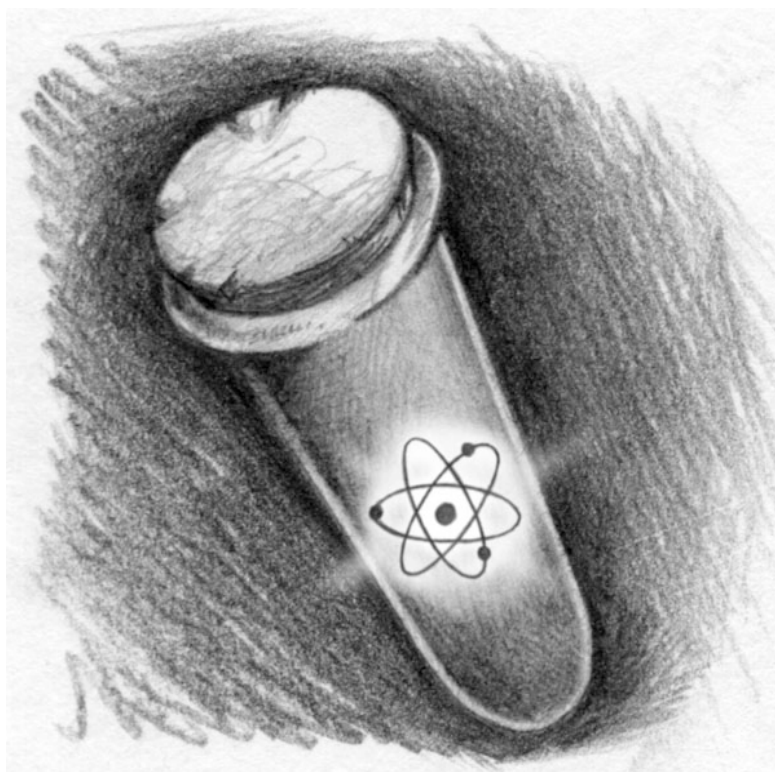


**MANUAL DE BOLSO
DAS
TECNOLOGÍAS EM NANOESCALA
...E A TEORÍA DO “LITTLE BANG”**



www.etcgroup.org

**Manual de Bolso das
Tecnologias em
Nanoescala
... e a Teoria do “*Little BANG*”**

**Grupo de ação em erosão, tecnologia e
concentração
www.etcgroup.org**

Junho de 2005

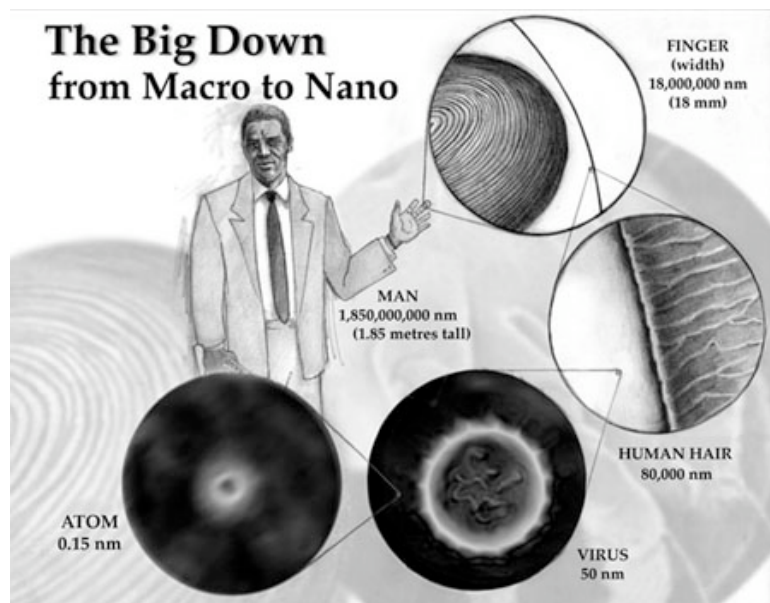
**Tradução: Flavio Borghetti
Revisão técnica: Maria José Guazzelli**

**Imagem da capa e das pp. 1, 7, 9, 11 e 16 por Reymond Pagé. Nanotubo
na p. 12 de <http://www.ncnr.nist.gov/staff/taner/nanotuber/types.html>
Fullereno na p. 13 de <http://www.ub.uni-duisburg.de/wwwtips/Fullerene.jpg>**

MANUAL DE BOLSO DAS TECNOLOGIAS EM NANOESCALA ... E A TEORIA DO “LITTLE BANG”¹”

O QUE É NANOTECNOLOGIA?

A nanotecnologia é um conjunto de técnicas usadas para manipular a matéria na escala de átomos e moléculas. "Nano" é uma medida - não um objeto. Diferente da "biotecnologia", onde se sabe que *bios* (vida) é manipulada, "nanotecnologia" refere-se somente à escala. Um "nanômetro" (nm) equivale a um bilionésimo do metro. Um fio de cabelo humano tem aproximadamente 80.000 nanômetros de espessura. São necessários dez átomos de hidrogênio lado a lado para se ter um nanômetro. Uma molécula de DNA tem aproximadamente 2,5 nm de largura. Um glóbulo vermelho, em comparação, é imenso: aproximadamente 5.000 nm de diâmetro. Tudo em nanoescala é invisível ao olho nu e até mesmo a todo o resto, exceto a microscópios muito poderosos.



