

CONVERGÊNCIA TECNOLÓGICA
NUM MUNDO DESIGUAL: MEIO AMBIENTE,
SAÚDE, TRABALHO E SOCIEDADE

CADERNO BÖLL

 HEINRICH
BÖLL
STIFTUNG
A Fundação Política Verde



A FUNDAÇÃO HEINRICH BÖLL É UMA ORGANIZAÇÃO POLÍTICA, SEM FINS LUCRATIVOS, QUE SE ENTENDE COMO PARTE DA CORRENTE POLÍTICA VERDE, REPRESENTADA NA ALEMANHA PELA COALIZÃO PARTIDÁRIA ALIANÇA 90 / OS VERDES. NOSSOS PRINCIPAIS VALORES SÃO OS DA ECOLOGIA E SUSTENTABILIDADE, DEMOCRACIA, DIREITOS HUMANOS, AUTODETERMINAÇÃO E JUSTIÇA.

DENTRO E FORA DA ALEMANHA, A FUNDAÇÃO BUSCA PARCERIAS ESTRATÉGICAS COM AQUELES QUE COMPARTILHAM OS VALORES DA ENTIDADE E AGE DE FORMA INDEPENDENTE, INCLUSIVE COM RELAÇÃO AO PRÓPRIO PARTIDO. SUA SEDE FICA EM BERLIM, MAS ATUA COMO ATOR INTERNACIONAL NO DEBATE DE IDÉIAS E NA PRÁTICA DE ATIVIDADES.

A INSTITUIÇÃO ESTÁ MUNDIALMENTE ENGAJADA NA POLÍTICA ECOLÓGICA E NO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, UMA VEZ QUE, PARA NÓS, ECOLOGIA E DEMOCRACIA SÃO INSEPARÁVEIS.

NOSSA ORGANIZAÇÃO LEVA O NOME DO ESCRITOR VENCEDOR DO PRÊMIO NOBEL, HEINRICH BÖLL, QUE SIMBOLIZA POSTURAS COM AS QUAIS NOS IDENTIFICAMOS: DEFESA DA LIBERDADE, CORAGEM CÍVICA E TOLERÂNCIA.

APRESENTAÇÃO

Thomas Fatheuer*



O SÉCULO 20 FOI MARCADO PELA CONVICÇÃO DE QUE NOVAS REVOLUÇÕES TECNOLÓGICAS SERIAM O CAMINHO PARA UM FUTURO GLORIOSO DA HUMANIDADE. INVASÕES COMO A DA PRODUÇÃO EM MASSA (CONHECIDA COMO “SEGUNDA REVOLUÇÃO”) E DOS COMPUTADORES (“TERCEIRA REVOLUÇÃO”) FORTALECERAM A VISÃO DE UM PROGRESSO RÁPIDO QUE MUDA DRÁSTICAMENTE OS CAMINHOS DA HUMANIDADE, SEMPRE PARA O MELHOR.

No entanto, especialmente com o movimento de 68, vozes críticas vêm ganhando força e se posicionando no sentido contrário desta crença cega no progresso. Novas tecnologias realmente nos trazem um novo e brilhante futuro, ou somente reproduzem velhos dilemas? Sem dúvida, inovações tecnológicas também podem tomar a forma ameaça: a bomba atômica se espalhou, novas tecnologias militares brutalizaram mais ainda as guerras (como o uso de napalm na guerra do Vietnã). E muitas promessas não foram cumpridas: a revolução verde não acabou com a fome na terra.



Críticas à introdução de novas tecnologias muitas vezes são desqualificadas e tratadas como intromissão de atores não qualificados cientificamente, e que ameaçam a liberdade da ciência. Isso, sem dúvida, é uma falsa discussão. Novas tecnologias têm impactos econômicos, sociais e culturais. A sociedade tem o direito de discutir esses impactos e decidir quais tecnologias queremos e para quais fins

Nos anos 70, inicia-se na Europa um debate fundamental para entender os discursos sobre novas tecnologias. Naquela época, a energia nuclear emergia como a grande esperança para solucionar um problema básico da humanidade: a produção de energia. Imensas quantias de energia poderiam ser produzidas através de infinitas quantias de matéria-prima,

e assim resolver o problema dos limites naturais do progresso industrial. Mas, depois de uma euforia global inicial – que atingiu a Europa, os USA e a então União Soviética –, surgiram as primeiras dúvidas. Foi a resistência de camponeses na Europa que deu o primeiro sinal e acabou por deslanchar um dos mais amplos e controvertidos debates do século passado. E, logo depois, uma série de acidentes (Harrisburg e Chernobyl) mostrou que os argumentos dos críticos eram bem fundamentados: a energia nuclear revelava seu lado perigoso e fatal. A luta contra o complexo nuclear

foi decisiva para a formação de uma nova vertente política verde na Europa e que se seguiu para outros países do mundo.

O debate sobre energia nuclear acabou com a imagem de neutralidade científica das novas tecnologias. Ficou claro que o progresso tecnológico não foi o resultado “natural” de novas descobertas científicas, mas o produto de um complexo processo político, econômico e social, altamente influenciado por poderosos lobbies de corporações. Por muitos anos na Alemanha, por exemplo, a pesquisa ligada a uso de energia nuclear recebeu incentivos públicos, prejudicando a busca por alternativas.

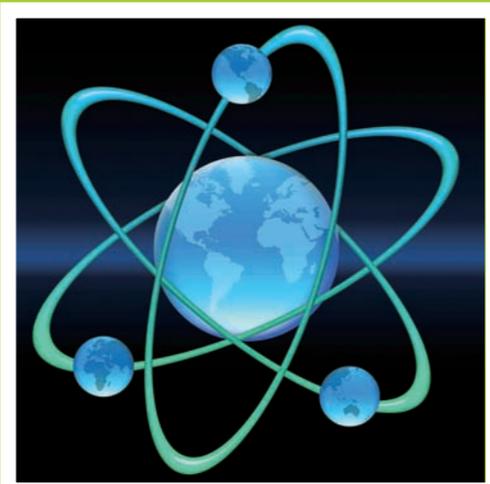
Vale à pena lembrar que o discurso crítico, com raras exceções, não é um discurso contra qualquer avanço tecnológico. Há exemplos de inovações tecnológicas, que vão desde simples máquinas de lavar até a Internet, com aceitação quase unânime.

As revoluções tecnológicas não terminaram no século passado. Também hoje, novas promessas tecnológicas estão em debate. Este caderno pretende discutir tendências que têm alguma coisa em comum: elas querem criar novas formas de matéria. Nada menos do que isso é a proposta da nanotecnologia de ciências genéticas. Os profetas destas novas revoluções prometem uma segunda criação, uma natureza 2.0. Não é pouca coisa. Os velhos sonhos da humanidade de melhorar e superar a natureza alcançam, assim, uma nova dimensão.

O debate público não está à altura destas perspectivas. Para o sistema político, os assuntos internos do Senado parecem mais importantes de que a regulamentação da nanotecnologia. E a introdução de novas plantas geneticamente modificadas parece para muitos um processo quase automático de avanço tecnológico. Inevitável e cheio de promessas, até hoje não comprovadas. Críticas à introdução de novas tecnologias muitas vezes são desqualificadas e tratadas como intromissão de atores não qualificados cientificamente, e que ameaçam a liberdade da ciência.

Isso, sem dúvida, é uma falsa discussão. Novas tecnologias têm impactos econômicos, sociais e culturais. A sociedade tem o direito de discutir esses impactos e decidir quais tecnologias queremos e para quais fins. “Politizar as novas tecnologias” é o lema que o pensador Laymert Garcia formulou. Este Caderno se propõe a fazer uma modesta contribuição neste sentido.

INTRODUÇÃO



“HOJE EM DIA, TUDO SE PASSA A UMA VELOCIDADE INCALCULÁVEL. HÁ QUEM DIGA QUE ESTAMOS TODOS DENTRO DE UM “TREM-BALA”, NO SENTIDO DE HAVER ALGO, OU ALGUÉM, QUE SE APODERA DE NOSSA CAPACIDADE DE IR MAIS DEVAGAR, E ENTENDER O MOMENTO DA CIVILIZAÇÃO QUE ESTAMOS VIVENDO, PRESERVAR NOSSA FORMA DE SER E NOSSA LIBERDADE, E SERMOS SERES HUMANOS, HOMENS E MULHERES, DONOS DE NOSSO PRÓPRIO TEMPO PARA PENSAR, DECIDIR, PARTICIPAR, CRIAR.” Alejandra Rotania (in memoriam)

A CONVERGÊNCIA TECNOLÓGICA¹ VEM SE CONFIGURANDO COMO UM NOVO PARADIGMA TECNOLÓGICO. TANTO PELO SEU POTENCIAL SINÉRGICO, QUE PROPICIA A JUNÇÃO DE DIFERENTES TECNOLOGIAS EM UM ÚNICO PRODUTO OU PROCESSO, QUANTO POR SUA ATUAÇÃO EM ESCALA NANOMÉTRICA². ESTA CARACTERÍSTICA VIABILIZA ARRANJOS NOS NÍVEIS ATÔMICO E MOLECULAR, COM ELEMENTOS QUÍMICOS, NATURAIS E SINTÉTICOS, PROMOVEDO MUITAS POSSIBILIDADES DE CONSTRUÇÃO DE MATÉRIAS-PRIMAS E PRODUTOS.

1- A ideia de Convergência Tecnológica conhecida pela Sigla NBIC (Nano-Info-Bio-Cogno) surgiu em 2001, durante workshop promovido pela Fundação Nacional de Ciências -NSF e o Departamento do Comércio dos Estados Unidos. O termo se refere às novas possibilidades de integração entre sistemas vivos e artificiais propiciados pela junção destas 04 tecnologias.

2- Um nanometro (nm) equivale à bilionésima parte de um metro (10E-9m). Para se ter uma idéia de tamanho, um fio de cabelo humano tem 80.000nm de largura e uma célula sanguínea de glóbulo vermelho tem aproximadamente 7.000nm de largura.

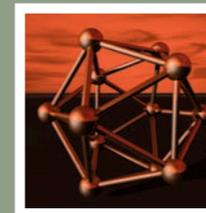
ESTIMA-SE QUE A CONVERGÊNCIA INFLUENCIARÁ A SOCIEDADE DE FORMA EXPRESSIVA NUM FUTURO PRÓXIMO, COM IMPACTOS, SOBRETUDO, NAS ÁREAS DE ALIMENTAÇÃO, SAÚDE E MEIO AMBIENTE. EMBORA ESTE CENÁRIO APRESENTE INCERTEZAS E DESAFIOS PARA A HUMANIDADE, OBSERVA-SE, QUE AS NOVAS TECNOLOGIAS PROSPERAM SEM MEDIDAS REGULATÓRIAS (EM DISCUSSÃO EM PAÍSES COMO ESTADOS UNIDOS, CANADÁ E NA UNIÃO EUROPEIA, ENQUANTO NO BRASIL O DEBATE É AINDA BASTANTE INCIPIENTE).

NESTE CENÁRIO DE POUCA INFORMAÇÃO SOBRE O ASSUNTO E COM CIRCULAÇÃO EM MEIOS RESTRITOS E EM LINGUAGEM EXCESSIVAMENTE TÉCNICA, INSERE-SE A IMPORTÂNCIA DESTE CADERNO. EM “CONVERGÊNCIA TECNOLÓGICA NUM MUNDO DESIGUAL: MEIO AMBIENTE, SAÚDE, TRABALHO E SOCIEDADE” SERÃO APRESENTADAS REFLEXÕES SOBRE AS POSSÍVEIS CONSEQUÊNCIAS ÉTICAS E SOCIOAMBIENTAIS DA EXPANSÃO TECNOLÓGICA NUM MUNDO GLOBALIZADO E ECONOMICAMENTE DESIGUAL.

DESDE O PRIMEIRO CADERNO BÖLL (2007/2008), OPTAMOS POR AGLUTINAR DIFERENTES IDEIAS, EM TORNO DE TEMAS RELEVANTES DA ATUALIDADE. NESTE SENTIDO, CADA CADERNO CONCENTRA A DISCUSSÃO EM UMA TEMÁTICA CENTRAL E CONTRIBUI COM OUTRAS IGUALMENTE IMPORTANTES. NESTA EDIÇÃO LIDAMOS COM AS NOVAS TECNOLOGIAS DENTRO DO CONTEXTO DA CONVERGÊNCIA TECNOLÓGICA E TRAZEMOS UMA ANÁLISE GLOBAL SOBRE MUDANÇAS CLIMÁTICAS DENTRO DE UMA PERSPECTIVA DE NOVOS ATORES QUE ESTÃO SE INSERINDO NESTE DEBATE.

ESTA PUBLICAÇÃO É FRUTO DE UM DINÂMICO E PROVEITOSO DIÁLOGO ENTRE A FUNDAÇÃO E ORGANIZAÇÕES PARCEIRAS E INSTITUIÇÕES PÚBLICAS E PRIVADAS. ESPERAMOS QUE CADA CADERNO EXPRESSE NOSSA CONTÍNUA BUSCA DE UMA REFLEXÃO CONJUNTA SOBRE TEMAS FUNDAMENTAIS DA SOCIEDADE.

01



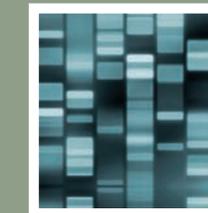
02



03



04



ÍNDICE

01 CONVERGÊNCIA TECNOLÓGICA NO MUNDO _PÁG. 12

CONVERGÊNCIA TECNOLÓGICA: UM NOVO PARADIGMA EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA? ■ Arianna Ferrari

GEOPIRATARIA: EM UMA ÉPOCA DE GRAVES CRISES, TRÊS NOVAS SOLUÇÕES TÉCNICAS PRETENDEM JOGAR COM GAIA ■ Pat Mooney

A PRIMAVERA SILENCIOSA DA NANOTECNOLOGIA ■ Sílvia Ribeiro

02 CONVERGÊNCIA TECNOLÓGICA E A SAÚDE DOS TRABALHADORES _PÁG. 48

CONVERGÊNCIA TECNOLÓGICA E SEUS IMPACTOS PARA A SOCIEDADE E ESPECIALMENTE PARA OS TRABALHADORES ■ Arline Sydneia Abel Arcuri

03 ASPECTOS REGULATÓRIOS E SOCIEDADE _PÁG. 64

PARTICIPAÇÃO E INFORMAÇÃO NA ERA DA NANOTECNOLOGIA ■ Eliane Moreira

ENTREVISTA COM PAULO MARTINS

04 AMPLIANDO PERSPECTIVAS _PÁG. 76

NANOBIOTECNOLOGIA: SAÚDE E PERCEPÇÃO DE RISCO NA SOCIEDADE DO CONHECIMENTO ■ Jonatas Ferreira

NOTAS CRÍTICAS (FEMINISTAS) SOBRE TECNOLOGIA E REPRODUÇÃO ■ Maria Betânia Ávila

OUTRAS ANÁLISES _PÁG. 95

BIBLIOGRAFIA _PÁG. 103

01

CONVERGÊNCIA TECNOLÓGICA NO MUNDO

COMO SEMPRE, AS NOVAS TECNOLOGIAS TRAZEM EM SEU BOJO, TANTO PROMESSAS DE AVANÇOS EM PROL DE UMA VIDA MELHOR, COMO TAMBÉM SUSCITAM DÚVIDAS E TEMORES QUANTO AOS SEUS IMPACTOS EM NOSSO COTIDIANO E NO FUTURO DA HUMANIDADE. A DISCUSSÃO É COMPLEXA. POR UM LADO, ABRE-SE A PERSPECTIVA DA REDUÇÃO DO CONSUMO DE RECURSOS NATURAIS E DE ENERGIA COM A INTRODUÇÃO DA TÉCNICA EM PRODUTOS JÁ CONHECIDOS; POR OUTRO, SÃO QUESTIONADOS SEUS IMPACTOS NA SAÚDE HUMANA, NO MEIO AMBIENTE E AINDA SOBRE O DESTINO DOS RESÍDUOS ORIUNDOS DOS PROCESSOS DE FABRICAÇÃO DE NANO PRODUTOS - POIS É SABIDO QUE, NA ESCALA MOLECULAR, A PROPRIEDADE DOS ELEMENTOS MUDA DE CARACTERÍSTICA DE FORMA IMPREVISÍVEL, O QUE PODERIA ACARRETAR DANOS IRREVERSÍVEIS AO PLANETA.

