estructura.”¹⁵

- Científicos que trabajan en nuevos materiales modificaron genéticamente el ADN de virus y los indujeron para que “cultivaran” pequeños alambres inorgánicos que algún día servirán como circuitos en componentes electrónicos de alta velocidad.¹⁶
- Con financiamiento del Departamento de Energía de Estados Unidos, el Institute for Biological Energy Alternatives de Craig Venter está construyendo un nuevo tipo de bacteria con ADN hecho en laboratorio. Su meta es construir organismos sintéticos que puedan programarse para producir hidrógeno o que puedan usarse en el ambiente para capturar dióxido de carbono.¹⁷

A la luz de los impresionantes avances en el campo de la biología sintética, las posibilidades de “abuso o desastre involuntario” son enormes.¹⁸ En enero de 2005 los científicos develaron una nueva técnica, automatizada para sintetizar con mayor rapidez grandes moléculas de ADN.¹⁹ Sin embargo, los investigadores advierten que este revolucionario avance para sintetizar ADN también permitirá la síntesis rápida de cualquier genoma pequeño, incluyendo el del virus de la viruela u otros patógenos peligrosos que pudieran usarse para bioterrorismo.

“Si los biólogos están verdaderamente obstinados en sintetizar nuevas formas de vida, las posibilidades de abuso o desastre involuntario son enormes.” – Philip Ball, Nature, 7 de octubre de 2004.

La plaga verde: El objetivo de controlar la vida es poder crear nuevos sistemas vivos que sean más poderosos que la vida “natural”.



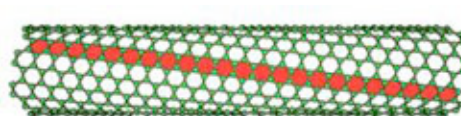
Los gobiernos no han podido elaborar regulaciones que tomen en cuenta las propiedades únicas de los materiales de nano escala.

Por ejemplo la bacteria *E. Coli* rediseñada podría hacerse cargo de los derrames de petróleo; las puertas de automóviles fabricadas con polímeros nanobiotecnológicos que incrustan proteínas podrían auto repararse después de una colisión. Se podrían inventar plantas muy duras para que no las muerdan las plagas, o pieles que retarden la acción del fuego. Las posibilidades son infinitas. El plan, por supuesto, es que esas nuevas creaciones serán controladas estrictamente por sus creadores. Pero, ¿qué ocurriría si las nuevas formas de vida creadas con nanobiotecnología, especialmente las diseñadas para funcionar de forma autónoma en el ambiente, resultan difíciles de controlar o contener? Si bien la posibilidad de la “plaga gris” (nano robots auto replicantes que salen de control y desestabilizaban el ecosistema global) acaparó los encabezados en los medios, la verdadera amenaza consiste en que la fusión de materia viva y no viva resulte en productos y organismos híbridos que no sean fáciles de controlar y se comporten de formas impredecibles. Ese es el espectro de la plaga verde.

¿QUÉ SIGNIFICA LA NANOTECNOLOGÍA PARA LA SALUD HUMANA, LA SEGURIDAD Y EL AMBIENTE?

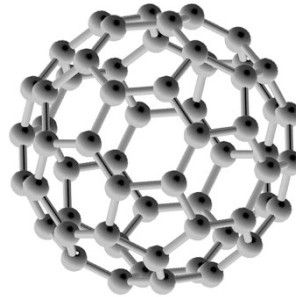
Inescrutable e impredecible: Los gobiernos, la industria y las instituciones científicas permitieron ya que los productos de nanotecnología salieran al mercado en ausencia total de debate público o marcos regulatorios. Aproximadamente 475 productos que contienen nano partículas invisibles, no reguladas y sin etiqueta ya se pueden adquirir en el mercado (incluyendo productos comestibles, pesticidas, cosméticos, bloqueadores de sol y otros).²⁰ Y miles más se encuentran a punto de lanzarse. Mientras tanto, ningún gobierno ha trabajado en un régimen regulatorio especial para las partículas de nano escala o que considere los impactos sociales de lo invisiblemente pequeño.