A chave para entender o poder e o potencial únicos da nanotecnologia é que, em nanoescala (menor do que aproximadamente 100 nanômetros), as propriedades dos materiais podem mudar drasticamente - essas mudanças surpreendentes são chamadas "efeitos quânticos". Só reduzindo o tamanho e sem mudar a substância, os materiais podem exibir novas propriedades tais como condutividade elétrica, elasticidade, maior resistência, cor diferente e maior reatividade - características que essas mesmas substâncias não exibem em escala micro ou macro. Por exemplo:

- O carbono na forma de grafite (como o do lápis) é macio e maleável; em nanoescala pode ser mais resistente do que o aço e seis vezes mais leve.
- O óxido de zinco é normalmente branco e opaco; em nanoescala ele se torna transparente.
- O alumínio – material utilizado nas latinas de refrigerante – em nanoescala pode entrar em combustão espontânea e poderia ser utilizado como combustível para foguetes.²

**OS IMPACTOS POTENCIAIS DA TECNOLOGIA DO DIMINUTO SOBRE
A ECONOMIA MUNDIAL SÃO TITÂNICOS**

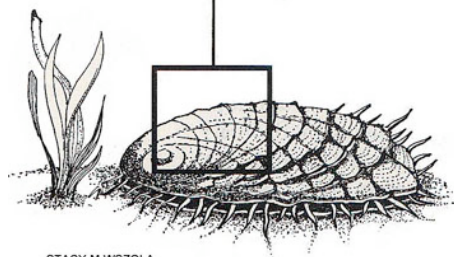
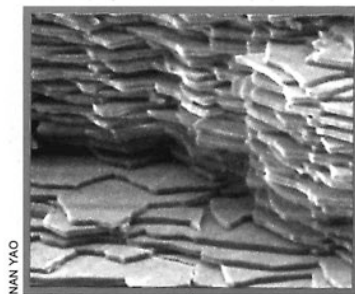
1. *Mudanças quânticas:* Na nanoescala, onde reinam as leis da física quântica, substâncias comuns podem exibir novas propriedades, como resistência extraordinária, mudanças de cor, aumento de reatividade química ou de condutividade elétrica - características que essas mesmas substâncias não têm quando em escalas maiores. Novos materiais com propriedades específicas significam múltiplas opções de matérias-primas para a indústria manufatureira e o potencial de virar de pernas para ar os mercados de commodities tradicionais.
2. *Mudanças quantitativas:* A nanotecnologia torna possível a fabricação "de baixo para cima" (começando com átomos que se combinam para formar moléculas e todas as estruturas maiores). Átomos e moléculas são os blocos básicos de construção de tudo, de cultivos a carros e a camisinhas. Pelo emprego de nanotecnologia para construir de baixo para cima, ao invés de processar para baixo, a *quantidade* de matéria-prima necessária pode ser drasticamente reduzida.
3. *Mudanças qualitativas:* A fusão da matéria animada com a inanimada na escala nano, juntamente com a montagem de baixo para cima, significa novas plataformas para a indústria manufatureira, que podem tornar irrelevantes a geografia, as matérias-primas bem como o trabalho.

A nossa meta nos próximos trinta anos é ter um controle tão apurado sobre a genética dos sistemas vivos que ao invés de fazer crescer uma árvore, cortá-la e fabricar uma mesa a partir dela, seremos finalmente capazes de “fazer crescer” a própria mesa. –
Rodney Brooks, diretor do Laboratório de Inteligência Artificial, MIT

Os cientistas estão se aproveitando das mudanças nas propriedades em nanoescala para criar novos materiais e modificar os existentes. Empresas estão atualmente fabricando nanopartículas (i.e., elementos químicos ou compostos com tamanho menor do que 100 nm) que são usadas em centenas de produtos comerciais. A "matéria-prima" da nanotecnologia são os elementos químicos da Tabela Periódica – os blocos básicos de construção de *tudo quanto há* - tanto animado como inanimado. As ferramentas e processos nanotecnológicos podem ser aplicados praticamente em qualquer produto manufaturado, em toda a gama do setor industrial. E é por isso que a Fundação Nacional de Ciências dos Estados Unidos (*US National Science Foundation* - NSF) prevê que a nanotecnologia irá abocanhar um mercado de 1 trilhão de dólares em 2011/2012.³

Pesquisadores estão empregando nanotecnologia para fazer computadores mais rápidos; drogas para células específicas; novos catalisadores químicos superpoderosos (utilizados no processamento de petróleo); sensores que monitoram tudo, de cultivos a criminosos e a consumidores; materiais mais resistentes, mais leves, mais inteligentes, mais duráveis etc. As tecnologias em nanoescala estão prontas para se tornarem a plataforma estratégica

para o controle global da indústria, alimentação, agricultura e saúde nos próximos anos.



As camadas de uma concha de abalone vistas através de microscópio eletrônico de varredura por tunelamento. O carbonato de cálcio nanoestruturado – o mesmo composto químico do giz – é praticamente impenetrável.

STACY M. WSZOLA

O QUE A ONDA-NANO SIGNIFICA PARA O HEMISFÉRIO SUL?

Fazendo ondas: A “Nano” assoma-se como a mais alta e mais ampla onda tecnológica jamais enfrentada. A turbulência que a acompanha tem implicações sociais de tirar o fôlego, especialmente no Sul. Os novos materiais nanotecnológicos com propriedades específicas têm o potencial de derrubar o mercado de commodities e desregular o comércio e a vida dos trabalhadores mais pobres e mais vulneráveis - que não têm flexibilidade econômica para responder a demandas imediatas de novas habilidades ou diferentes matérias-primas.