O POTENCIAL DA CONVERGÊNCIA TECNOLÓGICA É INCOMENSURÁVEL E ESTIMA-SE QUE, NOS PRÓXIMOS 20 ANOS, A CIÊNCIA, A ECONOMIA E O TRABALHO SOFRERÃO PROFUNDAS ALTERAÇÕES, COM IMPACTOS DIFERENCIADOS PARA OS PAÍSES DESENVOLVIDOS E EM DESENVOLVIMENTO, INTRODIZINDO DESAFIOS ÉTICOS FRENTE AO ENTENDIMENTO DA VIDA, TAL COMO A COMPREENDEMOS ATÉ O MOMENTO.

PARA COMPREENDER MELHOR SEU CONCEITO E SUAS MÚLTIPLAS IMPLICAÇÕES , CONTAREMOS COM A ANÁLISE DE ARIANNE FERRARI, DA TECHNICAL UNIVERSITAT DARMSTADT (ALEMANHA) E PAT MOONEY E SILVIA RIBEIRO DA ORGANIZAÇÃO CANADENSE EROSION, TECHNOLOGY AND CONCENTRATION (ETC) GROUP.

CONVERGÊNCIA TECNOLÓGICA: UM NOVO PARADIGMA EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA?

Arianna Ferrari *

A IDEIA DA “CONVERGÊNCIA TECNOLÓGICA” SURTIU EM 2001 DURANTE UM WORKSHOP PATROCINADO PELA NATIONAL SCIENCE FOUNDATION E PELO DEPARTAMENTO DE COMÉRCIO DOS EUA, E NÃO DEMOROU A SE TORNAR UM IMPORTANTE OBJETO DE REFLEXÕES ÉTICAS, SOCIOLÓGICAS E POLÍTICAS.

ESTA IDEIA RECEBEU ATENÇÃO NÃO APENAS DEVIDO À IMPORTÂNCIA DA POLÍTICA AMERICANA NA área das ciências, mas por ter sido apresentada como uma nova maneira de conceber a tecnologia e, por conseguinte, pelo impacto que gera em nossa sociedade e sobre a natureza. Após descrever as características do conceito de convergência, discutirei se é possível, e em que sentido, falar de um novo paradigma, analisando o contexto em que se desenvolveram estas ideias, destacando particularmente a noção de tecnociência.

O CONCEITO DE CONVERGÊNCIA

Convergência, em ciência e tecnologia, pode referir-se ao surgimento de conceitos de diferentes sistemas de conhecimento, à unificação de áreas de investigação previamente separadas, ao compartilhamento de práticas e dispositivos, ou a uma meta comum abordada de diferentes perspectivas. Muito embora esta ideia não seja nova no domínio científico, tendo surgido inicialmente na década de oitenta no âmbito do desenvolvimento da informática e das ciências computacionais,

a expressão “convergência tecnológica” foi cunhada primeiramente em 2001, durante o workshop patrocinado pela National Science Foundation Americana, cujos resultados foram compilados em um relatório pelo engenheiro Michail Roco e o sociólogo das religiões, William Sims Bainbridge (Roco and Bainbridge, 2002). O título de tal relatório é intrigante: “Converging Technologies for improving human performances: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science” (também denominado Relatório NBIC, uma vez que a convergência aqui é entendida como convergência de quatro áreas da tecnologia: nano, bio, info e cogno). A amplitude e diversidade dos objetivos atendidos por esta convergência tecnológica, que abrange desde a melhoria da saúde até a comunicação entre as pessoas, da melhoria da segurança nacional até a reorganização mais eficiente de todas as atividades humanas, facilmente cria no leitor do relatório a impressão de que a convergência de tecnologias seja a chave para um futuro diferente e melhor. A novidade desta ideia de convergência é representada por dois elementos:

Primeiro - as tecnologias agora convergem em direção a um mesmo objetivo, a melhoria dos desempenhos: não se tratam de simples domínios conectados entre si que abrem campos de aplicações interligados, mas, desde sua definição ontológica, já surgem como dirigidas a um mesmo objetivo. A convergência das tecnologias, então, se explica através de uma conceituação teleológica de ciência e tecnologia em que seu objetivo pré-estabelecido está situado fora do domínio da ciência (cf. Bensaude-Vincent 2009).

Segundo - a convergência se dá de baixo para cima, no que se refere ao nível empírico, pois, agora, a realidade parece redenhável em diferentes níveis¹. A convergência tecnológica promete unificar a primazia existente das biotecnologias com outras áreas emergentes e promissoras, em particular as nanotecnologias, que abrem a possibilidade não apenas de entender o nível atômico e molecular, mas também de transformá-lo e moldá-lo de uma nova maneira. “Shaping the world atom by atom” é o título de um relatório do NCST (US National Science and Technology Council), publicado em 1999. Neste relatório, a nanotecnologia é apresentada como a última fronteira do conhecimento científico, pois permite a manipulação da matéria a nível atômico. Como sugerido por Bensaude-Vincent (2009), o tema da fronteira é um “topos” bastante conhecido na política científica americana: já no início do século XIX, a imagem da conquista de um novo mundo caracterizava o surgimento da física atômica. Ao final da Segunda Guerra Mundial, o engenheiro americano Vannevar Bush, na época diretor da Agência de Pesquisa Científica e Desenvolvimento, celebrou seu entusiasmo pelas tecnologias no relatório “Science, the endless frontier” (Bush, 1945). A descoberta do mundo “nano” permite-nos não apenas conceber a matéria naquele nível, i.e., o atômico, mas, ao mesmo tempo, abre este nível a

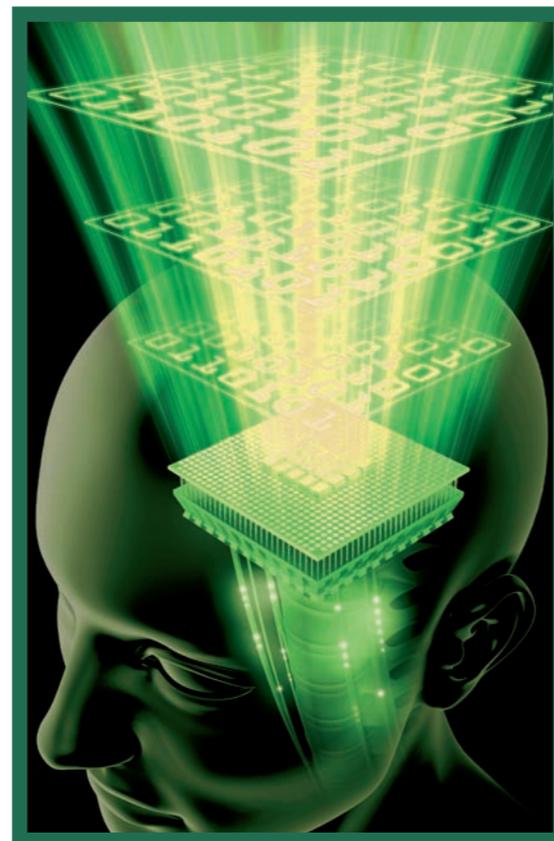
1- “A convergência de diversas tecnologias baseia-se na unidade da matéria em nano-escala e na integração tecnológica nesta escala.

Os elementos constituintes da matéria, fundamentais a todas as ciências, originam-se na nano-escala. Avanços revolucionários nas interfaces entre áreas da ciência e tecnologia previamente separadas agora permitem criar ferramentas de transformação essenciais às tecnologias NBIC. Desenvolvimentos na abordagem de sistemas, matemática e computação, em conjunto com NBIC, pela primeira vez nos permitem entender o mundo natural, a sociedade humana e a pesquisa científica como um complexo fortemente interligado de sistemas hierárquicos. Neste momento da evolução de conquistas técnicas, torna-se possível o aprimoramento do desempenho humano através da integração de tecnologias.” (Roco e Bainbridge 2002, p. ix).

a ciência cognitiva também exerce um papel importante, pois reinterpreta as ideias e visões do programa cibernético (cf. Dupuy, 2008) e destaca a possibilidade de transformar a sociedade e o ser humano, particularmente através do aumento de suas habilidades cognitivas

infinitas possibilidades de manipulação. Além disso, a ciência cognitiva também exerce um papel importante, pois reinterpreta as ideias e visões do programa cibernético (cf. Dupuy, 2008) e destaca a possibilidade de transformar a sociedade e o ser humano, particularmente através do aumento de suas habilidades cognitivas. No relatório NBIC, a convergência é representada como uma tendência espontânea de domínios emergentes, um tipo de revolução contínua em que domínios anteriormente diferentes e separados se reúnem, impulsionados por uma “necessidade histórica”. A ambiguidade é clara: de um lado, como já foi salientado anteriormente, as tecnologias convergem em nome de um objetivo externo, determinado pelos que elaboram a política; por outro lado, o fenômeno da convergência parece surgir espontaneamente dentro do progresso científico e tecnológico, não sendo forçado por nada, nem por ninguém.

Muito embora o relatório sobre a convergência tecnológica para a sociedade europeia do conhecimento, redigido pelo High Level Experts Group (HLEG), encomendado pela Comissão Europeia em 2004, prevendo a nova Onda de Tecnologia, proponha objetivos diferentes para a convergência tecnológica (denominada CTEKS²), quando comparado à visão do NBIC³, este documento compartilha a visão de que as tecnologias atualmente em surgimento parecem caracterizadas por uma abertura virtual e que, por conseguinte, devem ser orientadas, ou seja, desenvolvidas teleologicamente⁴ (HLEG 2004). Ainda que o relatório europeu estabeleça a visão de que a mudança tecnológica seja “para” a mente e “para” o



corpo, ao invés de intervir diretamente sobre estes como sugere o relatório americano⁵, e mesmo que na Europa a convergência tecnológica deva representar valores europeus comuns, claramente descritos como diferentes daqueles do outro lado do Atlântico, ambos compartilham a ideia de conhecimento como algo determinado por fatores externos e algo produzido. No caso norte-americano, as tecnologias emergentes são concebidas de modo mais claro e construídas sobre o modelo de gestão do conhecimento em que se descreve o progresso e, portanto, organizadas em estágios bem definidos (veja Roco e Bainbridge, 2002; Roco e Montemagno, 2004).

O relatório NBIC condensa muitas ideias e visões que caracterizam domínios tecnológicos novos e emergentes. Podemos até dizer que a ideia de convergência também representa a convergência de características e abordagens específicos da P & D contemporâneos.

O CONCEITO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA NA CONVERGÊNCIA TECNOLÓGICA

Na literatura atual sobre convergência tecnológica e, mais especificamente sobre nanotecnologia, existe um debate crescente em torno da questão se a convergência tecnológica representa emblematicamente uma forma de tecnociência. Este conceito foi inicialmente cunhado pelo filósofo belga Gilbert Hottois, ao final da década de setenta, para indicar um processo duplo de internalização da tecnologia na ciência: de um lado, a tecnologia torna-se um ambiente para a ciência, e de outro, representa a força que impulsiona a ciência (Hottois, 1984). A tecnociência difere das tradições ou modos antigos de conceber ciência e tecnologia por estar predominantemente voltada à produção de ferramentas e dispositivos, ao invés do aumento do conhecimento. Para Latour (1987), a tecnociência revela explicitamente a imprecisão da dicotomia sobre a qual a ciência alega basear-se, o Natural e o Artificial. Destaca a importância dos fatores tais como a política científica, finanças e sociedade como um todo, aspectos que, na modernidade, foram relegados a um espaço fora da ciência. Desde as décadas de setenta e oitenta, tem sido possível identificar um novo regime de produção de conhecimento movido não mais pela curiosidade sobre a natureza, mas sim pela busca das possibilidades de aplicação do conhecimento adquirido, que, além disto, é caracterizada por uma transdisciplinariedade e uma complexa rede de cooperação entre pesquisa pública e privada ao invés de um sistema rígido de disciplinas baseadas primordialmente na universidade (cf. Gibbons et al, 1994). Este novo regime é a expressão de uma epistemologia diferente, i.e., de um novo modo de entender o empreendimento científico e seus objetivos. Mais do que a busca por um conhecimento objetivo, na tecnociência a demanda por habilidades práticas e o direito de usar instrumentos são de importância central (cf. Nordmann, 2004; Forman, 2007).

2- CTEKS : sigla que corresponde a “ Converging Technologies for the European Knowledge Society”.

3- “Prioriza o estabelecimento de uma meta específica para a pesquisa em convergência tecnológica. Isto impõe desafios e oportunidades semelhantes para a pesquisa e a governança, permitindo a integração do potencial tecnológico, o reconhecimento de limites, a observância das necessidades, oportunidades econômicas e interesses científicos da Europa.” (HLEG 2004, p.19).

4-Sobre as diferenças entre as versões europeia e norte-americana de Convergência Tecnológica consulte Ferrari 2008.

5- Neste sentido, o programa NBIC tem sido acusado de estar “próximo demais” dos motivos trans-humanistas pois alguns de seus promotores são os próprios trans-humanistas (HLEG, 2004), ou, como escreve Coenen: “A iniciativa NBIC nos EUA é um ponto de referência importante para os trans-humanistas por duas razões: por um lado, o destaque do “aprimoramento humano” e a consideração das visões pós-humanistas de grande alcance em seu programa visionário e, de outro, a proximidade de alguns de seus membros do trans-humanismo organizado.”(Coenen, 2007, p. 4)

no contexto da pesquisa nanotecnológica e, de forma mais geral, da agenda da convergência tecnológica, a ideia de aprimorar a natureza (os seres vivos, o meio-ambiente e o ser humano) é muito expressiva. Esta ideia é viabilizada precisamente pela concepção de natureza como algo fundamentalmente flexível e cambiável

fica novamente muito evidente na nanotecnologia, que pretende redesenhar os componentes básicos da realidade, a matéria, superando limitações e escassez, obstáculos fundamentais (também na lógica capitalista), bem como a substituição do fazer alguma coisa pela busca da verdade. Além disto, a ideia de convergência, precisamente devido ao seu caráter teleológico, parece construída sobre um tipo de aliança entre necessidades e valores sociais e a habilidade técnica de manipular o mundo. No caso da convergência NBIC, os objetivos foram estabelecidos pelas elites governantes e são descritas como um fato ou como um tipo de desenvolvimento espontâneo advindo diretamente das ciências naturais. Em comparação, a abordagem europeia do CTEKS tende a convocar um engajamento da sociedade europeia através do estabelecimento de objetivos comuns para este desenvolvimento (veja também o próximo parágrafo), e assim configurando a ciência e tecnologias emergentes como veículos para a construção de uma identidade europeia (Nordmann, 2009).