Los nano tubos de carbono son las “moléculas milagrosas de la nanotecnología”, más fuertes que el acero pero



seis veces más ligeras, y, dependiendo de cómo se produzcan, pueden ser semi conductores o aislantes.

Las buckyballs son nano esferas huecas de carbono puro. Se ha comprobado que pueden ser dañinas para el ambiente.



Hay muy pocos estudios toxicológicos sobre las nano partículas manufacturadas, pero ya podemos deducir que las partículas de nano escala son más tóxicas que partículas más grandes del mismo compuesto debido a su movilidad y su mayor reactividad.²¹ Esto plantea serias preocupaciones de salud porque las nano partículas pueden burlar a los guardias del sistema inmunológico, cruzar membranas protectoras como la piel, la barrera de sangre del cerebro o incluso la placenta. Los resultados de estudios toxicológicos recientes sobre los impactos ambientales de las nano partículas son muy alarmantes:

- En julio de 2004 se encontró que las moléculas de carbono en nano escala (conocidas también como buckyballs) pueden causar daño cerebral en los peces en poco tiempo.²²
- En 2005, investigadores de la NASA informaron que ratones expuestos vía aérea a nano tubos de carbono comercialmente disponibles presentaron importantes daños cerebrales.²³ (Los investigadores indicaron que la dosis de nano tubos a la que fueron expuestos los ratones era prácticamente la misma a la que están expuestos los trabajadores en un periodo de 17 días). En otro estudio publicado en 2005, investigadores en el US National Institute of Occupational Safety and Health reportaron daño sustancial en el ADN del corazón y las arterias aorta de roedores expuestos a nano tubos de carbono.²⁴
- En 2005 investigadores de la University of Rochester (USA) demostraron que conejos que inhalaban buckyballs incrementaron su tendencia a la formación de coágulos sanguíneos.²⁵
- Otros estudios muestran que las nano partículas pueden fluir inesperadamente por los suelos y que pueden arrastrar otras sustancias junto con ellas.

LA LECCIÓN MÁS IMPORTANTE DE LA NANOTECNOLOGÍA:

¡EL TAMAÑO SÍ IMPORTA!

- Por debajo de los 100 nanómetros la física cuántica transforma las propiedades de los elementos y los compuestos comunes. Propiedades como fuerza, elasticidad, conductividad y color pueden cambiar — incluso constantemente— entre más pequeña sea la partícula.
- Las nano partículas muestran diferente toxicidad a la que tiene la misma sustancia en versiones mayores. Ese es un peligro real, puesto que las nano partículas pueden introducirse fácilmente en el cuerpo y burlar el sistema inmunológico. Cuando miden 70 nanómetros, las partículas pueden escabullirse con toda facilidad en el tejido de los riñones; un partícula de 50 nm puede atravesar la membrana celular. Partículas de 30 nm pueden cruzar la barrera de sangre del cerebro.

Algunos gobiernos y científicos están aceptando de manera tardía los enormes riesgos para la salud, la seguridad y el ambiente que presentan las nano partículas. Dada la falta de información, algunos expertos recomiendan que la liberación al ambiente de nano partículas manufacturadas se reduzca al mínimo o que se prohíba:

“La liberación de nano partículas debe restringirse debido a los posibles efectos sobre el ambiente y la salud humana.” — *Nanotechnology and Regulation within the framework of the Precautionary Principle*, reporte final del ITRE, Comité del Parlamento Europeo, febrero de 2004.

“Hasta que se sepa más acerca de su impacto ambiental, estamos en la disposición de evitar en lo posible la liberación de nano partículas y nano tubos. Específicamente recomendamos como medida de precaución que las fábricas y laboratorios traten a las nano partículas manufacturadas como si fueran desechos peligrosos y que se prohíba el uso de nano partículas en aplicaciones ambientales como la remediación de los mantos freáticos.” – Royal Society y Royal Academy of Engineering, *Nanoscience and Nanotechnologies: Opportunities and Uncertainties*, julio de 2004.