Um relatório feito em 2004 por analistas da indústria, *Lux Research, Inc.*, ressalta o potencial da nanotecnologia “de chegar a deslocar fatias de mercado, cadeias de suprimentos e postos de trabalho em praticamente todas as indústrias”. Se um novo material nanoengenhariado tiver um desempenho melhor do que um material convencional e puder ser produzido a custo mais baixo, é de se esperar que o nanomaterial substitua a commodity convencional. Por exemplo, a NASA (*US National Aeronautics and Space Administration*) está investindo US\$ 11 milhões para desenvolver “fios quânticos” feitos de nanotubos de carbono como substituto aos tradicionais fios de cobre.⁴ Apesar de ser muito cedo para mapear com segurança quais commodities ou trabalhadores serão afetados, e com que rapidez, as nações mais dependentes de exportação agrícola e de recursos naturais enfrentarão as maiores perturbações.

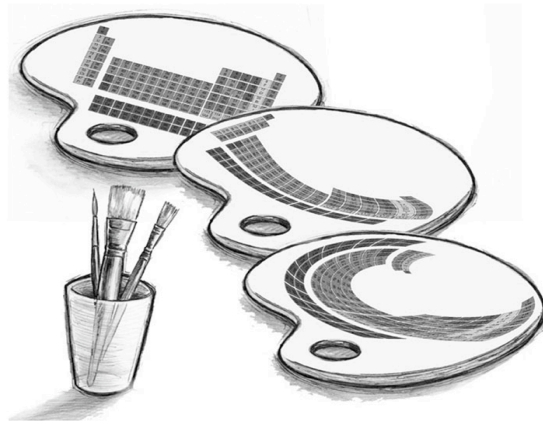
*“Assim como a Revolução Industrial Inglesa nocauteou do mercado as fiações e tecelagens manuais, a nanotecnologia vai rebentar uma grande quantidade de companhias e indústrias bilionárias.” – Lux Research, Inc.
The Nanotech Report 2004.*

Alguns profetizam que a nanotecnologia vai desencadear uma utopia econômica e cultural que combina abundância material, desenvolvimento sustentável e lucros. A história das ondas tecnológicas sugere o contrário. Novas tecnologias mais importantes, ao menos inicialmente, desestabilizam populações marginalizadas enquanto os ricos antecipam, manipulam e deslizam na crista da onda. Eles têm a flexibilidade econômica para permanecer boiando enquanto aqueles que já estão afundando são arrastados junto com a economia obsoleta.

Veja-se a Borracha: A indústria está projetando nanopartículas para reforçar e aumentar a vida dos pneus de automóvel e criando novos

nanomateriais que podem substituir a borracha natural. A demanda por borracha natural poderia cair verticalmente, com conseqüências devastadoras para milhões de seringueiros e para as economias da Tailândia, Índia, Malásia e Indonésia. A questão não é de que o *status quo* deva ser preservado - mas de que a sociedade está mal preparada.

Considere-se o Algodão: Fibras naturais como o algodão e os produtores que as cultivam também são vulneráveis. Um produto que está sendo desenvolvido é uma fibra sintética manipulada em nanoescala que tem a mesma textura do algodão - mas muito mais resistente. O que as fibras nanotecnológicas vão significar para as 100 milhões de famílias envolvidas mundialmente com a produção de algodão? O valor da produção mundial de algodão foi de US\$ 24 bilhões em 2003; 35 dos 54 países africanos produzem algodão – 22 são exportadores.



Pesquisadores querem explorar a Tabela Periódica de Elementos da mesma forma que um pintor usa a palheta de cores. O objetivo é criar novos materiais e modificar os que existem.

Tamanho Errado da Onda? Há opiniões de que, num contexto justo e judicioso, a nanotecnologia poderia trazer benefícios úteis aos menos favorecidos ou algum benefício ambiental, pela substituição de certos materiais convencionais por novos nanomateriais. Mas em um mundo onde prevalece a privatização da ciência e uma concentração de corporações sem precedentes, a democracia e os direitos humanos estão sendo erodidos e a soberania nacional está minada. A voragem por patentes de produtos e processos em nanoescala pode significar megamonopólios dos elementos básicos que são os blocos de construção de todo o mundo natural. Se as

tendências atuais continuarem, as tecnologias em nanoescala irão concentrar ainda mais o poder econômico nas mãos das corporações multinacionais. Como será que os menos favorecidos irão se beneficiar de uma tecnologia que está fora de seu controle?

“A nova riqueza que se acumula em uma ponta é normalmente mais do que contrabalançada pela pobreza que se espalha na outra ponta... o rico se torna mais rico, com soberba, e o pobre se torna mais pobre sem ter cometido nenhuma falta” – Carlota Perez, Aluna Visitante Pesquisadora Senior, Cambridge University, escrevendo sobre revoluções tecnológicas.

Quem Está Envolvido? Os investimentos em nanotecnologia no mundo – tanto do setor privado como público – foram estimados em US\$ 8,6 bilhões em 2004. Praticamente todas as 500 companhias *Fortune* estão investindo em pesquisa e desenvolvimento (P&D) em nanotecnologia, juntamente com centenas de pequenas novas companhias. A Europa, o Japão e os Estados Unidos têm os maiores investimentos governamentais, com o Japão investindo um pouco mais do que os outros dois grandes atores. Nos Estados Unidos, o nível de gastos governamentais em nanotecnologia agora se aproxima de US\$ 1 bilhão por ano, tornando-a a maior aventura científica financiada com dinheiro público desde o lançamento da Apollo à lua.⁵ (Em 2004, o Departamento de Defesa recebeu a maior parte do dinheiro destinado pelo governo dos Estados Unidos à nanotecnologia). Pelo menos 35 países têm algum tipo de programa de pesquisa nacional em nanotecnologia. De acordo com um observador da indústria, há mais cientistas trabalhando em nanotecnologia na região de Pequim do que em todo o oeste da Europa – a um custo 20 vezes mais baixo.