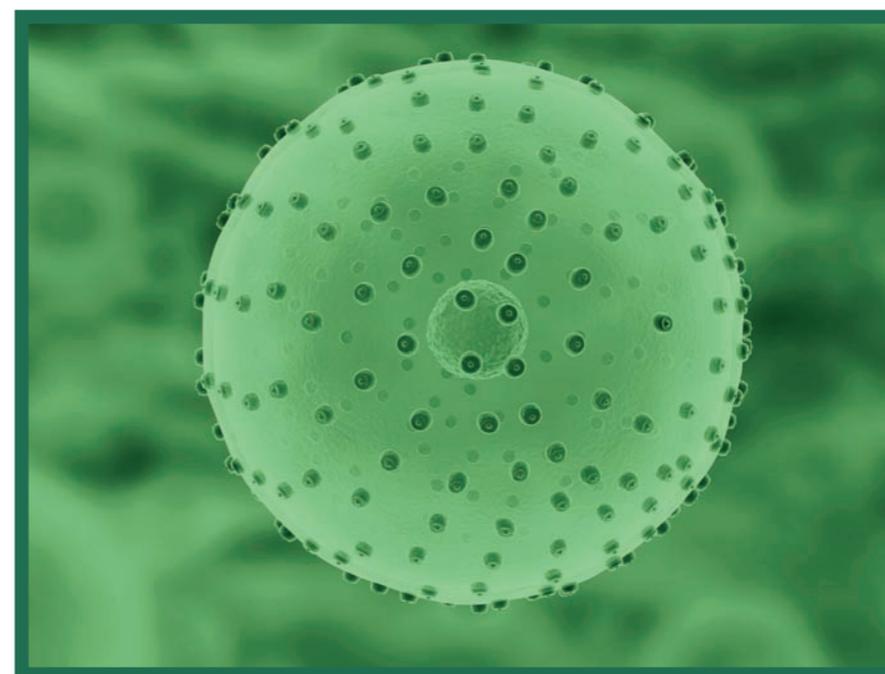
As tecnociências emergentes não mais se dedicam ao conhecimento de uma realidade externa a nós ou dos limites epistemológicos do nosso conhecimento, mas, ao contrário, selecionam o que precisam e orientam sua pesquisa em direção à funcionalidade. Não importa o que seja a realidade, se pudermos mudá-la e remoldá-la conforme nossas necessidades, estaremos cumprindo a tarefa da ciência. Este é, precisamente, o objetivo e o profundo significado da convergência: as tecnologias convergentes não apenas se aproximam mais umas das outras, elas “querem” convergir; convergem porque estão voltadas para objetivos comuns. Este conceito baseia-se numa concepção particular de natureza: a natureza é descrita como uma reserva de forças espontâneas, de processos autônomos (isto é bastante visível no caso da abordagem “de baixo para cima” da nanotecnologia) e, ao mesmo tempo, como algo mecânico composto por motores e máquinas. A natureza tecnocientífica é ambas as coisas: algo plástico, ou seja, algo que pode ser mudado e remodelado em todos os aspectos – uma ideia que certamente tem sido a tendência por muito tempo, começando com a biotecnologia – e algo que tem as características do engenheiro, que constrói e modela seus próprios componentes de forma contínua (Ferrari, 2009b). A estratégia consiste na combinação do reducionismo somado ao reconhecimento da imprevisibilidade. Além disto, no contexto da pesquisa nanotecnológica e,

As características descritas da tecnociência parecem encaixar-se perfeitamente no caso da convergência tecnológica. A orientação teleológica reinterpreta a primazia da aplicação sobre o conhecimento, do fazer sobre o compreender: estas tecnologias parecem ser caracterizadas por um forte intervencionismo sobre a matéria, por uma versão forte do operacionalismo (Bensaude-Vincent, 2009). Este fenômeno

de forma mais geral, da agenda da convergência tecnológica, a ideia de aprimorar a natureza (os seres vivos, o meio-ambiente e o ser humano) é muito expressiva. Esta ideia é viabilizada precisamente pela concepção de natureza como algo fundamentalmente flexível e cambiável. Devido a estas características, a convergência tecnológica e as tecnociências representam uma nova forma de conceber a pesquisa científica e tecnológica.

O CONTEXTO DE DESENVOLVIMENTO DA CONVERGÊNCIA TECNOLÓGICA

Tendo analisado as ideias e visões epistemológicas que orientam a convergência tecnológica a fim de responder à questão de poder ou não considerá-la um novo paradigma, é importante levar em consideração o contexto social e político em que esta se desenvolve. Um paradigma pode ser visto como arcabouço filosófico ou teórico de qualquer espécie⁶, baseado na formulação de leis, teorias e conceitos que o sustentam. Em “Structure of the Scientific Revolutions” (1962) Thomas Kuhn descreve um paradigma como um conjunto de práticas e ideias que sustentam uma teoria científica em determinado período de tempo. Como já foi assinalado, ao considerarmos as características epistemológicas da convergência tecnológica, parece que estamos nos confrontando com um novo marco do pensamento sobre ciência e tecnologia, ou seja, um marco tecnocientífico. Mas serão os valores e a fonte de inspiração da tecnociência realmente tão novos assim?



6- Veja, por exemplo, a definição do dicionário Webster online, acessando <http://www.merriam-webster.com/dictionary/paradigm>

A ideia da primazia da aplicação sobre o conhecimento, isto é, a contaminação da ciência com motivos utilitários, não apenas parece um desenvolvimento interno da P&D científicos, mas também atende às necessidades das economias capitalistas, que são voltadas para o aumento da eficiência como a força que impulsiona a competitividade e o lucro. Na agenda política da União Europeia, a Agenda de Lisboa, que define as metas políticas mais amplas, tais como tornar-se a mais competitiva economia do conhecimento até 2020, o conceito de uma economia baseada na produção e gestão adequada do conhecimento (a Economia do Conhecimento⁷) passa a ter uma importância fundamental (Lisbon European Council 2000). O conhecimento, que representa a base da ciência e da tecnologia, é considerado uma forma de capital do qual depende o desenvolvimento futuro e, portanto, deve ser otimizado, atendendo à imposição de metas externas, mas também deve contar com forte aceitação social.

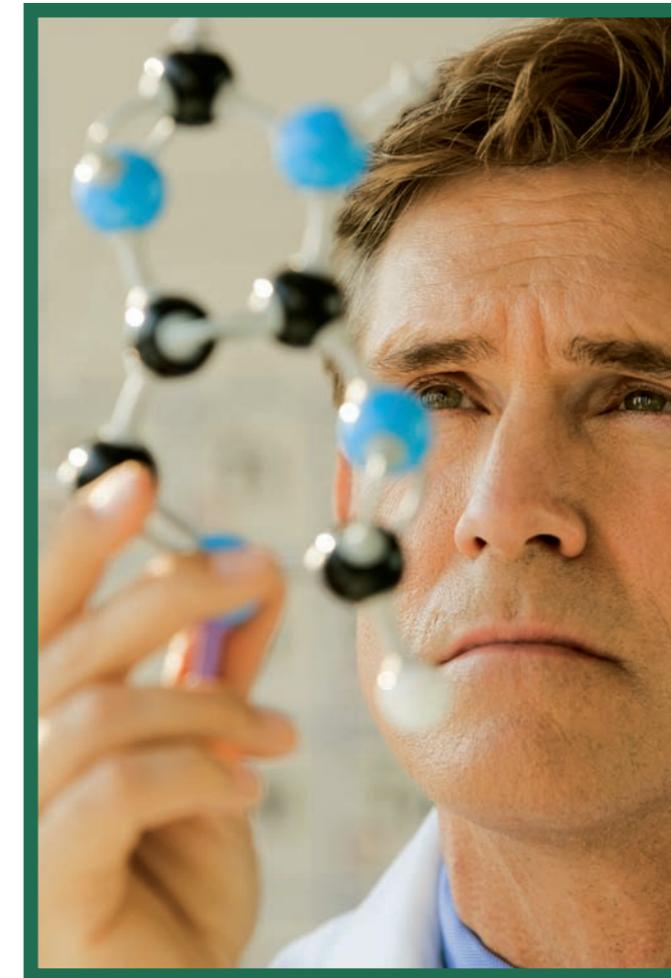
Considerando a nanotecnologia, a criação de um solo fértil para a aceitação desta tecnologia na sociedade é um passo importante a ser dado na pela governança. Isto é especialmente verdadeiro dentro da União Europeia, uma vez que a cultura europeia parece ser tradicionalmente mais relutante a se abrir ao entusiasmo gerado pelas tecnologias, em comparação aos EUA, onde este interesse é expressivo. Em 2008, a Comissão Europeia formulou um código de conduta voluntário para a P&D em nanotecnologia, que foi interpretado como essencial para proporcionar um desenvolvimento responsável da nano⁸. O desenvolvimento responsável é o desenvolvimento científico e tecnológico que respeita a sustentabilidade, que assume responsabilidades e cuja trajetória foi traçada de modo a produzir um engajamento do público. A importância do engajamento público é evidente no princípio do “significado” (meaning), que pressupõe que a nano-pesquisa deve ser compreensível para o público, e no princípio da “inclusão” (inclusiveness), que significa que todas as partes interessadas devem participar do diálogo comum. É interessante notar que o modelo de engajamento público é amplamente influenciado pela abordagem da responsabilidade social corporativa, na qual os diversos atores são definidos como “partes interessadas” (*stakeholders*), isto é, são defensores de interesses específicos que tendem a promover com sua atuação (eventualmente desprezando os interesses de outros, cf. Ferrari, 2009b). Enquanto há várias iniciativas promovendo o engajamento público em nanotecnologias patrocinadas tanto pela Comissão Europeia quanto por governos nacionais (cf. Gavelin, Wilson e Doubleday, 2007)⁹, o engajamento em convergência tecnológica ainda está em seus primórdios. Em contraste, a política americana é mais orientada para um compromisso geral com a sustentabilidade,

7- Este conceito foi desenvolvido no final da década de sessenta para indicar o uso de tecnologias visando a produção de benefícios econômicos (cf., por exemplo, Drucker, 1988). Segundo este conceito, o conhecimento é considerado um importante recurso econômico, pois pode fazer toda a diferença na determinação do preço de produtos, e o capital humano, descrito como sendo as competências dos empregados, exerce um papel importante (cf também Ferrari 2009⁹). 5- Neste sentido, o programa NBIC tem sido acusado de estar “próximo demais” dos motivos trans-humanistas pois alguns de seus promotores são os próprios trans-humanistas (HLEG, 2004), ou, como escreve Coenen: “A iniciativa NBIC nos EUA é um ponto de referência importante para os trans-humanistas por duas razões: por um lado, o destaque do “aprimoramento humano” e a consideração das visões pós-humanistas de grande alcance em seu programa visionário e, de outro, a proximidade de alguns de seus membros do trans-humanismo organizado.”(Coenen, 2007, p. 4)

8- Trata-se de um código voluntário, baseado em princípios, isto é, um código que não é legalmente compulsório, nem se trata de exigência regulamentar ou de algum organismo licenciador; enumera os princípios que as empresas se comprometem a cumprir ao desenvolver e aplicar a nanotecnologia. Ademais, não é tão detalhado a ponto de prescrever regras e normas a serem cumpridos pelas empresas, mas sua aplicação é possível a diversos setores da atividade econômica (não é específico para determinado setor ou atividade), uma medida para avaliar responsabilidade legal em direito civil e criminal (isto é, responsabilidade civil não contratual). Além disso, a adoção de um código pode afetar outras áreas do Direito.

citada como quarto objetivo do Plano Estratégico do US National Nanotechnology Initiative¹⁰. Comum às duas políticas, a europeia e a norte-americana, é a tendência a definir valores como responsabilidade, sustentabilidade ou precaução de maneira muito vaga, um fenômeno facilmente observado, pois as formulações são muito genéricas e nenhum exemplo concreto é oferecido.

Bensaude-Vincent (2009) descreve duas grandes características da governança tecnocientífica: por um lado, há uma primazia do nível local, e conseqüentemente, o abandono progressivo dos postulados universais da ciência e da política científica, e, por outro, observa-se a concretização da condição perpétua de experimentação na sociedade que mobiliza diversos atores, virtualmente todos sendo partes interessadas. A primeira característica é evidente na tendência previamente descrita e observada na Europa: onde o código de conduta da nanotecnologia é percebido como voluntário, permanece muito genérico e precisa ser especificado e adaptado às condições particulares de determinada área geográfica¹¹. O segundo elemento é também bastante ligado à necessidade de engajamento público e ao reconhecimento da imprevisibilidade de alguns fenômenos. O aspecto comum é o fato de que estamos enfrentando algumas mudanças potenciais causadas pela ciência e tecnologia, mas não podemos prever totalmente seus efeitos e implicações. A situação de incerteza



9- Em 2004, a União Europeia proclamou o público ao diálogo sobre questões científicas (Comissão Europeia 2004) e, no contexto do 6º Programa-Quadro, grandes projetos foram iniciados a fim de explorar diferentes formas de envolver os cidadãos no diálogo e participação (veja Programa de Ciência e Tecnologia, <http://ec.europa.eu/research/science-society/index.cfm?fuseaction=public.topic&id=356>. Especialmente no Reino Unido, têm sido realizadas muitas atividades visando o engajamento público neste debate (um debate construtivo e pro-ativo sobre o futuro da nanotecnologia) (como Nanojury UK, Nanodialogues e diversas outras iniciativas organizadas pelo Nano Engagement Group).

10- Os três primeiros objetivos desta iniciativa são: a) desenvolver um programa de pesquisa e desenvolvimento de categoria mundial; b) incentivar a transferência de novas tecnologias a produtos de aproveitamento comercial e público; c) desenvolver e manter recursos educacionais para uma força de trabalho capacitada, assim como apoiar a infraestrutura e ferramentas para o desenvolvimento da nanotecnologia (National Nanotechnology Initiative 2007).

11- Bensaude-Vincent (2009) explica o caso da grande “área nano” na região de Grenoble, denominada Minatéc (inicialmente denominada Micro and Nanotechnology Innovation Centre), que, no início, foi contestada por grande parte da opinião pública, mas, aos poucos, foi ganhando consenso, também devido às iniciativas de engajamento público (como, p. ex., a Nanoviv, organizada pela associação Vivagora, cf. <http://www.vivagora.org/spip.php?rubrique30>).



A convergência tecnológica refere-se à tecnociência devido às suas características epistemológicas, por afirmar a primazia do fazer sobre o saber, e por tender a se comprometer com a necessidade de transformar a natureza para alcançar metas estabelecidas

consideração o contexto social e político em que esta se desenvolve. A governança da convergência tecnológica certamente pode ser considerada um reflexo dos valores e crenças de nossa época, por duas razões. Primeiro, e antes de tudo, a convergência tecnológica refere-se à tecnociência devido às suas características epistemológicas, por afirmar a primazia do fazer sobre o saber, e por tender a

precisa mobilizar tanto os especialistas da ciência quanto o público, pelo menos no nível formal de diversas iniciativas.

A insatisfação com este tipo de política tem sido demonstrada por várias ONGs e estudiosos independentes que se mobilizaram em diversas ocasiões para denunciar a função de álibi de um código de conduta que funciona apenas em base voluntária e o fato de que as decisões envolvendo risco de novos materiais não serem verdadeiramente inspiradas no princípio da precaução, mas pelo vislumbre de lucro¹² (NanoAction 2007; IUF 2007; cf. Foladori e Invernizzi, 2008).

CONCLUSÃO

Tendo analisado as ideias e visões epistemológicas que orientam a convergência tecnológica a fim de responder à questão de poder ou não considerá-la um novo paradigma, é importante levar em

se comprometer com a necessidade de transformar a natureza para alcançar metas estabelecidas. Segundo, pode ser considerada como resultado de uma sofisticada aliança entre as realizações factuais da ciência e tecnologia e as necessidades de uma economia capitalista (neo)liberal, como o aumento da competitividade e eficiência, o melhor controle sobre o meio-ambiente e os seres vivos e o aumento das possibilidades de comunicação. O operacionalismo embutido na tecnociência torna-se a orientação geral e fonte de inspiração de processos científicos e tecnológicos, que agora pretendem parcialmente ser construídos a partir das necessidades de virtualmente todos os interessados, e que se apresentam como resultado de um processo (“ético”) virtuoso de modelagem recíproca entre sociedade e ciência. Embora as iniciativas de engajamento público certamente correspondam a uma importante conquista da governança tecnocientífica contemporânea, muitas questões ainda estão em aberto: O que significa engajamento público concretamente? Como podem os desejos e necessidades de todas as partes interessadas ser verdadeiramente levados em consideração? Tal mudança afeta o processo atual de tomada de decisões e, em caso positivo, como? O debate ainda carece de uma ampla análise das origens dos ideais tecnocientíficos, assim como de sua relação com as grandes transformações históricas e socioeconômicas pós-Segunda Guerra Mundial, temas que certamente oferecem solo fértil para interessantes pesquisas. A principal questão relacionada à convergência tecnológica continua sendo de ordem muito geral: Como a sociedade pode ser realmente integrada neste processo? Será a convergência tecnológica um processo voltado para a promoção de uma nova consciência da co-evolução de ciência e sociedade, conforme sugere o CTEKS europeu, ou visa a transformar a sociedade a fim de promover o “progresso” tecno-científico, conforme parece sugerir o programa norte-americano? Além disto, ainda precisa ser esclarecido como deverá ser preenchida a lacuna existente entre as representações teóricas da ciência e tecnologia e a prática.