¿CÓMO PUEDE AFECTAR LA NANOTECNOLOGÍA LOS DERECHOS HUMANOS?

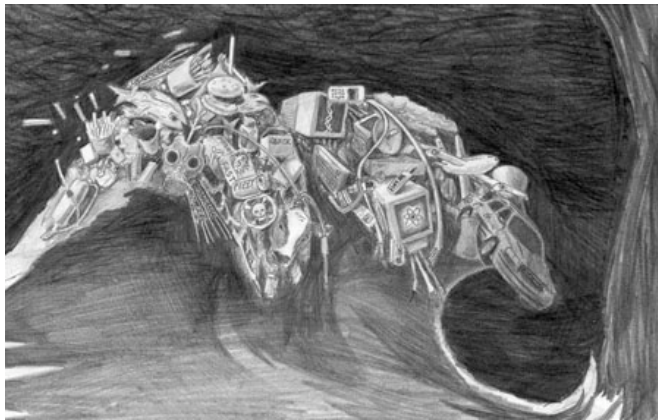
Manipulaciones precisas a nivel molecular producirán materiales más ligeros, resistentes, sensores más precisos y ubicuos y computadoras más pequeñas y más eficientes energéticamente. Estos productos se están desarrollando al mismo tiempo tanto para usos civiles como militares. Los expertos predicen que la nanotecnología cambiará más que la invención de la pólvora la forma en que se libran las guerras.²⁶ Con la convergencia BANG se producirán soldados con cuerpos y cerebros “mejorados.” Ello también llevará al desarrollo de armas químicas y biológicas que serán más invasivas, más difíciles de detectar y virtualmente imposibles de combatir. Las cualidades invasivas e invisibles de los sensores y artefactos de nano escala podrían convertirlos en herramientas extremadamente poderosas para la represión —lo cual implicaría una terrible amenaza para la democracia, la diversidad de opiniones y los derechos humanos fundamentales.

LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS NO SUSTITUYEN POLÍTICAS SOCIALES SANAS Y EFECTIVAS

Como las antiguas promesas que hicieran los promotores de la tecnología nuclear, la química y la biotecnología, los entusiastas de la nanotecnología nos prometen ahora el cielo en la Tierra: que se resolverán los problemas de hambre y pobreza, se hallará la cura del cáncer y se limpiará el ambiente. Otros científicos señalan que las tecnologías de nano escala podrían ayudar a diagnosticar enfermedades de los humanos y de los cultivos de manera más barata y mejor, y que se podría mejorar la calidad de la purificación del agua y la eficiencia de celdas solares, reducir la demanda de materias primas, incrementar el reciclaje de materiales, y bajar drásticamente los costos de transporte y energía. Pero incluso si podemos diagnosticar mejor las enfermedades, ¿acaso la investigación financiada por las empresas se enfocará en los problemas de los desposeídos y los fármacos patentados serán accesibles a todos?

“La nanotecnología es un ‘multiplicador de fuerzas.’ Nos hará más veloces y más fuertes en el campo de batalla.” – Clifford Lau, consejero científico de primer nivel en la oficina de investigación básica del Pentágono. 19 de abril de 2004²⁷

La verdad simple es que las nuevas tecnologías no pueden resolver viejas injusticias. La globalización —entendida como la red actual de sistemas de comercio, financieros y de patentes— asegura que el control de las nuevas tecnologías permanecerá en manos de los ricos. Los regímenes de propiedad intelectual y los oligopolios de mercado, junto con la complicidad de los gobiernos siempre han logrado imponer qué tipo de tecnologías salen al público y a qué intereses sirven.



¿PODREMOS EVITAR EL NAUFRAGIO AUNQUE NO DETENGAMOS LAS OLAS?