QUEM TEM O CONTROLE?

É bom lembrar que quase tão logo os cientistas descobriram como *manipular* a vida através da engenharia genética, as corporações descobriram como *monopolizá-la*. Um perigoso precedente aconteceu nos anos 60, quando um físico vencedor do Prêmio-Nobel “inventou” o elemento químico *Americio* (elemento nº 95 na Tabela Periódica) e obteve a patente norte-americana nº #3,156,523. Só nos Estados Unidos, as patentes concedidas anualmente para produtos e processos em nanoescala triplicaram desde 1996.⁶ A busca atual por patentes em nanotecnologias lembra os primeiros dias da biotecnologia – “é como a biotecnologia turbinada” nas palavras de um advogado de patentes.⁷ Está em jogo o controle sobre os blocos básicos de construção e ferramentas em nanoescala que cobrem todos os setores da indústria – de eletrônicos,

energia, mineração e defesa, a novos materiais, farmacêuticos e agricultura. Como colocado pelo *Wall St. Journal*, “as companhias que detêm patentes pioneiras, potencialmente poderiam impor ‘pedágios’ a indústrias inteiras”.⁸

*“É verdade que ninguém pode patentear um elemento encontrado em sua forma natural; no entanto, se você cria uma forma purificada dele que tenha usos na indústria – por exemplo, neon – você pode certamente ter uma patente.” - Lila Feisee, Diretora de Relações com o Governo e Propriedade Intelectual da Organização das Indústrias de Biotecnologia*⁹

“O que se requer é o Elemento 95.” – da patente norte-americana 3,156,523 de Glenn Seaborg, concedida em 10 de novembro de 1964 – a menor solicitação de patente requerida até hoje.



*“É um projeto pequeno...
na real, é apenas um
projeto
pequeneneninho!”*

O QUE SÃO TECNOLOGIAS CONVERGENTES E COMO ELAS SE SOMAM NO BANG?

O poder real da ciência da nanoescala é a *convergência* de diversas tecnologias – incluindo biotecnologia, ciências cognitivas, informática, robótica etc., com a nanotecnologia como o possibilitador chave. A lógica da convergência tecnológica está no fato de que os blocos básicos de construção de toda a matéria, fundamental para todas as ciências, tem sua origem em nanoescala.¹⁰

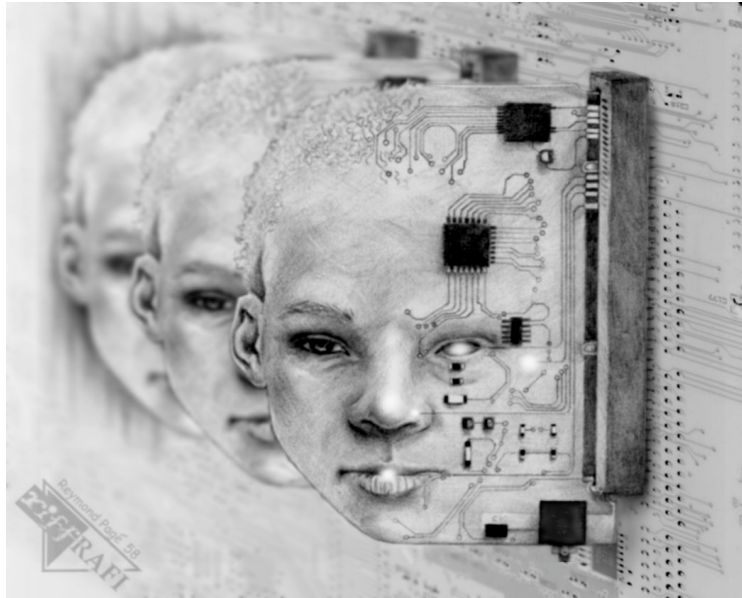
Cientistas e governos, nos Estados Unidos e Europa, têm como estratégia fundir as ciências, baseados na “unidade de matéria em nanoescala”.¹¹ Como todos os materiais e todos os processos operam de baixo para cima, defensores da convergência acreditam que podem controlar eventos em macroescala pela manipulação de eventos em nanoescala. De acordo com esta visão reducionista, cada substância, assim como cada sistema biológico ou cultural, é o resultado de processos moleculares que atuam em diferentes níveis.

O Golpe Atômico Acaba em BANG! O Grupo ETC utiliza o termo “BANG” para descrever convergência. **Bits**, **Átomos**, **Neurônios** e **Genes** se somam na teoria do Little **BANG** – uma cruzada tecnológica para controlar toda a matéria, vida e conhecimento.

Tecnologia da informação controla:	Bits
Nanotecnologia controla e manipula:	Átomos
Neurociências cognitivas conseguem controlar a mente pela manipulação de:	Neurônios
Biotecnologia controla e manipula a vida engenheirando:	Genes

De acordo com a teoria do Little BANG, os neurônios podem ser re-engenheirados de tal forma que nossas mentes “falem” diretamente a computadores ou membros artificiais; vírus podem ser engenheirados para atuarem como máquinas ou, potencialmente, como armas; redes de computadores podem ser fundidas com redes biológicas para desenvolver inteligência artificial ou sistemas de vigilância. De acordo com o governo norte-americano, a convergência tecnológica irá “melhorar o desempenho humano” nos locais de trabalho, nos campos de futebol, nas salas de aula e nos campos de batalha.