Por esta razão, a resposta definitiva para a questão se a convergência tecnológica equivale ou não a uma nova forma de paradigma continua sendo difícil; qualquer que seja a resposta, parece que algumas características distintas das tecnociências estão agora combinadas de forma diferente do que em programas científicos anteriores: p. ex., a estreita aliança entre operacionalismo, ímpeto de design (o conceito segundo o qual queremos redesenhar o mundo através da ciência e tecnologia) e conotação teleológica – estas características não aparecem pela primeira vez no século XXI, mas seus sinais já são vistos em séculos anteriores (cf. Besaunde-Vincent, 2009)¹³. A convergência tecnológica, portanto, pode ser considerada uma expressão dos valores econômicos e sociais de nossa sociedade contemporânea e de linhas de interpretação desenvolvidas após a Segunda Guerra Mundial que agora se apresentam em combinação com a miragem de uma produção sustentável e responsável.

12- “A análise das implicações da nanotecnologia pelas Ciências Sociais deveria acontecer paralelamente à das Ciências Ambientais e da Saúde. Seu impacto social, a avaliação ética, igualdade, justiça e preferências individuais comunitárias deverão orientar a alocação de recursos públicos em pesquisa. Uma proporção significativa desta pesquisa deveria ser baseada na comunidade e estruturada de forma a incentivar a participação pública. (...) O excessivo financiamento da pesquisa militar verificado atualmente e o parco financiamento destinado aos desafios sociais da nanotecnologia e ao eventual risco que representam para a saúde pública, trabalhadores e o meio-ambiente é inaceitável.” (NanoAction, 2007, p.10).

13- Ainda falta, a este debate, uma reconstrução histórica sistemática destas idéias.

**GEOPIRATARIA:
EM UMA ÉPOCA DE GRAVES
CRISES, TRÊS NOVAS SOLUÇÕES
TÉCNICAS PRETENDEM
JOGAR COM GAIA
Pat Mooney, Grupo ETC ***

COM O CHOQUE DE NOSSAS DIVERSAS CRISES SOBREPOSTAS (TAL COMO SÃO PERCEBIDAS POPULARMENTE) — COLAPSO ECONÔMICO, CAOS CLIMÁTICO, ALTAS DE PREÇOS DO PETRÓLEO E DOS ALIMENTOS — OS GOVERNOS ESTÃO À PROCURA DE SOLUÇÕES RÁPIDAS E INDOLORES, E A INDÚSTRIA ESTÁ OFERECENDO UMA SÉRIE DE SOLUÇÕES TÉCNICAS (“TECHNO-FIXES”) E MODIFICAÇÕES ESTRUTURAIS QUE CONSTITUEM NOVAS AMEAÇAS NÃO SOMENTE PARA AS COMUNIDADES INDÍGENAS E RURAIS, MAS PARA A PRÓPRIA GAIA.

No início da década de 1990, quando os governos presentes à ECO '92 conversaram, com entusiasmo, a respeito da “bioprospecção” como um meio para preservar e capitalizar o conhecimento indígena, o Grupo ETC (naquela altura, RAFI) cunhou o termo “biopirataria” — argumentando que o novo interesse em conservar a biodiversidade era capaz de acelerar a aniquilação do conhecimento e dos recursos naturais indígenas. Estávamos certos.

Na atual era do “tratamento de choque”, não é apenas a biodiversidade, mas a própria Gaia que está sendo atacada. Propostas sinceras de aplicar a geoengenharia para salvar o planeta da crise climática equivalem à geopirataria global, na qual alguns países — ou um único país — ou mesmo um filantropista arrogante — poderiam usar novas tecnologias para manipular o termostato global. Em uma segunda, quase igualmente maciça forma de geopirataria, a indústria argumenta que a crise dos

alimentos e dos combustíveis (em particular no contexto das mudanças climáticas) exige que se vá além da conservação e do uso responsável da diversidade biológica a fim de explorar cada átomo existente de “biomassa”, conduzindo a uma nova economia do carboidrato — possibilitada pela biologia sintética — dentro da qual açúcares vegetais podem ser convertidos em alimentos ou combustíveis ou plásticos de acordo com as necessidades do mercado. Os Gigantes Genéticos afamados pela biopirataria estão se fundindo com indústrias químicas e companhias energéticas em uma tentativa de se tornarem nossos novos “Biomestres”¹. A ameaça mais imediata se dirige às comunidades indígenas e rurais no Sul global. Acima do controle da natureza viva, a indústria está propondo aplicar a nanotecnologia, que permitirá uma terceira forma de geopirataria, para controlar os componentes que constituem toda a natureza viva e não-viva — os elementos da tabela periódica, os átomos e moléculas que são a base de tudo. Além da ofensa a Gaia, há graves implicações para o comércio mundial de *commodities*, cujo impacto atingirá desproporcionalmente o Sul global.

Estas novas formas de geopirataria exigem uma cumplicidade entre o governo e a indústria a fim de salvaguardar os investimentos e dar-lhes garantia contra o fracasso da tecnologia.

BANG — AS IMPLICAÇÕES DA CONVERGÊNCIA TECNOLÓGICA EM NANOESCALA:

De Bruxelas a Beijing, há crescente consenso científico e apoio político para a convergência de disciplinas primordiais em nanoescala (um bilionésimo do metro). Os átomos e moléculas são um denominador comum entre a biologia, a física e a química e podem ser manipulados nesta escala. A isso denominamos a Teoria do Pequeno BANG — argumentando que, no nível prático e tecnológico, esta convergência significa convergência de Bits, Átomos, Neurônios e Genes. Aqui estão, em linhas gerais, algumas das suas implicações sociais e ambientais...

BANG — VOCÊ É QUEM PERDE! CORPORATIVISMO:

As próximas décadas sofrerão com uma deterioração rápida do meio-ambiente que causará impacto direto sobre a saúde e o bem-estar tanto do Norte como do Sul. Por causa do “choque” em cascata das crises climática, alimentícia e financeira, os governos e as empresas convergirão como nunca o fizeram antes a fim de encorajar a aceitação maciça de soluções tecnológicas de alto risco para combater esses problemas. Argumentarão que a BANG — a convergência da biologia, física e química na nanoescala — é a nossa única salvação e que essa convergência exige uma parceria sem precedentes com enormes consórcios industriais, desta forma anulando as regras da concorrência, reforçando

* Pat Mooney é diretor-executivo do ETC Group e especialista em biodiversidade agrícola e em impactos de novas tecnologias na sociedade.

1- N.T.:O autor faz um jogo de palavras em “*Biomasters*”, referindo-se aos “novos donos da biomassa”.



A vida está sob controle. As 10 maiores empresas globais já controlam dois-terços ou mais das sementes proprietárias e a mesma proporção dos produtos biotecnológicos; 65% dos fármacos animais e 55% dos fármacos humanos. Descendo pela cadeia alimentar, 10 companhias controlam 26% das vendas de alimentos e bebidas comerciais e 40% das vendas de alimentos no varejo (das 100 maiores companhias apenas)



monopólios de patentes e regulando sociedades. Em pânico e confusa, a maioria das pessoas se renderá a este tratamento de choque. As organizações da sociedade civil (OSC) — de foco setorializado e cerceadas pelo financiamento — não dispõem do equipamento necessário para perceber as dimensões da ameaça da BANG e podem não demonstrar a criatividade e pensamento estratégicos de longo prazo necessários para enfrentar este desafio multifacetado.

BANG — VOCÊ FOI ENGANADO! A GEOENGENHARIA DE GAIA:

Os governos não têm a coragem — ou a permissão da indústria — para cortar pela raiz o caos climático. As mudanças climáticas tornarão mais vulnerável nosso sistema alimentar já frágil e uma gigantesca maioria dos 450 milhões de fazendas do mundo serão abandonadas ou fundidas entre si. As grandes corporações passarão da intensa exploração do petróleo à intensa exploração do solo² na tentativa de capturar os 76% da biomassa mundial que ainda não foi comodificada. À medida que a biologia sintética substitui a biotecnologia na transformação de matérias vivas, conglomerados proporão gigantescos planos de geoengenharia para desviar a luz solar e/ou sequestrar os gases do efeito estufa. Algumas dessas iniciativas já foram deslanchadas. Confrontadas com a realidade de profundos danos ao meio-ambiente, as OSCs e a sociedade estarão mais dispostas a aceitar a energia nuclear e a geoengenharia como o menor de muitos males.

BANG! — VOCÊ FOI GARFADO! A TECNOLOGIA DOMINA O COMÉRCIO:

A vida está sob controle. As 10 maiores empresas globais já controlam dois-terços ou mais das sementes proprietárias e a mesma proporção dos produtos biotecnológicos; 65% dos fármacos animais e 55% dos fármacos humanos. Descendo pela cadeia alimentar, 10 companhias controlam 26% das vendas de alimentos e bebidas comerciais e 40% das vendas de alimentos no varejo (das 100 maiores companhias apenas). Este domínio, porém, refere-se somente a 24% da biomassa global anual que foi comodificada. Uma nova configuração das maiores empresas químicas, energéticas e agro-biotécnicas do mundo está migrando para a biologia sintética a fim de comodificar os 76% restantes da biomassa global que ainda permanece fora do alcance do mercado. Um punhado de poderosas empresas de gerenciamento do genoma e de dados (inclusive a Microsoft e a IBM) acredita que o controle final da natureza caberá àqueles que gerenciam seus dados e manipulam seus genomas. Perpassando muitos desses setores econômicos, há apenas seis empresas que já controlam quase a totalidade mundial do DNA vegetal, das sementes, dos agroquímicos e da biotecnologia identificados como “prontos para o clima”. A convergência tecnológica ao nível da nanoescala torna incerto o futuro de todas as matérias primas — quer sejam minerais ou vivas. Com o tipo certo de manipulação em nanoescala, pelo menos em tese, o níquel e o cobalto poderiam substituir a platina, a areia poderia

2- NT: O autor usa a expressão “Big Oil to Big Soil”.

substituir o cobre, a gramínea *Panicum virgatum* (switchgrass) poderia substituir o petróleo saudita. A indústria mundial de plásticos, que vale US\$ 1.8 trilhões, poderia ser cultivada na África — ou não.

BANG — VOCÊ FOI CLONADO! APRIMORAMENTO DO DESEMPENHO HUMANO:

As drogas para as pessoas que estão bem de saúde são muito mais lucrativas do que os remédios para as pessoas que estão doentes. Quem está bem nunca fica melhor, não pára de ganhar dinheiro, não desperta pena nos outros e pode ser transferido para outros regimes de drogas que prometam ainda mais. Em um mundo em crise financeira, competição pelo emprego e crescentes ameaças climáticas e químicas, torna-se gigantesco o mercado para as HyPEs (drogas para o aprimoramento do desempenho humano). Milhares de pessoas já se submetem a cirurgias plásticas todos os anos. Milhões mais estão ansiosas para superar limitações reais ou imaginadas. O mapeamento do genoma já se torna um grande negócio na medida em que todos lutam para maximizar seu potencial. Já são acachapantes as implicações para aqueles que não desejam o aprimoramento — ou que não podem pagar por ele. Serão considerados humanos aqueles que “ficarem para trás”? Como as famílias se adaptarão a um primogênito que é homo sapiens versão 2.0 quando o segundo filho é a versão 2.3? Como crescerão as crianças com pais “inferiores”? Estaremos dispostos a aceitar upgrades por meio de implantes cocleares? Quem tem acesso ao botão de enviar/receber no implante? Será que as HyPEs promoverão a inclusão dos deficientes, ou os excluirão da sociedade?

BANG — OPA! AS FALHAS TÉCNICAS NÃO SÃO UM EMPECILHO PARA OS LUCROS:

Pelo menos as primeiras gerações de produtos agrícolas geneticamente modificados não deram certo. Alguns argumentarão que foram introduzidos no mercado muito apressadamente para satisfazer o capital de risco. Outros argumentam que transmigrar genes de uma espécie para a outra sempre será ciência malfeita. Do mesmo modo, a biologia sintética – que trata a vida como peças de Lego – também pode vir a fracassar. Formas de vida autoreplicantes criadas pelo homem podem tender a sofrer acidentes em escala global. A fabricação em nanoescala a partir de um computador pode demonstrar ser muito mais difícil, mais consumidora de energia ou, de qualquer maneira, mais cara do que a indústria hoje suspeita. Nanopartículas pequenas demais para serem detectadas pelo sistema imunológico – e capazes de passar pela barreira hematoencefálica e a placenta – podem vir a gerar um escândalo de vulto semelhante ao da talidomida. A história demonstra que é preciso ao menos uma geração para que uma nova tecnologia primordial revele seus defeitos originais. Mas, e daí? A indústria de biotecnologia, que vale US\$ 78 bilhões, está dando lucros agora. Ciência malfeita e tecnologias ruins ainda podem dar lucro se os governos tiverem (des)regulamentado um ambiente propício e a concorrência tiver sido intimidada de modo a submeter-se ou extinguir-se.

Uma vez que a tecnologia tenha criado um novo oligopólio, a tecnologia deixa de ser relevante. Todas as tecnologias aqui descritas podem, afinal de contas, ser fracassos. Este fato não necessariamente impediria que fossem usadas e abusadas.

Agora, uma visão geral de três tecnologias inter-relacionadas...

GEOENGENHARIA

Considerando a Revolução Industrial como prova do princípio de que a geoengenharia “funciona”, os estados cuja busca da afluência vem causando o caos climático – os quais negaram e atrasaram a ação nas vésperas da crise, os quais jamais puseram em risco seus privilégios para ajudar os mais pobres – estão unilateralmente contemplando transformações planetárias não-testadas que, alegam, serão exercidas de forma igualitária pelo bem de todos. Enquanto os países industrializados reservaram US\$ 72 bilhões para sua própria adaptação climática, estão oferecendo a balela de US\$ 400 milhões às vítimas tropicais e subtropicais que sofrem 90% dos danos econômicos e 99% dos óbitos. Há qualquer justificativa — na outrora verdejante terra de Deus — para que os marginalizados confiem nos poderosos que detêm o controle do termostato planetário?

Descrição: Geoengenharia refere-se a técnicas intencionais, de larga escala, para manipular a terra e seu clima. De acordo com os que defendem a geoengenharia, o caos climático está-se acelerando muito acima de qualquer expectativa e alguns “pontos críticos” cruciais podem já ter sido ultrapassados.

Além disso, os governos não têm a vontade política para tomar decisões impopulares e, menos ainda, de fazê-lo em meio à depressão global. Embora profundamente lamentável e certamente perigoso, a humanidade precisa de um auxílio tecnológico, dizem os tecno-otimistas: a tecnologia nos pôs nessa encrenca e a tecnologia pode nos tirar dela. Manipulações estratégicas de regiões terrestres, aquáticas e/ou estratosféricas podem solucionar nossos problemas ou, pelo menos, nos ajudar a ganhar tempo. Este não é o momento adequado para retórica ou recriminações inúteis. Entre as tecnologias que os geoengenheiros estão examinando: (1) Fertilização dos oceanos: verter nanopartículas de ferro nos oceanos para estimular florescências de algas a sequestrar o CO₂, embora uma dúzia de experimentos público-privados não tenha conseguido provar sua eficácia; (2) Sulfatos estratosféricos: pesquisadores americanos estão examinando a hipótese de bombardear um jato contínuo de sulfato em aerossol para bloquear a luz do sol sem reduzir as emissões de gases do efeito estufa; (3) Branqueamento das nuvens: pesquisadores do Reino Unido estão pensando em “aprimoramento do albedo” para aumentar a refletividade das nuvens e reduzir a absorção do calor à medida que oceanos mais

escuros substituem o gelo ártico; (4) Biocarvão (“restos” de colheitas queimadas): a estratégia da “terra esturricada” da indústria para sequestrar o CO₂, a qual consome vastos recursos de biomassa; (5) Árvores sintéticas: grandes áreas terrestres cobertas por gigantescos pilares de madeira para sequestrar o CO₂; (6) produtos agrícolas “prontos para o clima” — vastas colheitas e plantações de agrocombustíveis geneticamente uniformes e protegidas contra o Terminator (i.e., estéreis) com tolerância ao estresse aumentada e (teoricamente) com capacidade de fixação do CO₂.