El Grupo ETC propone los siguientes puntos para iniciar la acción y el debate en torno a la nanotecnología:

- En primer lugar, la sociedad en su conjunto – incluyendo organizaciones y movimientos sociales— debe comprometerse en debatir ampliamente la nanotecnología y sus múltiples implicaciones para la salud y el ambiente. Entre otras cuestiones, el movimiento por los derechos de los discapacitados debe jugar un papel crítico y participar de manera clave en todos los niveles del debate.
- El Grupo ETC ha llamado a una moratoria sobre la investigación de nanotecnología y la liberación de nuevos productos comerciales hasta que se establezcan protocolos de laboratorio y regímenes regulatorios para proteger a los trabajadores y los consumidores y hasta que se demuestre que esos materiales son seguros. Mientras tanto, todos los

productos para alimentación humana y animal, las bebidas, bloqueadores de sol y cosméticos que contienen nano partículas manufacturadas deben retirarse de los anaqueles.

- Los gobiernos también deben establecer una moratoria sobre los experimentos en laboratorio y sobre la liberación de materiales producidos con biología sintética hasta que la sociedad se pueda comprometer a un análisis exhaustivo de los impactos que pueden tener en la salud, el ambiente y la economía.
- Cualquier esfuerzo de los gobiernos y la industria para confinar las discusiones a reuniones de expertos o para enfocar el debate únicamente en las cuestiones de salud o los aspectos de seguridad de las tecnologías de nano escala será un error. También deben discutirse los aspectos éticos y sociales más amplios. El tema de la propiedad intelectual también debe ponerse en la mesa. ¿Quién controlará esas tecnologías? ¿Quién se beneficiará de ellas? ¿Quiénes decidirán cómo afectarán nuestro futuro las nanotecnologías?
- La comunidad internacional debe crear un nuevo organismo de Naciones Unidas con el mandato de monitorear, evaluar y aceptar o rechazar las nuevas tecnologías y sus productos, una Convención Internacional para la Evaluación de Nuevas Tecnologías (ICENT, por sus siglas en inglés).

Otras publicaciones del Grupo ETC sobre las tecnologías de nano escala:

La invasión invisible del campo: impacto de las tecnologías de nano escala en la alimentación y la agricultura, noviembre de 2004, 68 páginas.

¡El tamaño sí importa! Más evidencia para una moratoria global. Abril de 2003, 20 páginas.

La inmensidad de lo mínimo: Tecnologías que convergen en la nano escala. Enero de 2003, 80 páginas.

Las publicaciones del Grupo ETC están disponibles en inglés y castellano y pueden descargarse gratuitamente de nuestro sitio web:

www.etcgroup.org

NOTAS:

¹ Steve Jurvetson, "Transcending Moore's Law with Molecular Electronics," en *Nanotechnology Law & Business Journal*, Vol. 1, No. 1, artículo 9, p. 9.

² La US National Science Foundation predijo que el mercado para nano productos rebasaría el billón de dólares para 2015. En 2004, la NSF actualizó sus predicciones y estimó que el billón de dólares se alcanzaría en 2011 aunque luego retrocedería. Ver www.memsnet.org/news/1032299214-3

³ Anónimo, comunicado de prensa del Johnson Space Center, "NASA Awards US\$ 11 M "Quantum Wire" Contract to Rice," April 22, 2005.

⁴ El presupuesto de 2005 para la Iniciativa Nacional de Nanotecnología de Estados Unidos es de \$ 982 millones de dólares.

⁵ Antonio Regalado, "Nanotechnology Patents Surge as Companies Vie to Stake Claim," en *Wall Street Journal*, 18 de junio de 2004, p. 1.

⁶ *Ibid.*

⁷ *Ibid.*

⁸ De una conferencia de Lila Feisee, disponible en Internet (a partir del 2 de junio de 2004):

<http://www.bio.org/speeches/speeches/041101.asp>

⁹ Mihail Roco y William Sims Bainbridge, editores, *Converging Technologies for Improving Human Performance*, NSF/DOC Report, junio de 2002.