Se isso ocorrer, o objetivo do governo norte-americano de melhorar o desempenho humano vai aprofundar o abismo sempre crescente entre aqueles que vão ser “melhorados” pela convergência tecnológica e aqueles que vão permanecer “não melhorados”, tanto por escolha própria como por falta de escolha. Como o BANG (e a propaganda do BANG) ajuda a mudar nosso conceito do que é “normal”, todos vamos querer estar na frente, ou seremos deixados para trás. Quaisquer benefícios que BANG possa trazer, eles não serão baratos ou distribuídos equitativamente. O que acontecerá com os não melhorados? O melhoramento físico vai se tornar um imperativo social tanto quanto uma obrigação, uma obrigação legal? Em 2004, por exemplo, uma Corte norte-americana determinou que oficiais trabalhando em prisões podiam medicar a força alguém que estivesse no corredor da morte, para torná-lo saudável o suficiente para ser executado.¹² Em um mundo onde o “melhoramento” humano torna-se um imperativo tecnológico, os direitos dos portadores de deficiências vão ser ainda mais erodidos e as



deficiências vão ser vistas como um desafio tecnológico mais do que um tema de justiça social. Quanto tempo ainda até a dissidência democrática também ser vista como uma “deficiência” corrigível?

O QUE É A VIDA NA IDADE DA NANOTECNOLOGIA?

A biologia sintética diz respeito à construção, em laboratório, de novos sistemas vivos que podem ser programados para desempenhar tarefas específicas. A programação e funcionamento de “máquinas vivas” frequentemente envolve a integração em nanoescala de partes vivas e não-vivas – também conhecida como *nanobiotecnologia*.

“Muito do que agora é manufaturado será cultivado no futuro, através de organismos geneticamente engenheirados que farão manipulações genéticas sob nosso controle digital. Nossos corpos e os materiais em nossas fábricas serão os mesmos ... começaremos a nos ver como simplesmente uma parte da infraestrutura da indústria.” – Rodney Brooks, diretor do Laboratório de Inteligência Artificial, Massachusetts Institute of Technology (MIT)¹³

Tornando Vivo: Nanobiotecnologistas buscam dominar a “plataforma manufatureira” auto replicante da natureza para usos industriais. Atualmente, os pesquisadores estão construindo máquinas biológicas – ou máquinas híbridas empregando tanto materiais biológicos como não biológicos – de baixo para cima. As conseqüências são de tirar o fôlego: não somente novas espécies e nova biodiversidade – mas formas de vida que são dirigidas pelos seres humanos e autoreplicantes.

- Pesquisadores estão utilizando proteínas de cloroplastos de espinafre para criar circuitos eletrônicos – resultando na primeira célula solar fotossintética em estado sólido no mundo.¹⁴
- O engenheiro Carlo Montemagno criou um dispositivo, de tamanho menor que um milímetro, feito com células de coração de rato combinadas com silício.¹⁵ O tecido muscular que cresce sobre o “esqueleto robótico” do dispositivo permite que ele se mova, e os pesquisadores acreditam que algum dia ele possa aumentar a capacidade de *chips* para computador. Montemagno descreve a sua criação como “absolutamente viva ... as células realmente crescem, se multiplicam e se agrupam – elas próprias formam a estrutura.”¹⁶
- Cientistas de materiais têm engenheirado geneticamente o DNA de vírus e os induzido a fazer crescer diminutos fios inorgânicos que poderão algum dia ser usados como circuitos em componentes eletrônicos de alta velocidade.¹⁷
- Com suporte financeiro do Departamento de Energia dos Estados Unidos, o Instituto Craig Venter para Alternativas Biológicas de Energia, está construindo um novo tipo de bactéria utilizando DNA fabricado em laboratório. Seu objetivo é construir organismos sintéticos que possam ser programados para produzir hidrogênio ou utilizados no meio ambiente para seqüestrar dióxido de carbono.¹⁸

Na turbulência dos alarmantes avanços no campo da biologia sintética, o potencial “para abusos ou desastres inadvertidos” é enorme.¹⁹ Em janeiro de 2005, cientistas revelaram uma nova técnica automatizada que torna mais rápido e mais fácil sintetizar longas moléculas de DNA.²⁰ Mas os pesquisadores advertem que este avanço revolucionário para sintetizar DNA irá também permitir a síntese rápida de qualquer genoma pequeno, incluindo o vírus da varíola ou outros patógenos perigosos que poderiam ser utilizados para bioterrorismo.

“Se os biólogos estão realmente no limite de sintetizar novas formas de vida, as possibilidades para abusos ou desastres por descuidos podem ser enormes” – Philip Ball, Nature, 7 de outubro de 2004.

A Gosma Verde: A intervenção humana busca criar novos sistemas vivos que sejam mais poderosos: a audaciosa bactéria *E. Coli* irá agora resolver os problemas com derramamento de óleo; a porta do carro feita de nanobio polímeros pode usar proteínas incrustadas nela mesma para reparar a si

própria depois de uma colisão. Plantas muito duras para serem comidas pelos insetos? Pelagem que retarda a ação do fogo? As possibilidades são infinitas. O plano, é claro, é que essas novas criações possam ser estritamente controladas por seus criadores. Mas o que acontecerá se as novas formas de vida da nanobio, especialmente aquelas destinadas a funcionar de forma autônoma no meio ambiente, se mostrarem difíceis de controlar ou conter? Enquanto a “Gosma Cinza” ganhou as manchetes na mídia (onde autoreplicantes robôs mecânicos em nanoescala escapam do controle até causarem destruição no ecossistema global), a ameaça futura mais provável é que a fusão de matéria animada e inanimada resultará em organismos e produtos híbridos que não são fáceis de controlar e que se comportam de modos imprevisíveis. Este é o espectro da Gosma Verde.