Escala e linha do tempo: A escala não aumentará mais e a linha do tempo é agora. O aquecimento global já mata 3 milhões de pessoas por ano e causa perdas e danos da ordem de US\$ 125 bilhões. Desde o último relatório do IPCC³ e de alertas calamitosos do Relatório Stern do Reino Unido, soluções tecnológicas que eram consideradas ensandecidas estão repentinamente de volta à baila, sendo consideradas com seriedade tanto pelo governo como pela indústria. Após décadas de negações, a indústria enxerga uma douração nas pílulas mais amargas e os governos divisam uma solução até mesmo para as decisões mais difíceis, e uma forma de estimular suas economias. Cientistas vislumbram oportunidades de ouro na outra ponta do arco-íris. Nos preparativos para a grande conferência do clima em Copenhague, em dezembro, a Casa Branca, a Academia Nacional de Ciências Americana, a Real Sociedade Britânica e o American Enterprise Institute estão mostrando sinais de estarem começando a apoiar a ideia da geoengenharia. Em comparação com a ajuda aos bancos, parecem controláveis as manipulações planetárias do mar, do céu, do clima e do solo. Uma atração a mais para os políticos: ao contrário de negociar tratados sobre a emissão de gases do efeito estufa na ONU, onde todos precisam estar de acordo para que qualquer coisa funcione, um único superpoder, ou uma “coalizão dos dispostos”, pode reestruturar Gaia sem que haja um consenso intergovernamental. Da mesma forma que a Guerra Fria tornou possíveis os testes nucleares atmosféricos nas profundidades marinhas (pelo menos por algum tempo), o pânico desencadeado acerca do caos climático pode dar ao G-8 carta branca para reajustar o barômetro.

IMPACTO: O QUE SIGNIFICA A BIOENGENHARIA PARA...

O meio-ambiente? Para que influenciem o clima, é preciso que as providências sejam maciças. É preciso que os bloqueadores solares ou as nuvens embranquecidas reflitam uma quantidade muito grande de luz solar, as florestas artificiais precisarão tomar o lugar de grande quantidade de flora e de fauna e a fertilização do oceano deverá processar-se em vastas porções dos mares. Os riscos para o meio-ambiente e para a biodiversidade — e para a segurança alimentar — são enormes, rápidos e (provavelmente) irreversíveis.

A saúde? A geoengenharia não estabilizará o status quo. Quer se trate de nanopartículas no ar ou de alterações vitais no uso do solo, serão modificados os riscos para a saúde e as doenças podem migrar ou sofrer mutações. Em comparação, o Intercâmbio Colombino, há 500 anos, bem como o advento do transporte a jato e do frete por containeres parecerão coisa de pouca monta.

Direitos Humanos? A geoengenharia é uma jogada de cacife alto, em que se arrisca tudo ou (possivelmente) nada. É possível ofuscar a verdade e aniquilar as dissensões. Até mesmo as intervenções bem sucedidas terão consequências inesperadas e os aliados estarão sujeitos a “fogo amigo”. O Pentágono já declarou que as mudanças climáticas são uma ameaça à segurança nacional. A autodeterminação será coisa do passado e o direito à informação cessará de existir.

Globalização: Há lucros a serem auferidos, tal como demonstra a intensa atividade de obtenção de patentes sobre essas tecnologias não testadas. Os catalisadores de ideias do tipo conservador estão se reunindo para apoiá-las. A geoengenharia é uma OMC unilateral do meio-ambiente.

Governança? A geoengenharia transgredir princípios básicos da ONU e infringe o vinculante Tratado de Modificação Ambiental, ratificado por todas as grandes potências, e ameaça muitas outras leis internacionais. No entanto, não se identificou nenhum responsável.

Atores: Muito embora ainda enviem balões-teste, os EUA, o Reino Unido, a Rússia e alguns outros países europeus estão incentivando seus institutos científicos e militares a realizarem pesquisas. Uma série de congressos e relatórios científicos está sendo produzida aos poucos e espera-se mais antes e depois de Copenhague. Além dos especuladores, empresas aeroespaciais, energéticas, de engenharia, químicas e agrícolas anteveem oportunidades de lucro.

Fóruns: As primeiras escaramuças globais ocorreram na Convenção sobre Biodiversidade (CBD) da ONU mas espera-se uma batalha quando os 192 membros da CBD se reunirem no Japão no final de 2010. De modo mais imediato (e mais importante) a geoengenharia pode sair da obscuridade para tornar-se uma cause célèbre na conferência sobre mudanças climáticas em Copenhague em dezembro deste ano. Os pesquisadores querem a luz verde de Copenhague, bem como subvenções para experimentos no mundo real. Nos EUA, de 2005-2006, os esforços do Partido Republicano para aprovar uma legislação sobre a modificação ambiental podem vir a renascer no atual congresso.

BIOLOGIA SINTÉTICA

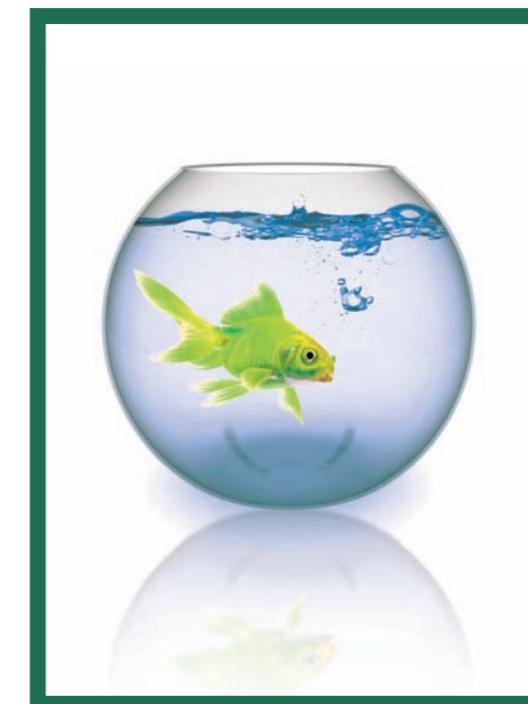
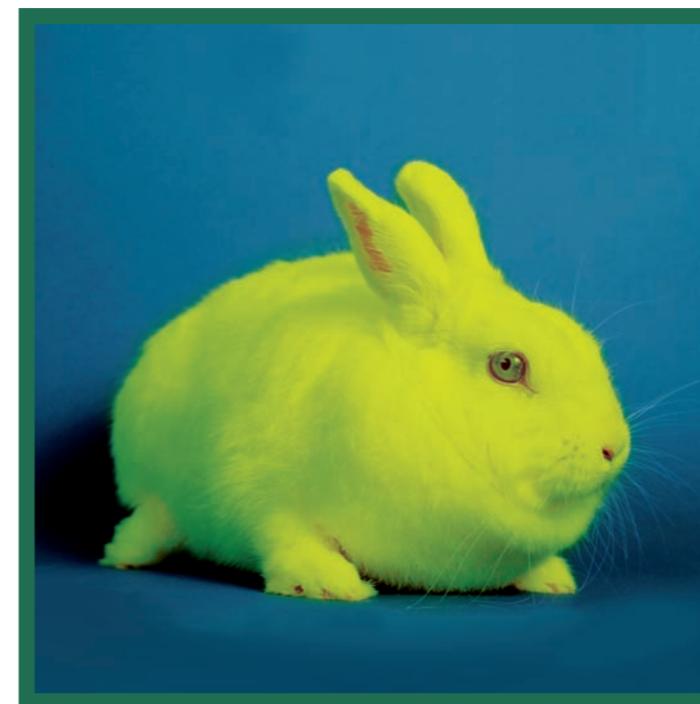
Até a revolução industrial, quase toda a nossa energia e materiais provinham da natureza viva. Com a mudança do clima os combustíveis fósseis colocados em cheque, a atenção da indústria está se voltando para o que convencionou chamar de recursos renováveis e ao que propõe como uma “Economia do Carboidrato”. Além das temperaturas em elevação, a estatística mais importante hoje é que somente 24% da biomassa terrestre anual do mundo estão sendo explorados – o que significa que 76% da biomassa ainda estão disponíveis para ser comodificados. As maiores empresas mundiais de energia, química e agronegócios estão apostando em uma engenharia genética extrema que lhes permitirá tornarem-se nossos novos “Biomesres”.

Descrição: Podem vir a ser apagadas as barreiras entre a flora, a fauna e os metais ferrosos. A engenharia genética (também conhecida como “biotecnologia”), tal como é entendida popularmente, transporta um ou dois genes de uma espécie para outra a fim de transmitir-lhe traços (teoricamente) benéficos — o equivalente, asseguram-nos com frequência, a um escriba que copia uma letra de um “livro da vida” em outro. Indo muito além da transcrição medieval, a Biologia Sintética é o Gutenberg da genômica — mas com sua própria prensa replicadora e todo um novo alfabeto. Seus praticantes encaram o DNA e o RNA como um código computacional que eles mesmos podem programar e vêem as quatro letras do DNA — as bases nucleotídeas A, C, G e T — apenas como contribuições para um alfabeto potencialmente muito mais sofisticado. Se os cientistas conseguirem ultrapassar essas quatro letras básicas, alcançando seis ou oito, seus tubos de ensaios poderão conter maior biodiversidade do que a Amazônia.

Escala e linha de tendências: A Biologia Sintética está sendo apresentada como a solução “Verde” que substituirá a exploração maciça do petróleo, em preparação para a produção de agrocombustíveis de segunda geração que darão fim à competição entre os apetites dos automóveis e das pessoas. Além da energia, é vista também como a solução para auxiliar a agricultura a ajustar-se às mudanças climáticas e até mesmo a atacar e dispersar os gases do efeito estufa.

IMPACTO: O QUE SIGNIFICA PARA...?

Globalização / comércio internacional? As tecnologias da biologia sintética são proprietárias, o que significa que um pequeno grupo de grandes empresas exercerá um controle sem precedentes sobre os combustíveis, as fibras e os alimentos. Somente uma pequena fração das pesquisas é realizada em instituições públicas e a força que as impulsiona é o lucro. Uma vez que o custo da sintetização de genes vem caindo rapidamente e que o capital de risco está mais escasso devido à recessão,



Coelho e peixe fluorescentes, produzidos em laboratório.

A engenharia genética (também conhecida como “biotecnologia”), tal como é entendida popularmente, transporta um ou dois genes de uma espécie para outra a fim de transmitir-lhe traços (teoricamente) benéficos — o equivalente, asseguram-nos com frequência, a um escriba que copia uma letra de um “livro da vida” em outro

observadores esperam ver uma rápida consolidação na indústria entre as grandes empresas petrolíferas, de agronegócios e indústrias químicas.

Direitos Humanos / democracia e dissensão? O fato de que a indústria não é claramente compreendida ou regulada significará que não existe um órgão regulador adequado para examinar os impactos sobre o Direito ao Alimento e o Direito à Saúde. Os povos que extraem, com esforço, o suficiente para viver em terras consideradas marginais provavelmente serão expulsos delas para que esta terra possa ser utilizada para outros fins. Mas o verdadeiro desafio para os direitos humanos será a devastação que será deflagrada sobre a própria noção de dignidade humana como uma característica inerente a todos os indivíduos. Com a biologia sintética, a própria vida será gerada a partir do zero e os organismos projetados para atender às necessidades da indústria.

Meio ambiente / biodiversidade / agricultura: Tem sido difícil compreender o modo como se comportará uma única banda de DNA quando lhe forem inseridos novos genes, mas é avassalador o desafio para a compreensão do impacto desta nova tecnologia.

Governança? Não existe. Nem os governos nem a sociedade civil dispõem do equipamento necessário para acompanhar o rápido desenvolvimento da tecnologia. Impedir que as empresas façam o que quiserem é o fator chave com que nos defrontamos à medida que o debate social e os líderes políticos tentam se atualizar em tecnologia.

A Biologia Sintética está sendo apresentada como a solução “Verde” que substituirá a exploração maciça do petróleo, em preparação para a produção de agrocombustíveis de segunda geração



Saúde e bem-estar? Embora a biologia sintética jure que sua abordagem científica da composição genética nos dará novos remédios de alta tecnologia, os verdadeiros desafios para a saúde neste mundo são a pobreza, a fome, a falta de saneamento básico e infra-estrutura de saúde pública, bem como a carência de pessoal treinado. A solução rápida não é tecnológica — é maior igualdade e desenvolvimento adequado.

Atores: Todas as principais empresas energéticas, químicas e de agronegócios são atores desta peça. Enquanto o mercado global para produtos da biologia sintética não passava de meros US\$ 233.8 milhões em 2008, hoje grandes investimentos estão entrando aos borbotões. A ExxonMobil anunciou que investirá US\$ 600 milhões em um novo programa de biocombustíveis de algas polissintéticas com J. Craig Venter, incluindo US\$ 300 milhões para a nova empresa da Venter, a Synthetic Genomics, Inc. A BP fez um investimento de capital na mesma companhia a fim de sequenciar os genomas de comunidades microbiológicas que ocorrem naturalmente e que vivem no petróleo, no gás natural, no carvão mineral e no xisto com a finalidade de utilizar o que se sabe a respeito de micróbios que metabolizam o petróleo para projetar novos organismos que produzam combustível. Um dos mais importantes (e mais controversos)

investimentos é a concessão de US\$ 500 milhões pela BP para a Universidade de Berkeley criar o Instituto Conjunto de Energia e Biociências.

Fóruns: A biologia sintética vem sendo cognominada a “melhor solução verde para a crise energética”. Desta forma, a batalha será travada onde quer que as mudanças climáticas sejam um problema: certamente nas negociações da UNFCCC⁵ no final de 2009; em virtualmente todas as legislaturas em todo o mundo; em fóruns sobre políticas para a agricultura, a água e a saúde. Haverá também importantes batalhas legais sobre a propriedade intelectual semelhantes à contestação, pela ACLU⁶ da patenteação, pela Myriad Genetics, de sequências genéticas que podem ser empregadas para detectar o câncer de mama e o câncer ovariano. Será crítico para o movimento ambiental entender, de forma mais profunda, as questões envolvidas nas chamadas novas soluções verdes.

NANOTECNOLOGIA

De repente, os russos estão gastando mais do que todos os outros e os chineses têm mais cientistas trabalhando com a nanotecnologia somente em Beijing do que seus correspondentes na Europa Ocidental – com 1/20^o do custo. Com centenas de produtos já no mercado (e milhares mais a caminho), os governos ainda prevêem uma indústria multi-trilhionária em 2015, mas os políticos começam a se preocupar com o fato de que nano-alimentos, pesticidas e cosméticos já estão circulando – sem regulamentação. O que está em jogo é o controle da natureza – toda a tabela periódica dos elementos – e todos os seus derivados.

Descrição: Abaixo de mais ou menos 200 nm (um nanômetro é igual a um bilionésimo do metro ou o comprimento de 8 átomos de hidrogênio alinhados lado a lado), a “mecânica quântica” toma as rédeas da física clássica e todas as características dos elementos da natureza se transformam e continuam a se transformar à medida que ficam menores. À medida que o tamanho muda com a nanoescala, podem modificar-se as propriedades de uma substância química — inclusive a condutividade, a elasticidade, a força, a cor, a reatividade e a toxicidade. Essas modificações significam novas oportunidades industriais e potenciais alterações na demanda por matérias primas. A chave parece estar no número de elétrons expostos na superfície da partícula, bem como em sua forma. (Uma grande área de superfície corresponde a um alto nível de reatividade — e, em geral, quanto mais reativa é uma substância mais tóxica ela é.) Embora haja avanços cotidianos, existem ainda grandes barreiras — e enormes incertezas — no crescimento da escala da nano indústria.

Alguns exemplos de efeitos quânticos: Nanotubos de carbono são 100 vezes mais fortes do que o aço e seis vezes mais leves. O dióxido de alumínio é tão benigno que os dentistas o utilizam para restaurar dentes — mas a Força Aérea americana o emprega, em nanoescala, para deflagrar bombas. À medida que o ouro entra em escala nano, torna-se alaranjado e, depois, vermelho e pode ser usado como catalisador (o ouro que conhecemos na joalheria é inerte). Pequenos pacotes de nanopartículas para frete aéreo tendem a explodir quando há alterações na pressão.