¹⁰ *Ibid.*, p. 10.

¹¹ Leah Eisenberg, "Medicating Death Row Inmates So They Qualify for Execution," caso descrito en *Health Law*, Vol. 6, No. 9, septiembre de 2004. Disponible en Internet: <http://www.ama-assn.org/ama/pub/category/12788.html>

¹² Rodney Brooks, "The Merger of Flesh and Machines," *The Next Fifty Years: Science in the First Half of the Twenty-First Century*, editado por John Brockman, 2002, p. 191.

¹³ Alexandra Goho, "Protein Power: Solar Cell Produces electricity from spinach and bacterial proteins," en *Science News Online*, semana del 5 de junio de 2004: Vol. 165, No. 2, p. 355. Disponible en Internet: <http://www.sciencenews.org/articles/20040605/4181197.stm>

¹⁴ Roland Pease, "'Living' robots powered by muscle," BBC News, 17 de enero de 2005. Disponible en Internet <http://news.bbc.co.uk/go/pr/fr/-/1/hi/sci/tech/4181197.stm>

¹⁵ *Ibid.*

¹⁶ Anne Eisberg, "Benign Viruses Shine on the Silicon Assembly Line," en *New York Times*, 12 de febrero de 2004.

¹⁷ Anónimo, "Researchers Funded by the DOE 'Genomes to Life' Program Achieve Important Advance in Developing Biological Strategies to Produce Hydrogen, Sequester Carbon Dioxide and Clean up the Environment," Comunicado de prensa del Departamento de Energía (EEUU), disponible en Internet:

<http://www.doe-genomes-to-life.org/news/111303press.shtml>

¹⁸ Philip Ball, "Synthetic Biology: Starting from Scratch," en *Nature*, 431, pp. 624-626, 7 de octubre de 2004. En Internet: <http://www.nature.com>

¹⁹ Nicholas Wade, "A DNA Success Raises Bioterror Concern," en *New York Times*, 12 de enero de 2005.

²⁰ M.C. Roco, "National Nanotechnology Initiative: Overview," 20 de septiembre de 2004. Disponible en Internet:

http://www.eng.nsf.gov/nano/NNI_040920_overview_Roco@NTinSociety_web.pdf

²¹ Ver los comentarios del Dr. Vyvyan Howard en el Occasional Paper del Grupo ETC, "¡El tamaño sí importa! Más evidencia para una moratoria global" 14 de abril de 2003, p.p. 8-10. Disponible en Internet: <http://www.etcgroup.org/article.asp?newsid=392>

²² Eva Oberdorster, "Manufactured Nanomaterials (Fullerenes, C60) Induce Oxidative Stress in the Brain of Juvenile Large-Mouth Bass," en *Environmental Health Perspectives*, Vol. 112, No. 10, julio de 2004.

²³ Janet Raloff, "Nano Hazards: Exposure to minute particles harms lungs, circulatory system," en *Science News Online*, semana del 19 de marzo de 2005; Vol. 167, No. 12.

²⁴ *Ibid.*

²⁵ *Ibid.*

²⁶ Clifford Lau del Departamento de Defensa de Estados Unidos a Barnaby Feder, "Frontier of Military Technology is the Size of a Molecule," en *New York Times*, 8 de abril de 2003, p. C2.

²⁷ Citado en Ted Leventhal, "Pentagon official says nanotechnology a high priority," 19 de abril de 2004. Disponible en Internet:

<http://www.govexec.com/dailyfed/0404/041904td1.htm> (desde el 1 de junio de 2004).

Grupo ETC
431 Gilmour Street, Second Floor
Ottawa, Ontario
Canadá K2P 0R5
Tel: (613) 241 2267
Fax: (613) 241 2506
etc@etcgroup.org
www.etcgroup.org