O QUE A NANOTECNOLOGIA SIGNIFICA PARA A SAÚDE HUMANA, A SEGURANÇA E O MEIO AMBIENTE?

Desconhecido e Imprevisível: Governos, indústria e instituições científicas permitiram que produtos nanotecnológicos chegassem ao mercado sem que houvesse debate público e sem regulamentação. Estima-se que 475 produtos contendo partículas em nanoescala, invisíveis, não regulamentadas e não mencionadas nos rótulos já estão comercialmente disponíveis²¹ (incluindo produtos alimentícios, agrotóxicos, cosméticos, protetores solares e muito mais) – e milhares de outros estão sendo desenvolvidos. Enquanto isso, nenhum governo desenvolveu um regime de regulamentação tratando da nanoescala ou dos impactos sociais do invisivelmente pequeno.

A Grande Lição da Nanotecnologia: O Tamanho Importa!

- * Abaixo dos 100 nanômetros a física quântica transforma as propriedades dos elementos e compostos convencionais. As propriedades tais como resistência, elasticidade, condutividade e cor podem mudar – e continuar mudando – quanto menores as coisas se tornam.*
- * Nanopartículas mostram diferente toxicidade do que as versões maiores de um mesmo composto. Esse é um aspecto a considerar porque as nanopartículas podem se mover facilmente para dentro do corpo e passar pelo sistema imunológico sem serem percebidas. Com 70 nanômetros, as nanopartículas podem se incrustar profundamente no tecido pulmonar; uma partícula de 50 nm pode introduzir-se dentro das células sem ser notada. Partículas tão pequenas quanto 30 nm podem atravessar a barreira do sangue no cérebro.*

Nanotubos de carbono

são as “moléculas

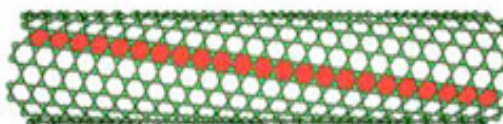
milagrosas” da

nanotecnologia; mais

resistentes que o aço e

seis vezes mais leves e, dependendo do método de produção,

semicondutores ou isolantes.

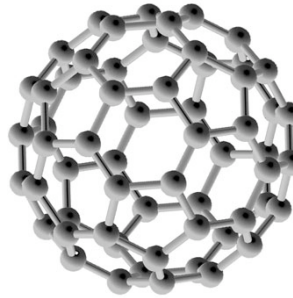


Existe apenas um punhado de estudos sobre toxicologia de nanopartículas engenheiradas, mas parece que as nanopartículas, como uma classe, são mais tóxicas do que os mesmos compostos em escala maior, devido à sua mobilidade e aumento de reatividade.²² Isso levanta sérias preocupações quanto à saúde porque as nanopartículas podem passar despercebidas pelos guardas do sistema imunológico do corpo, através das membranas de proteção como a pele, a barreira do sangue do cérebro ou, talvez, da placenta. Estudos toxicológicos recentes sobre os impactos das nanopartículas no meio ambiente e saúde acendem alertas vermelhos:

- Um estudo publicado em julho de 2004 descobriu que moléculas de carbono em nanoescala (um tipo conhecido como fulerenos) podem rapidamente desencadear danos cerebrais em peixes.²³
- Em 2005, pesquisadores da NASA (*US National Aeronautic and Space Administration*) tornaram público que nanotubos de carbono disponíveis no mercado, quando injetados nos pulmões de ratos causavam sérios danos pulmonares.²⁴ (Os pesquisadores mencionaram que a dosagem de nanotubos aplicada aos ratos foi aproximadamente equivalente ao nível de exposição de um trabalhador num período de 17 dias.) Em outro estudo, pesquisadores do *US National Institute of Occupational Safety and Health* tornaram público, em 2005, sérios danos no DNA no coração e artéria aorta de camundongos que foram expostos a nanotubos de carbono.²⁵

- Em 2005, pesquisadores da Universidade de Rochester (EUA) demonstraram que coelhos ingerindo fulerenos mostraram um aumento na suscetibilidade à coagulação do sangue.²⁶
- Outros estudos mostram que as nanopartículas podem se mover de modos inesperados através do solo e potencialmente carregar outras substâncias com elas.

Fulerenos (buckyballs) são esferas ocas de carbono puro. O Washington Post chamou-as de “esferas de má sorte” (unluckyballs), após novas descobertas terem revelado que podem ser prejudiciais ao meio ambiente.



Alguns governos e cientistas estão, já com atraso, admitindo que as partículas em nanoescala trazem riscos únicos para a saúde, segurança e meio ambiente. Devido à falta de conhecimento, alguns especialistas recomendam que a liberação de nanopartículas engenheiradas no meio ambiente seja reduzida ou proibida:

“A liberação de nanopartículas deveria ser restringida devido aos seus efeitos potenciais sobre o meio ambiente e a saúde humana.” – Nanotecnologia e Regulamentação no marco do Princípio da Precaução. Relatório Final do Comitê ITRE do Parlamento Europeu, fevereiro de 2004.