Desde setembro de 2008, o Conselho de Academias Canadenses, a Comissão Real de Poluição Ambiental do Reino Unido, o Conselho Nacional de Pesquisa dos EUA, os Comitês Científicos dos Riscos Emergentes e Recém-descobertos para a Saúde da União Europeia, a Autoridade Europeia para a Segurança Alimentar, entre outros, publicaram relatórios demandando o aceleração das pesquisas sobre a nanotoxicidade.

Escala e linha do tempo: A escala não diminuirá muito e a linha do tempo é hoje. Você já está vestindo, comendo e utilizando cerca de 800 produtos da nanotecnologia. Suas vendas representam uns poucos bilhões de dólares hoje, mas a Fundação Nacional da Ciência dos EUA prevê que a nanotecnologia estará incluída em produtos cujo valor atingirá US\$ 3.1 trilhões até 2015. A nano já é hoje um empreendimento científico maior do que os Projetos Manhattan ou Apollo. Durante a última década, os governos investiram US\$ 40 bilhões em nanotecnologia. De acordo com a Científica, uma empresa de consultoria nano, o investimento governamental global este ano soma US\$ 9.75 bilhões. Desde a fundação da interagência National Nanotechnology Initiative, em 2000, os EUA investiram cerca de US\$ 10 bilhões de verbas públicas e a UE investiu 5.1 bilhões por meio de seus “Framework Programmes” (o que não inclui investimentos adicionais feitos individualmente pelos países da UE). Os EUA reservaram US\$ 1.5 bilhões para P&D em nanotecnologia em 2009. Em 2008, investimentos empresariais em nanotecnologia ultrapassaram os investimentos governamentais. Prevê-se que, em 2010, as empresas controlarão 83% dos investimentos em P&D em nanotecnologia. Estima-se que 35.000 pessoas, em todo o mundo, estejam envolvidas com a pesquisa em nanotecnologia.

IMPACTO: O QUE ISTO SIGNIFICA PARA...?

O meio ambiente? Ninguém sabe. As nanopartículas parecem ser mais tóxicas e perdurarem mais tempo no meio ambiente do que os mesmos compostos químicos na escala micro ou macro. Há companhias que já vendem nanoformulações de antigos pesticidas sem necessidade de nova aprovação regulamentadora.

Saúde? O risco pode ser grande. À medida que os compostos químicos escorregam para a nanoescala, tornam-se capazes de passar pela pele e órgãos e até mesmo de cruzar a barreira hematoencefálica e a placenta sem ativar o sistema imunológico. Mais uma vez, os nano-ingredientes em alimentos, filtros solares e cosméticos entram no mercado sem regulamentação se a formulação tiver sido aprovada anteriormente para o mesmo fim.

Direitos humanos? A nanotecnologia é ubíqua em computadores e tecnologias de vigilância, tornando prática e economicamente viável traçar e monitorar tudo em toda a parte. Os russos já detonaram uma nanobomba — a mais poderosa arma não-nuclear jamais produzida.

Globalização? Uma vez que as características se modificam na nanoescala, pode ser possível substituir, ou buscar em outras fontes, as mercadorias caras tais como platina, cobre ou algodão, trocando-as por materiais baratos tais como zinco, areia ou fuligem. Estão sendo concedidas patentes de tão grande abrangência que equivalem, de fato, a um monopólio sobre grandes segmentos da tabela periódica que abarcam virtualmente todos os setores da economia. As implicações para o comércio podem ser tudo, menos nano.

Governança? Na corrida para dominar a nanotecnologia, as considerações a respeito da saúde e do meio ambiente são inconvenientes. Só agora os reguladores começam a entender que “o tamanho importa”, sim. Regulamentações que desconsideram níveis de produção abaixo da tonelada, por exemplo, são lamentavelmente obsoletas no momento em que uma tonelada de nanotubos de carbono é capaz de cobrir a Califórnia como um cobertor.

Atores: Todas as maiores empresas do mundo estão envolvidas, do espaço aéreo aos alimentos. Os militares também se empolgam pela nanotecnologia.

Fóruns: Em abril, por maioria absoluta, o Parlamento Europeu exigiu a regulação da nanotecnologia em dois anos. Este fato exercerá pressão sobre Washington, onde uma coalizão de atores de OSC também está pressionando para uma regulamentação. Internacionalmente, um fórum intergovernamental apoiado por um consórcio de agências da ONU (SAICM)⁷, instado pela sociedade civil, começa a produzir informações e recursos.

BANG – o final da conta: Os defensores da tecnologia alegam que as tecnologias – emergentes e convergentes — são nossa única esperança para solucionar a atual crise climática, alimentícia e energética. Prometem, como um bônus, que a BANG desencadeará uma “revolução verde” de desenvolvimento sustentável e recuperação econômica global. Em uma sociedade justa e ponderada, guiada pelo “Princípio da Precaução”, é possível que as novas tecnologias possam oferecer algum benefício. Mas não é neste mundo que vivemos: a concentração do poder das grandes corporações e a privatização da ciência facilitarão a geopirataria e garantirão que seus potenciais benefícios atinjam somente os ricos. Aos marginalizados caberão os riscos. A verdade nua e crua é que as novas tecnologias jamais mitigaram antigas injustiças e que jamais o farão.

A PRIMAVERA SILENCIOSA DA NANOTECNOLOGIA

Silvia Ribeiro *

A TECNOLOGIA SEMPRE FOI USADA COMO FATOR FUNDAMENTAL PARA OBTER VANTAGENS COMPARATIVAS NA SOCIEDADE INDUSTRIAL E, PORTANTO, GANHOS EXTRAORDINÁRIOS PARA AS EMPRESAS. ENQUANTO A BUSCA DO LUCRO BASEADO NAS INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS CORRE EM ALTA VELOCIDADE, A CAPACIDADE DA SOCIEDADE DE COMPREENDER AS IMPLICAÇÕES SOCIAIS E ECONÔMICAS DAS NOVAS TECNOLOGIAS, SEUS IMPACTOS SOBRE O MEIO AMBIENTE E A SAÚDE, NA MAIORIA DOS CASOS CHEGA MUITO DEPOIS DE OS PRODUTOS DESSAS TECNOLOGIAS JÁ ESTAREM NO MERCADO.

De todas as novas tecnologias introduzidas no mercado nas últimas décadas, a nanotecnologia certamente é um dos casos mais graves dessa defasagem do controle social. Grave tanto pelo vasto potencial de aplicações dessa tecnologia a praticamente todos os rubros industriais, muitos de cujos produtos já estão no mercado – inclusive os relacionados com aspectos tão cotidianos e vitais como a alimentação e a saúde –, como pelo espectro e a persistência de seus impactos negativos comprovados e potenciais.

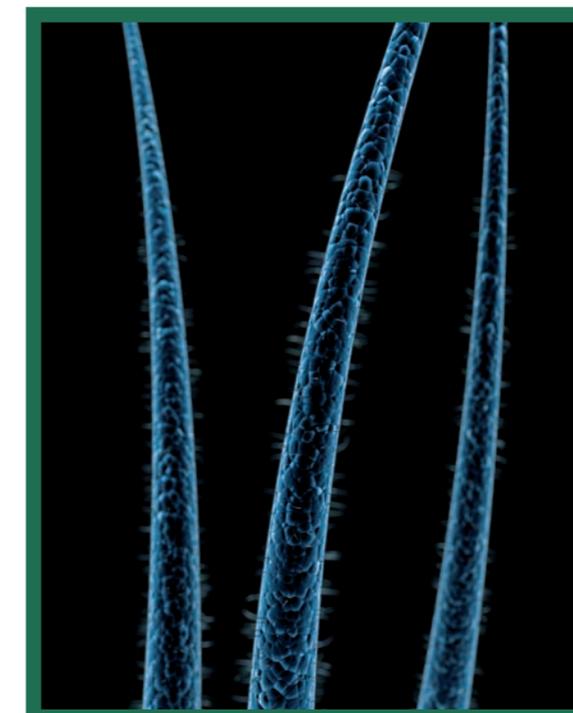
A nanotecnologia é a manipulação da matéria (viva ou inerte) na escala do nanômetro, ou seja, a bilionésima parte de um metro. Se pudéssemos enxergar nessa escala, só veríamos átomos e moléculas. Uma molécula de DNA mede aproximadamente 2,5 nanômetros de largura. Um fio de cabelo humano pode ter cerca de 80.000 nanômetros de espessura.

Por exemplo, os materiais manipulados em nanoescala, abaixo de 200 nanômetros, modificam suas propriedades físicas, biológicas e químicas tais como as conhecemos: condutividade elétrica, resistência, elasticidade, cor, reatividade a outras substâncias. Os elementos básicos da nanotecnologia são todos os elementos da tabela periódica!

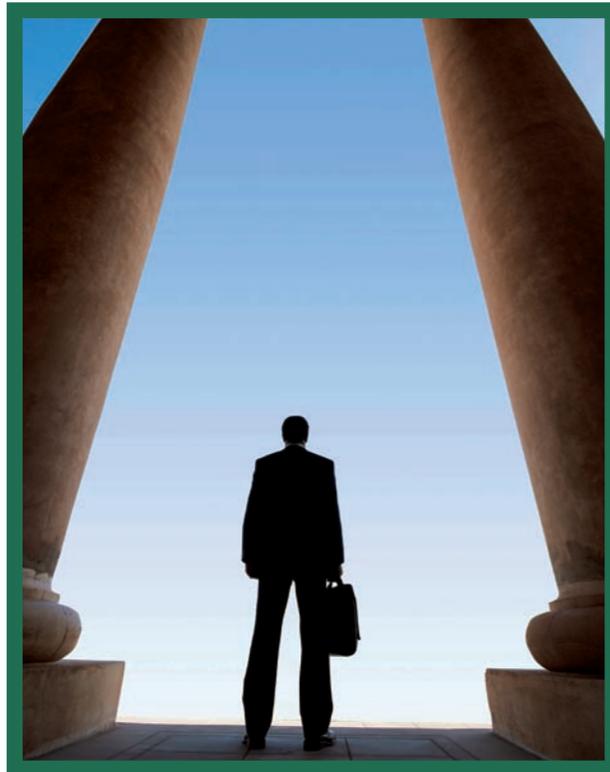
Para a indústria, foi como encontrar uma forma de reinventar o mundo: mundo novo onde cada material conhecido até agora poderia transformar-se em muitos outros, novos, com novas propriedades e aplicações. E, como tudo está composto de átomos e moléculas, a indústria nanotecnológica também não se preocupa com as barreiras entre o vivo e o inerte. A exemplo do que outras indústrias já fizeram, a de nanotecnologia alardeia seus supostos benefícios e nenhum de seus problemas. Assim como a indústria nuclear – que também manipula átomos – afirma ser “natural” porque havia átomos em tudo, ou a engenharia genética, porque “todos nós temos genes”, a indústria nanotecnológica nos diz que toda a natureza está composta de nanopartículas. Mas, assim como nos outros exemplos, aqui se trata de partículas e nanocompostos sintéticos, manipulados, que nunca haviam existido na natureza e em relação a cujos impactos sobre os organismos e a natureza há grandes incertezas. Ou, o que talvez seja pior: já existem centenas de estudos que indicam a existência de toxicidade.

Justamente, o que mais entusiasma a indústria também é a principal fonte dos possíveis impactos: as novas propriedades obtidas a partir dos produtos

A nanotecnologia é a manipulação da matéria (viva ou inerte) na escala do nanômetro, ou seja, a bilionésima parte de um metro. Se pudéssemos enxergar nessa escala, só veríamos átomos e moléculas. Uma molécula de DNA mede aproximadamente 2,5 nanômetros de largura. Um fio de cabelo humano pode ter cerca de 80.000 nanômetros de espessura)



Empresas de todos os segmentos industriais estão investindo em nanotecnologia. Praticamente todas as 500 maiores empresas do mundo listadas na revista Fortune têm produtos nanotecnológicos ou investem em pesquisa e desenvolvimento de nanotecnologia



primavera silenciosa. A fabricação, comercialização, consumo e liberação para o ambiente de produtos nanotecnológicos é feita sem que se tome precaução alguma. Além de ser a plataforma para o desenvolvimento de muitas outras novas tecnologias, controlada pelos maiores interesses industriais do planeta, esta poderia ser a façanha industrial mais arriscada da história.

QUEM ESTÁ NESTE NEGÓCIO?

Empresas de todos os segmentos industriais estão investindo em nanotecnologia. Praticamente todas as 500 maiores empresas do mundo listadas na revista Fortune têm produtos nanotecnológicos ou investem em pesquisa e desenvolvimento de nanotecnologia, além das muitas outras pequenas empresas

e substâncias manufaturadas no nível nanotecnológico, sua maior biodisponibilidade e reatividade biológica e química, que também implicam maior toxicidade. Embora existam no mercado mais de 800 linhas de produtos baseados em nanotecnologia, praticamente não há regulação desses produtos, nem informação ao consumidor, nem tampouco avaliação de seus riscos para a saúde e o meio ambiente.

Faz algumas décadas, Rachel Carson fez época com seu livro “A primavera silenciosa” ao apontar os efeitos nocivos do DDT – até então considerado como uma substância benéfica, usada em grande escala, sem levar em conta seus graves impactos sobre o meio ambiente e a saúde.

Devido à modificação profunda de suas propriedades, os produtos nanotecnológicos constituem toda uma nova geração de produtos químicos tóxicos que prenunciam uma longa

especializadas em nanotecnologias. Segundo Lux Research – um dos principais analistas da indústria –, o mercado global dos produtos baseados em nanotecnologia atingiu 147 bilhões de dólares em 2007. Os mesmos analistas estimam que este mercado terá chegado aos 3,1 trilhões de dólares em 2015¹.

Na última década, o investimento público global em pesquisa e desenvolvimento foi de mais de 40 bilhões de dólares². Em 2008, o montante investido pelas corporações privadas em pesquisa e desenvolvimento de nanotecnologia superou o investimento público, informa Lux Research. Científica, outra consultora industrial, estima que, em 2010, as corporações serão responsáveis por 83% do investimento em pesquisa e desenvolvimento nanotecnológico³. A maioria das empresas trabalha em colaboração com instituições públicas acadêmicas ou de pesquisas – o que pode ser feito por meio de acordos de pesquisa ou do pagamento de licenças exclusivas de comercialização de produtos patenteados pelas universidades. Seja como for, é um aproveitamento privado de atividades subsidiadas pelo público.

Segundo dados de Científica, o maior investimento público de 2009 foi feito pela União Européia, seguida por Rússia, Estados Unidos, Japão e China, em ordem decrescente de montante investido. Contudo, a China é, de longe, o país com maior quantidade de pesquisadores, pois o salário do pesquisador na China é entre 10 e 20 vezes mais baixo do que na Europa ou nos Estados Unidos.

O QUE SE PRODUZ?

A maioria dos produtos no mercado implica a utilização de materiais com propriedades modificadas a partir de nanopartículas sintéticas ou óxidos com metais nanoformulados. Entre muitos outros, há uma grande variedade de cosméticos e produtos de higiene pessoal, inclusive filtros e bloqueadores solares, cremes anti-rugas, condicionadores, xampus, hidratantes. Também se produzem têxteis (roupas, meias, móveis, artigos de cozinha e limpeza), materiais para utensílios domésticos e industriais, materiais para a indústria automobilística e aeronáutica, materiais de construção, vernizes, tintas, componentes eletrônicos, de informática e telecomunicações, embalagens, baterias e pilhas, detergentes, desinfetantes, lavadoras, aditivos e suplementos alimentares, vitaminas. Há uma extensa linha de produtos microbicidas para uso médico e farmacêutico, mas também em produtos destinados a bebês, como mamadeiras e travesseiros.

Segundo um dos poucos inventários públicos (do Projeto de Nanotecnologias Emergentes ou EMERGNANO)⁴, até agosto de 2008 haviam sido contabilizadas 803 linhas de produtos de venda

1- Lux Research, “Overhyped Technology Starts To Reach Potential: Nanotech To Impact 3,1 Trillion In Manufactured Goods In 2015”, Comunicado de imprensa, 22 de julho 2008

2- Cifra compilada por el Grupo ETC. Tomado de “Nanogeopolitics 2009: The Second Survey” Publicação prevista para Outubro 2009. Estará disponible em www.etcgroup.org

3- Científica, Nanotechnology Opportunity Report, 3a. Edição, 2008.

4- Emergnano, ou Project on Emerging Nanotechnologies, foi criado em abril de 2005 pelo Woodrow Wilson International Center for Scholars e pela Pew Charitable Trust, Washington D.C., Estados Unidos. www.nanotechproject.org

direta ao consumidor. É importante considerar que não existe nenhuma norma relativa à rotulagem, nem obrigação de declarar a nenhuma agência regulatória o uso de nanotecnologia, de forma que a quantidade de produtos no mercado pode ser muito maior.

Segundo a classificação deste inventário, a categoria que inclui mais produtos foi a que intitula saúde e cuidado pessoal (com 532 linhas de produtos), que inclui cosméticos, filtros e bloqueadores solares, roupas e outros produtos de cuidado e higiene pessoal e esporte, seguida de produtos para o lar e para jardinagem (91), e alimentos e bebidas (80).

O mesmo projeto estabelece que os elementos mais usados em produtos de venda direta ao consumidor são a nanop prata (235 produtos), nanoformulações com carbono – inclusive fulerenos e nanotubos – (71 produtos), dióxido de titânio (38), óxido de zinco (29), dióxido de silício (31) e ouro (16).

OS RISCOS AMBIENTAIS E PARA A SAÚDE

Devido à modificação de suas propriedades, os nanomateriais constituem uma nova geração de químicos tóxicos. Existem várias centenas de estudos científicos sobre a toxicidade dos novos nanomateriais, tanto para a saúde como para o meio ambiente, embora seu número seja pequeno em relação aos investimentos e à quantidade de produtos no mercado⁵. A toxicidade pode dever-se, em parte, aos elementos utilizados para fabricá-los, à magnitude e duração da exposição a eles, às vias de contato com os organismos e o ambiente, à forma ou ao revestimento das partículas, mas também - e fundamentalmente - à escala.

Para os organismos vivos, entrar em contato com nanopartículas sintéticas é um risco em si, já que, com a diminuição do tamanho, aumentam a superfície de contato, a reatividade e o potencial de toxicidade. Nenhum organismo tem um sistema imunológico projetado para detectar este tipo de partículas sintéticas. Na verdade, esta característica, que é o fundamento que permite aumentar a eficiência da administração de medicamentos ou acelerar a ação de um cosmético, também implica um grande risco.

Em 2003, o Grupo ETC publicou um estudo da Dra. Vivyan Howard, especializada em patologia toxicológica, sobre a toxicidade das nanopartículas. A Dra. Howard concluiu que, quanto menor a partícula, mais alto seu potencial de toxicidade. Explicou que as nanopartículas construídas entram no corpo por muitas vias, e que são capazes de atravessar membranas tais como a barreira hematoencefálica do cérebro. A seguir, apresentou estudos que apontam que as nanopartículas



Em relação ao meio ambiente, é crescente o número de estudos que mostram que alguns nanomateriais são tóxicos para algas, invertebrados e várias espécies de peixes – todas elas espécies usadas como indicadores ambientais

também são transmitidas da mãe para o feto através da placenta. Estudos da NASA mostraram que também podem ser inaladas ou penetrar através da pele. Por algumas dessas vias, chegam a órgãos como pulmões, fígado, cérebro e baço, e tendem a aglomerar-se, podendo dar origem a tumores.

Vários estudos já mostraram que nanopartículas sintéticas contidas em

nanomateriais que estão em circulação comercial geram radicais livres, com o subsequente dano ao DNA, o que está associado ao surgimento de tumores. Os radicais livres também afetam negativamente as funções celulares e podem inclusive causar morte celular. Outros estudos mostram que, devido a sua forma, os nanotubos de carbono podem ter impacto similar ao do amianto, causando danos pulmonares com potencial efeito carcinogênico.

Estudos sobre nanomateriais aplicados à alimentação e agricultura sugerem que o aumento de disfunções do sistema imunológico e patologias gastrointestinais, como a doença de Crohn, podem dever-se, em parte, à presença de nanopartículas sintéticas em alimentos. (Ashwood, P et al., 2007, Gatti, A, 2004)⁶

Em relação ao meio ambiente, é crescente o número de estudos que mostram que alguns nanomateriais são tóxicos para algas, invertebrados e várias espécies de peixes – todas elas espécies usadas como indicadores ambientais. (Hund-Rinke & Simon 2006; Lovern & Klaper 2006; Templeton et al. 2006; Federici et al. 2007; Lovern et al. 2007)⁷.

Em setembro de 2008, a publicação científica “Environmental Toxicology and Chemistry” dedicou um número inteiro a estudos sobre os efeitos dos nanomateriais no ambiente. São apresentados

5- Um bom resumo, acessível ao público em geral: Nanomaterials – Health and Environmental Concerns – NanoCap, Julio 2009. www.eeb.org/publication/2009/NanoBrochure-Pub2WEB.pdf Referências de muitos estudos figuram na página do Projeto de Nanotecnologias Emergentes –www.nanotechproject.org

6- Citados no relatório Out of the laboratory and on to our plates- Nanotechnology in Food & Agriculture, Friends of the Earth Australia, Março 2008, disponível em <http://nano.foe.org.au/>

7- Citados em IPEN (International POPs Elimination Network), “Nanotechnology and the environment: A mismatch between claims and reality”. Documento apresentado à OCDE em maio de 2009. www.eeb.org/documents/090713-OECD-environmental-Brief.pdf

estudos mostrando que, no solo, as nanopartículas (que, no mundo real, se fazem presentes através de seu uso em agrotóxicos, por exemplo) inibem o crescimento de feijões, trigo, alface e tomate. Estudos anteriores haviam mostrado efeitos similares sobre o milho e a soja. Também há evidências de que certos nanomateriais afetam o ciclo reprodutivo das minhocas do solo, que, por sua vez, cumprem um papel-chave no ciclo de nutrientes do solo (Scout-Fordsmann et al., 2008).

Um dos mais preocupantes estudos recentes mostra que os nanomateriais podem ser transferidos de uma geração a outra, tanto em animais (ratos, Takeda et al, 2009) como em plantas (arroz, Lin et al, 2009)⁸

BALAS DE PRATA TÓXICAS

Merece menção especial o uso da prata nanoformulada como biocida, já que este é um dos nanomateriais mais usados, ocupando o primeiro lugar em quantidade de produtos de venda direta ao consumidor. Muitos são feitos para entrar em contato direto com crianças e bebês, como mamadeiras, travessouros, cobertores e brinquedos. Além disto, a prata nanoformulada é usada em curativos para feridas, luvas, meias e calçados esportivos, sabões e produtos de higiene pessoal e veterinária, talheres e recipientes para alimentos, lavadoras e geladeiras, e até em bebidas para esportistas, entre muitos outros usos.

Já era conhecido o efeito microbicida da prata coloidal, há muito usada como desinfetante. Em nanoformulação, contudo, seu efeito biocida aumenta até 45 vezes, motivo pelo qual isto significa, na prática, colocar um tóxico de alta potência em contato direto com bebês, alimentos e, ao descartá-lo, meio ambiente. Um estudo de 2008 constatou que, ao lavar as meias que contêm nanop prata – assim como ao esvaziar as lavadoras equipadas com filtros de nanop prata –, nanopartículas de prata se soltam e vão para o esgoto e cursos naturais de água, afetando a vida natural (algas, bactérias, peixes)⁹. Outro estudo do mesmo ano mostrou que a nanop prata mata as bactérias benéficas dos sistemas de esgoto. É claro que algo similar poderia ocorrer com os sistemas de desinfecção e potabilização de águas que usam nanopartículas, outra das aplicações que são apresentadas como panacéias proporcionadas pela nanotecnologia. Um estudo mais recente assinala que a nanop prata usada em recipientes e plásticos para alimentos pode penetrar no DNA e aderir a ele, interferindo em seu processo de replicação.¹⁰

Por estas e outras razões, as organizações Center for Food Safety e International Center for Technology Assessment, dos Estados Unidos, apresentaram, junto com várias outras organizações, uma petição à agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos no sentido de que suspenda a comercialização de mais de 200 produtos e assegure a inocuidade da nanop prata antes de autorizar a venda de produtos.¹¹

8- IPEN, documento citado

9- Citados em petição à Agência de Proteção Ambiental, mayo 2008. http://www.icta.org/detail/news.cfm?news_id=206&id=241

10- Wenjuam Yang et al, IOP Nanotechnology 20 085102, "Food storage material silver nanoparticles interfere with DNA replication fidelity and bind with DNA", 2009, www.iop.org/EJ/abstract/0957-4484/20/8/085102

11- "Groups Demand EPA Stop Sale of 200+ Potentially Dangerous Nano-Silver Products", Comunicado de imprensa ICTA e CFS, 1o de maio de 2008, http://www.icta.org/detail/news.cfm?news_id=206&id=241

ALGUÉM SUPERVISIONA?

Se considerarmos o volume de investimento e a quantidade de produtos de venda direta ao consumidor que estão no mercado, bem como a crescente quantidade de estudos que indicam toxicidade para a saúde e o meio ambiente, constataremos que é incrível que os produtos da nanotecnologia não sejam regulados em lugar algum do mundo¹². Há poucos anos começaram a surgir discussões, ainda incipientes, e algumas diretrizes a este respeito, sobretudo nos países da OCDE. Mas o ritmo do avanço da supervisão independente é extremamente lento. As autoridades afirmam que isto se deve à complexidade do tema, o que é verdade, mas de modo algum pode ser uma desculpa para que, seja como for, os produtos já estejam no mercado, nem para que os consumidores sejam usados como cobaias, ou que dezenas de milhares de trabalhadores e pesquisadores trabalhem sem precauções adequadas à exposição a este novo tipo de materiais e substâncias.

Diante dos primeiros sinais de toxicidade (alguns dos quais datam de 1997), o grupo ETC apontou em 2003 a necessidade de uma moratória imediata da liberação comercial de qualquer produto com ingredientes nanoformulados, assim como uma moratória da pesquisa até que sejam elaborados protocolos adequados de nano-segurança. A defesa dessa moratória baseava-se nos alertas de riscos para a saúde e o meio ambiente¹³. A análise de situação que nos levou a exigir uma moratória não mudou em seus aspectos fundamentais.

Ao contrário, surgiram dezenas de novos estudos científicos mostrando que, devido aos riscos que esses produtos representam para o meio ambiente e a saúde, uma moratória continua sendo pertinente. No caso da nanotecnologia, a aplicação do princípio de precaução pareceria ter adquirido novo e cínico significado, contrário ao entendimento sensato deste princípio. Na visão da indústria e das instituições públicas e acadêmicas que trabalham em nanotecnologia, bem como de governos que a promovem, as enormes lacunas na compreensão científica do comportamento das nanopartículas e nanomateriais, assim como a ausência de metodologias adequadas de avaliação de riscos, não podem ser usados como argumentos... que evitem sua comercialização!

Enquanto os governos discutem formas adequadas de avaliar os riscos e se fazem vários exercícios mais o menos úteis de "diálogo" internacional e "multi-setorial" – onde os países do Sul e grande parte da sociedade civil foram majoritariamente ignorados –, as indústrias continuam inundando os mercados com centenas de produtos sem rótulo e sem regulação.

Uma frente de batalha é justamente definir "o que é nanotecnológico?". A indústria influenciou precocemente a definição do que acontece "entre um e cem nanômetros". No entanto, várias organizações da sociedade civil, como a Soil Association, do Reino Unido, e Friends of the Earth International,

12- O Grupo ETC dispõe de um extenso relatório sobre a situação global no que diz respeito à regulação da nanotecnologia, publicado em 2006. Uma atualização intitulada "Nanogeopolitics 2009: The Second Survey" tem publicação prevista para outubro de 2009. Estará disponível em www.etcgroup.org

13- Grupo ETC "El tamaño sí importa! Nuevas evidencias para una moratoria global", in Occasional Paper Series, vol. 7 no. 1, abril de 2003. Disponível em www.etcgroup.org



Um estudo de 2008 constatou que, ao lavar as meias que contêm nanop prata – assim como ao esvaziar as lavadoras equipadas com filtros de nanop prata –, nanopartículas de prata se soltam e vão para o esgoto e cursos naturais de água, afetando a vida natural (algas, bactérias, peixes)

exigem que o limite seja o que está abaixo de 300 nanômetros, já que os efeitos quânticos e a modificações de propriedades químicas começam, em muitos casos, a partir dessa escala. Para a indústria, seria conveniente que a medida fosse o mais baixa possível para evitar a possível obrigação de rotulagem e a inclusão de avaliação de impactos em regulações futuras.

A indústria afirma que, em vez de regulação, precisa-se de códigos voluntários, e que as próprias indústrias se encarregassem da auto-regulação. No entanto, as iniciativas não obrigatórias de agências governamentais destinadas a reunir informação sobre os produtos que contêm nanomateriais fracassaram rotundamente. O Reino Unido iniciou um esquema de relatórios voluntários em 2006 e, dois anos depois, recebera apenas treze respostas. Projeto similar lançado pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) só havia recebido 29 respostas no final de 2008. Segundo esta agência estima-se que, “90 por cento dos nanomateriais que estão no mercado não haviam sido informados”.¹⁴

O Canadá parece ser um dos países que estão avançando no sentido da obrigação de rotulagem e da regulação, e a Europa deu alguns passos para exigir avaliação de risco e rotulagem, sobretudo em cosméticos. Mas a implementação real ainda está distante no tempo. Na América Latina, os países com mais investimentos públicos e privados em nanotecnologia (México, Brasil e Argentina) participaram de alguns dos fóruns de discussão da OCDE sobre regulação, mas estão muito longe de promover avaliação de riscos e rotulagem dos produtos nanotecnológicos. Se, sobre a totalidade dos investimentos públicos do mundo inteiro, menos de absurdos 5% foram dedicados à análise de riscos, na América Latina esta cifra parece gigantesca diante da negligência governamental dos nossos países.

Enquanto a Europa está pensando em proibir a circulação de produtos nanotecnológicos na alimentação, o Brasil apóia, com verba pública, pesquisas e laboratórios da EMBRAPA, o desenvolvimento de produtos nanotecnológicos para o agrobusiness. Setor este, aliás, dominado por empresas transnacionais, que ficarão com os lucros gerados pelo subsídio público, ao passo que os danos à saúde e ao meio ambientes serão “socializados” entre o resto da sociedade brasileira.

É urgente realizar um amplo debate social que exija a moratória imediata desta escalada tecnológica que, embora prometa tantos benefícios, tem uma pegada ambiental potencial sem precedentes em termos de poluição e ameaças à saúde.

02

CONVERGÊNCIA TECNOLÓGICA E A SAÚDE DOS TRABALHADORES

O TERMO “CONVERGÊNCIA” É AMPLO E PODE SER APLICADO DE MUITAS FORMAS NA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. NO CAMPO DA SAÚDE, É PREVISTA UMA GRANDE MUDANÇA QUE TAMBÉM AFETARÁ A SAÚDE DOS TRABALHADORES RESPONSÁVEIS PELA MANIPULAÇÃO DESSES PRODUTOS, DEVIDO À TOXICIDADE DAS NANOPARTÍCULAS EMBUTIDAS NO PROCESSO DE FABRICAÇÃO. ESTUDOS TOXICOLÓGICOS DEMONSTRAM QUE O TAMANHO MUITO PEQUENO DAS PARTÍCULAS AFETAM SUA TOXICIDADE E SUA TRANSLOCAÇÃO- PODENDO MOVER-SE PARA OUTROS LOCAIS DO CORPO. ESTA CARACTERÍSTICA ALERTA PARA POSSÍVEIS CONSEQUÊNCIAS, QUANDO EM CONTATO COM O ORGANISMO, AINDA DESCONHECIDAS E PODENDO GERAR INCLUSIVE NOVAS DOENÇAS.