“Até que se tenha mais conhecimento a respeito dos impactos ambientais, consideramos importante que a liberação de nanopartículas e nanotubos, no meio ambiente, seja evitada o máximo possível. Especificamente recomendamos, como uma medida de precaução, que as fábricas e os laboratórios de pesquisa tratem as nanopartículas e nanotubos manufaturados como se eles fossem fontes de resíduos perigosos e que a utilização de nanopartículas em aplicações ambientais como remediação de águas subterrâneas seja proibida.” – Real Sociedade e Real Academia de Engenharia “Nanoscience and Nanotechnologies: Opportunities and Uncertainties,” julho de 2004.

O QUE A NANOTECNOLOGIA SIGNIFICA PARA OS DIREITOS HUMANOS?

Precisas e sofisticadas manipulações em nível molecular irão produzir materiais mais resistentes e mais leves, sensores mais precisos e invasivos e computadores mais rápidos, menores e com menor consumo de energia.

Esses produtos estão sendo desenvolvidos simultaneamente para usos civis e militares. Os especialistas prevêem que a nanotecnologia irá mudar a forma de fazer guerras mais do que a invenção da pólvora.²⁷ BANG irá produzir soldados com corpos e cérebros “melhorados”. Ela também conduzirá para o desenvolvimento de armas químicas e biológicas que são mais invasivas, mais difíceis de detectar e, virtualmente, impossíveis de combater. As qualidades de invasividade e invisibilidade de sensores e dispositivos em nanoescala poderiam se transformar em ferramentas de repressão extremamente poderosas – uma grande ameaça à democracia e à dissidência, e aos direitos humanos fundamentais.

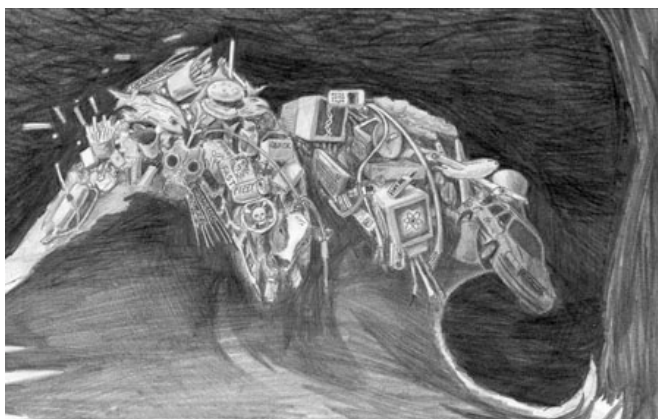
*“A Nanotecnologia é uma ‘força multiplicadora.
' Irá nos tornar mais rápidos e fortes
nos campos de batalha.” - Clifford Lau, consultor senior em ciência no
escritório de pesquisas básicas do Pentágono, 19 de abril de 2004²⁸*

NOVAS TECNOLOGIAS NÃO SÃO SUBSTITUTOS PARA POLÍTICAS SOCIAIS CORRETAS

Similar às promessas das tecnologias nuclear e química, e da biotecnologia, os entusiastas da nanotecnologia fazem afirmações fantasiosas: ela irá resolver os problemas da fome e da pobreza, curar o câncer e limpar o meio ambiente. Outros cientistas ressaltam que a nanotecnologia pode aprimorar e baratear os diagnósticos de doenças em pessoas e cultivos e melhorar a purificação da água e a eficiência das células solares. Também pode reduzir a demanda por matérias-primas, aumentar a reciclagem e reduzir os custos de transporte e energia. Mas ainda que o diagnóstico das doenças melhore, irá a pesquisa das corporações focar os problemas dos menos favorecidos? E as drogas patenteadas terão preços acessíveis?

A verdade simples é que novas tecnologias não podem resolver velhas injustiças. A globalização – na forma do sistema atual de comércio, financeiro e de patentes - assegura que o controle das novas tecnologias permanecerá com os ricos. Os regimes de propriedade intelectual e os oligopólios de mercado, somados ao conluio dos governos, normalmente têm dado um jeito de determinar quais tecnologias são adotadas e aos interesses de quem elas servem.

PODEMOS PARAR O NAUFRÁGIO, MESMO NÃO PODENDO PARAR AS ONDAS?



O Grupo ETC propõe os seguintes pontos para iniciar a ação e o debate em torno da nanotecnologia:

Primeiro e mais importante, a sociedade – incluindo as organizações da sociedade civil e os movimentos sociais – deve se engajar em um amplo debate a respeito das nanotecnologias e seus múltiplos efeitos - econômicos, sobre a saúde e sobre o ambiente. Entre outros, o movimento dos direitos dos portadores de deficiências tem um papel crítico a desempenhar e deve ser um participante-chave em todos os níveis de debate.

O Grupo ETC apelou por uma moratória nas pesquisas em nanotecnologia e na liberação de novos produtos comerciais até que protocolos de laboratório e regimes de regulamentação estejam estabelecidos para proteger trabalhadores e consumidores, e até que se demonstre que esses materiais são seguros. Enquanto isso, todos os produtos para alimentos, rações e bebidas, protetores solares e cosméticos que incorporem nanopartículas manufaturadas devem ser removidos das prateleiras.

Os governos também devem agir imediatamente no sentido de estabelecer uma moratória sobre os experimentos de laboratório e sobre a liberação de materiais biológicos sintéticos, até que a sociedade possa se engajar numa análise minuciosa das implicações socioeconômicas, sobre a saúde e o meio ambiente.

Qualquer esforço dos governos e da indústria em confinar as discussões a reuniões de especialistas ou restringir o debate tão somente a aspectos de

saúde e segurança das nanotecnologias, será um erro. Os mais amplos aspectos sociais e éticos também devem ser levados em conta. Questões relativas à propriedade intelectual também devem estar na mesa. Quem irá controlar as tecnologias? Quem será beneficiado por elas? Quem irá decidir como as nanotecnologias afetarão nosso futuro?

A comunidade internacional deve criar um novo organismo das Nações Unidas com a incumbência de monitorar, avaliar e aceitar ou rejeitar novas tecnologias e seus produtos através de uma Convenção Internacional para a Avaliação de Novas Tecnologias (ICENT, em inglês, como essa proposta começa a ser conhecida em nível internacional).

Publicações Adicionais do Grupo ETC sobre Tecnologias em Nanoescala:
www.etcgroup.org

NOTAS

¹ N.T.: Em oposição à Teoria do BIG BANG, a explosão primordial ou grande explosão que explicaria a origem do Universo.

² Steve, Jurvetson, "Transcending Moore's Law with Molecular Electronics", *Nanotechnology Law & Business Journal*, Vol. 1, No. 1, artigo 9, p. 9.

³ A Fundação Nacional de Ciências dos Estados Unidos (*US National Science Foundation – NSF*) previu que o mercado para nanoproductos poderia exceder a US\$ 1 trilhão em 2015. Em 2004, a NSF revisou seu prognóstico, estimando que os US\$ 1 trilhão poderiam ocorrer em 2011. Veja, por exemplo, www.memnet.org/news/1032299214-3.

⁴ Anônimo, *Johnson Space Center News Release*, "NASA Awards US\$ 11 M "Quantum Wire" Contract to Rice," 22 de abril de 2005.

⁵ O orçamento proposto em 2005 para a *National Nanotechnology Initiative* é de US\$ 982 milhões.

⁶ Antonio Regalado, "Nanotechnology Patents Surge as Companies Vie to Stake Claim," *Wall Street Journal*, 18 de junho de 2004, p. 1.

⁷ Ibid.

⁸ Ibid.

⁹ De uma palestra de Lila Feisee, disponível na Internet (como 2 de junho de 2004):

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

¹⁰ Mihail Roco e William Sims Bainbridge, eds., *Converging Technologies for Improving Human Performance*, Relatório da NSF/DOC, junho de 2002.

¹¹ Ibid., p. 10.

¹² Leah Eisenberg, "Medicating Death Row Inmates So They Qualify for Execution," *AMA Case in Health Law*, Vol. 6, N.º. 9, setembro de 2004. Disponível na Internet: <http://www.ama-assn.org/ama/pub/category/12788.html>

¹³ Rodney Brooks, "The Merger of Flesh and Machines," *The Next Fifty Years: Science in the First Half of the Twenty-First Century*, ed. por John Brockman, 2002, p. 191.

¹⁴ Alexandra Goho, "Protein Power: Solar Cell Produces electricity from spinach and bacterial proteins," *Science News Online*, semana de 5 de junho

de 2004: Vol. 165, Nº. 2, p. 355. Disponível na Internet: <http://www.sciencenews.org/articles/20040605/4181197.stm>

¹⁵ Roland Pease, "Living' robots powered by muscle," *BBC News*, 17 de janeiro de 2005. Disponível na Internet: <http://news.bbc.co.uk/go/pr/fr/-/1/hi/sci/tech/4181197.stm>

¹⁶ Ibid.

¹⁷ Anne Eisberg, "Benign Viruses Shine on the Silicon Assembly Line," *New York Times*, 12 de fevereiro de 2004.

¹⁸ Anônimo, "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," *Department of Energy News Release*, 13 de novembro de 2003. Disponível na Internet: <http://www.doegenomestolife.org/news/111303press.shtml>

¹⁹ Philip Ball, "Synthetic Biology: Starting from Scratch," *Nature*, 431, pp. 624-626, 7 de outubro de 2004. Na Internet: <http://www.nature.com>

²⁰ Nicholas Wade, "A DNA Success Raises Bioterror Concern," *New York Times*, 12 de janeiro de 2005.

²¹ M.C. Roco, "National Nanotechnology Initiative: Overview," 20 de setembro de 2004. Disponível na Internet: http://www.eng.nsf.gov/nano/NNI_040920_overview_Roco@NTinSociety_web.pdf

²² Veja os comentários do Dr. Vyvyan Howard na publicação do Grupo ETC, "Size Matters! The Case for a Global Moratorium," 14 de abril de 2003, p.p. 8-10. Disponível na Internet em <http://www.etcgroup.org/article.asp?newsid=392>

²³ Eva Oberdorster, "Manufactured Nanomaterials (Fullerenes, C60) Induce Oxidative Stress in the Brain of Juvenile Large-Mouth Bass," *Environmental Health Perspectives*, Vol. 112, Nº. 10, julho de 2004.

²⁴ Janet Raloff, "Nano Hazards: Exposure to minute particles harms lungs, circulatory system," *Science News Online*, semana de 19 de março de 2005; Vol. 167, Nº. 12.

²⁵ Ibid.

²⁶ Ibid.

²⁷ Clifford Lau do Departamento de Defesa para Barnaby Feder, "Frontier of Military Technology is the Size of a Molecule," *New York Times*, 8 de abril de 2003, p. C2.

²⁸ Citado em Ted Leventhal, "Pentagon official says nanotechnology a high priority," 19 de abril de 2004. Disponível na Internet: <http://www.govexec.com/dailyfed/0404/041904td1.htm> (disponível a partir de 1º de junho de 2004).

*"Mas não tenho medo de considerar a questão final se, no limite – num futuro alvissareiro – pudermos arranjar os átomos como quisermos; os próprios átomos, bem lá no âmago."
Richard Feynman, There's Plenty of Room at the Bottom, 1959*