PARA REFLETIR SOBRE ESTAS QUESTÕES E SOBRE AS DIVERSAS FORMAS QUE O CONCEITO DE CONVERGÊNCIA PODE SER APLICADO, DENTRO DO CONTEXTO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA, CONTAREMOS COM A ESPECIALISTA ARLINE CURTI, DA FUNDACENTRO.



**CONVERGÊNCIA TECNOLÓGICA
E SEUS IMPACTOS PARA A
SOCIEDADE E ESPECIALMENTE
PARA OS TRABALHADORES**

Arline Sydneia Abel Arcuri *

É BASTANTE COMUM AO SE LER TEXTO SOBRE AS NOVAS TECNOLOGIAS, ESPECIALMENTE A NANOTECNOLOGIA, NA IMPRENSA, NOS DEPARARMOS COM OBSERVAÇÕES DO TIPO:

- “Nanotecnologia, a ficção científica está cada vez mais próxima da realidade” (NANOTEC 2009).
- “Nanociência e nanotecnologia: a ficção científica nunca esteve tão próxima de nós” (Albuquerque e Medeiros, 2005).
- “O futuro já não é o que era antes” (FINEP, 2008).

A RENANOSOMA (Rede de Pesquisa em Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente) lançou em 30/11/07 um documentário em vídeo explicando diversos aspectos da nanotecnologia, produzido pelo cinegrafista Alexandre Quaresma, com o nome: “Nanotecnologia: O Futuro é Agora!” (RENANOSOMA, 2009).

Interessante destacar que estes comentários normalmente vêm relacionados à nanotecnologia, mas certamente se aplicam a outras novas tecnologias. A rápida emergência e convergência destas novas tecnologias vêm gerando desenvolvimentos científicos e tecnológicos nunca sonhados antes.

CONVERGÊNCIA TECNOLÓGICA: DIVERSOS CONCEITOS

O termo “convergência” é amplo e suficientemente atraente para ser aplicado de muitas formas à ciência e tecnologia. Podemos considerar que várias disciplinas e domínios do conhecimento previamente separados convergiram resultando a bioquímica, biologia molecular, medicina evolucionária, lingüística computacional, psicologia cognitiva, mecatrônica. Na área da tecnologia da informação, “convergência” é usualmente usada para designar multi-funcionalidade como no caso de um simples equipamento servir como telefone, visor, computador, acesso a internet, e câmera de vídeo. Para os jornalistas convergência pode ocorrer quando um simples processo editorial integra impressão, broadcast, e publicação na Internet (Nordmann, 2004).

Nos anos recentes o termo “convergência tecnológica” ganhou um significado novo. Em 2001, um influente cientista da área de nanotecnologia, Mihail Roco, foi chamado pela National Science Foundation (NSF) para junto com William Bainbridge organizarem uma reunião que denominaram “Converging Technologies for Improving Human Performance”. (Cavalheiro, 2007; Moura & Marcolin, 2007). Esta oficina de trabalho foi convocada para 3 e 4 de Dezembro 2001 pela Fundação Nacional de Ciência (National Science Foundation - NSF) e o Departamento de Comércio (Department of Commerce - DOC), por solicitação do Subcomitê Interagências em Ciência, Engenharia e Tecnologia na Nanoescala (Interagency Subcommittee on Nanoscale Science, Engineering and Technology - NSET) dos Estados Unidos (ETC, 2003).

Na oficina, a Convergência Tecnológica foi referida como a combinação sinérgica de quatro grandes áreas do conhecimento: a Nanotecnologia, a Biotecnologia, as Tecnologias da Informação e da Comunicação e as Ciências Cognitivas (Neurociência), campos que vêm se desenvolvendo com grande velocidade nas últimas décadas. As conclusões deste encontro podem ser encontradas no relatório: Converging Technologies for Improving Human Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science (Roco & Bainbridge, 2002)

Várias abreviações têm sido usadas para representar esta convergência como a combinação das letras NBIC, que representam: Nanotecnologia, Biotecnologia, Informática (tecnologia da informação) e ciências cognitivas (Cordeiro).

Kurzweil (Kurzweil, 2007, Cordeiro) utiliza GNR (Genética, Nanotecnologia e Robótica) em seu livro: “A idade das máquinas espirituais: quando os computadores excedem a inteligência humana”. Outros preferem outra combinação de letras como NRG porque tem um som semelhante a “energia”. Segundo Cordeiro, o jornalista Joel Garreau em seu livro “Radical Evolution” usa GRIN, para

Este conceito de convergência tecnológica é baseado na radical capacidade de se entender e manipular a matéria, associada à nanociência e a nanotecnologia



Este conceito de convergência tecnológica é baseado na radical capacidade de se entender e manipular a matéria associada à nanociência e a nanotecnologia. Parte do princípio de que a unidade da natureza se dá escala nanométrica, e que todas as outras tecnologias convergentes também atuam nesta escala. Convencionalmente, definida como uma faixa entre 1 to 100 nanômetros – a espessura de um fio de cabelo pode variar entre 50.000 a 80.000 nanômetros – é na escala nanométrica que se formam moléculas complexas, onde são estruturados os blocos que constituem as células vivas, e são feitos os menores componentes das memórias e processadores dos computadores. Muita das principais estruturas do vasto sistema nervoso humano existe em nanoescala, assim como vesículas que contêm neurotransmissores, os espaços entre os neurônios através dos quais estes neurotransmissores fluem e as moléculas de pigmentos nos olhos que tornam possível a visão. Os avanços da biotecnologia e da biomedicina também estão acontecendo na escala nano, a tal ponto que a biotecnologia hoje – e ainda mais no futuro – é uma variante da nanotecnologia. O fundamento dessa ligação, que “facilita a convergência”, está no fato de nano e bio lidarem, ambas, com moléculas complexas – assim, “ferramentas e conceitos desenvolvidos em uma podem ser aplicados à outra” (Bainbridge & Roço, 2005).

Genética, Robótica, Informação e Nano processos, enquanto o autor Douglas Mulhall no livro “Our Molecular Future” usa GRAIN, para Genética, Robótica, Inteligência Artificial (Artificial Intelligence), e Nanotecnologia.

O GRUPO ETC utiliza do termo “BANG” para descrever esta convergência. Estas letras vêm de: Bits, Átomos, Neurônios e Genes, que na avaliação do grupo 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; e a Biotecnologia controla e manipula a vida engenheirando: Genes (ETC, 2005).

Sobre este tema há ainda artigos que destacam o interesse econômico dos Estados Unidos no desenvolvimento destas novas tecnologias.

Quillfeldt (2006) considera que “em síntese, o que foi defendido por vários cientistas e tecnólogos presentes ao encontro é que se deve promover a convergência dessas tecnologias porque esse seria o melhor para o futuro da economia. No fundo, todas as ações desse tipo são fruto da preocupação que os Estados Unidos, como carro-chefe do capitalismo internacional, têm para com sua economia e para com o problema de como fazê-la sobreviver e prosperar ...”

O grupo ETC (2003) prevê que esta convergência levará a uma enorme revolução industrial e a um novo “renascimento” da sociedade que garantirão o domínio americano – militar e econômico – através do século 21.

Wolbring (2008) em sua palestra ministrada durante o V Seminário Internacional Nanotecnologia, sociedade e Meio ambiente, em Natal destacou que no relatório da oficina de 2001 aparecem pelo menos 60 vezes o termo produtividade, 54 vezes eficiência e 29 vezes competitividade.

Wolbring e Ferrari, em suas palestras neste evento, destacam ainda que neste documento são enfatizados os benefícios para melhoria da capacidade humana que podem ser alcançadas.



Estes benefícios estariam ligados à melhoria nas áreas de saúde; comunicação entre as pessoas; genoma de animais e plantas; segurança nacional; reorganização dos negócios e organizações; eficiência do monitoramento ambiental; educação; esportes; exploração espacial; trabalho; artes; unificação das ciências (disciplinas científicas), e outros.

Alguns trechos do relatório são bastante ilustrativos sobre as perspectivas dos participantes da oficina em relação a este tema (Nordmann,2004):

“Interfaces fortes e amplas entre o cérebro humano e as máquinas irão transformar o trabalho nas fábricas, o controle dos automóveis, assegurar superioridade militar e possibilitar o surgimento de novos esportes, formas de artes e interações entre as pessoas. [...]. A habilidade para controlar a genética de seres humanos, animais e plantas na agricultura irão beneficiar grandemente o bem estar humano; o senso comum sobre questões éticas, legais e morais serão construídas no processo.” (p. 5)

“Em algumas áreas da vida humana, irão persistir costumes e valores éticos antigos, mas é difícil prever em que campos de ação e experiência isto irá ocorrer. Entretanto princípios éticos totalmente novos irão prevalecer em áreas de avanços tecnológicos radicais, tais como a aceitação de implantes de cérebros, o papel de robôs na sociedade humana, e a ambiguidade da morte na era da crescente experimentação com a clonagem.” (p. 22).

Vários outros encontros, reuniões, documentos surgiram a partir desta oficina de trabalho, especialmente na Europa.

No início do século 21, a Comissão Europeia e seus Estados Membros começaram a reconhecer o novo potencial da Convergência das novas Tecnologias (CTs). Desta forma em dezembro de 2003 constituíram um grupo de especialistas de alto nível (High Level Expert Group – HLEG) que tinha como objetivo preparar ações para implementar a CT como uma temática prioritária de pesquisa, para desenvolver a “Convergência Tecnológica para a Sociedade Europeia de Conhecimento” (Converging Technologies for the European Knowledge Society - CTEKS) como uma abordagem especificamente Europeia com relação a CTs, e para estabelecer uma comunidade de pesquisa “CTEKS”. A expressão Sociedade Europeia do Conhecimento surgiu em 2000 no Conselho Europeu de Lisboa, que estabeleceu como objetivo estratégico que a Europa até o ano 2010 “se torne a economia baseada no conhecimento, mais competitiva e dinâmica do mundo, capaz de ter um crescimento econômico sustentável com mais e melhores empregos e maior coesão social” (“to become the most competitive and dynamic knowledge-based economy in the world, capable of sustainable economic growth with more and better jobs and greater social cohesion.”) (EC, 2008).

Em 2004 foi divulgado o relatório intitulado “Converging Technologies – Shaping the Future of European Societies”, elaborado pelo grupo HLEG. Este relatório foi elaborado a partir de encontros dos 25 membros do grupo – presidido por Kristine Bruland e tendo Alfred Nordmann como relator – de uma variedade de países e formações (Nordmann, 2004).

Cavalheiro resgatou em seu trabalho publicado em 2007 algumas definições ou significados que foram atribuídos a essa nova Convergência Tecnológica. Segundo este autor “algumas delas podem ser úteis para compreender as diferentes abordagens que alicerçam as várias discussões que têm ocorrido em torno do tema:

- “Convergência Tecnológica compreende a combinação sinérgica de quatro grandes domínios da ciência e da tecnologia (“NBIC — nano-bio-info-cogno”) que estão se desenvolvendo de forma muito rápida” (National Science Foundation, Estados Unidos, 2002).
- “Convergência se refere às múltiplas formas nas quais as nanotecnologias se combinarão, no futuro, com outras tecnologias, e que refletirão sua genuína natureza interdisciplinar” (The Royal Society & The Royal Academy of Engineering, Inglaterra,2004).
- “Convergência Tecnológica representa o conjunto de conhecimentos e tecnologias que se associam na busca de um objetivo comum. Esta abordagem foca a necessidade do estabelecimento de agendas ou metas comuns para a convergência” (High Level Expert Group, Comunidade Europeia,2004).
- “O termo Tecnologias Convergentes refere-se ao estudo interdisciplinar das interações entre sistemas vivos e sistemas artificiais para o desenho de novos dispositivos que permitam expandir ou melhorar as capacidades cognitivas e comunicativas, a saúde e a capacidade física das pessoas e, em geral, produzir um maior bem-estar social” (Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Espanha, 20056).
- “Convergência Tecnológica é um rótulo atual que aponta para a emergente interação entre áreas de pesquisa e de desenvolvimento tecnológico, anteriormente separadas. Tal mudança resulta em novas possibilidades tecnológicas do ponto de vista qualitativo com impactos potencialmente revolucionários” (Study Centre for Technology Trends, Holanda,20067).”

Para o grupo de especialistas de alto nível que foi encarregado de desenvolver o CTEKS (converging technologies for the European knowledge society) a convergência não apenas inclui as quatro tecnologias referidas no documento americano como também as: ciência ambiental, teoria dos sistemas e as ciências sociais como a filosofia, economia e o direito.

Esta convergência promete transformar todos os aspectos da vida. No relatório da CTEKS foram destacados:

- A Nanotecnologia abre as portas à engenharia ao nível molecular. Por exemplo, as moléculas de uma célula nervosa podem ser combinadas com um sensor artificial a fim de restabelecer a visão em alguns casos de cegueira.
- Outra tecnologia convergente poderia utilizar substratos biológicos como nos chips de DNA para o diagnóstico de saúde pessoal ou ambiental.
- Pesquisas em ciências sociais podem guiar um ambiente computacional, de tal forma que os usuários humanos poderão adquirir informações rapidamente sobre os espaços e situações nas quais eles podem se mover e agir.

Segundo este relatório, isto pode criar um ambiente favorável para mais e maior igualdade de acesso ao conhecimento e à informação, a novas intervenções terapêuticas, a melhoria da monitorização ambiental, maior segurança e proteção, capacidades comunicativas expandidas.

No entanto, os benefícios potenciais desta convergência vêm com uma variedade de riscos. Estes poderiam incluir efeitos adversos para a saúde a partir de novos materiais e dispositivos, invasões de privacidade, de ruptura social resultante de profundas transformações do trabalho e lazer,



o deslocamento da natureza tal como a conhecemos por um ambiente artificial, e os danos à integridade, autonomia e moralidade humana. O texto levanta um alerta sobre ambições transhumanistas, visando “melhorar o desempenho humano” por transformar os humanos em máquinas, o que considerou uma iniciativa dos Estados Unidos com relação à CT.

Dois exemplos desta tentativa transhumana foram destacados: Um se refere à investigação realizada pelo Instituto de Nanotecnologia para o Soldado do MIT (MIT Institute for Soldier Nanotechnology - ISN), dentro do programa geral de “Convergência de tecnologias para melhorar o desempenho humano”, dos Estados Unidos. O ISN foi fundado em Março de 2002 e envolve 44 professores do MIT (Massachusetts Institute of technology) no seu trabalho. Sua missão é a de procurar uma visão de longo alcance sobre como a tecnologia pode tornar os soldados menos vulnerável aos inimigos e ameaças ambientais. O objetivo final é a criação de uma roupa de batalha para o século 21 que combina as capacidades da alta tecnologia com leveza e conforto. Bioengenharia, robótica e nanotecnologia convergem para desenvolver um exoesqueleto. Como uma segunda camada de pele blindada, ele suporta as mudanças metabólicas do organismo com o ambiente, enquanto acrescentando força muscular e à proteção contra a recepção de balas. Investigadores no ISN são incentivados a explorar também aplicações civis.

Dentro da Rede de Excelência europeia “Nano2Life”, pesquisadores da Universidade de Lund, na Suécia estão desenvolvendo Projeto da Mão Artificial. O objetivo é desenvolver próteses de mão controladas pelo cérebro. Isso envolve estratégias de controle motor baseado em sinais elétricos gerados a partir de múltiplos eletrodos ou microchips musculares implantados no sistema nervoso central ou periférico. Nos primeiros experimentos, os pacientes aprenderam a controlar uma mão virtual através de sinais cerebrais. Próteses funcionais de mão também desenvolvem sensibilidade artificial. Sensores integrados coletam informações sobre as texturas das superfícies que são então traduzidas em estímulos para o cérebro.

Também na área da saúde são esperadas grandes mudanças, segundo o documento. A tecnologia - Laboratório sobre um chip (Lab-on-a-chip) será utilizada para obter instantaneamente e em qualquer lugar milhares de medições sobre o estado de saúde. Esta alta monitorização não só produz um diagnóstico imediato sobre o estado de saúde, como também emite sugestões sobre o que pode ser feito para melhorá-la - se reduzir o consumo de gorduras por uma semana, fazer um passeio animado, ou consumir duas laranjas. CTs irá possibilitar que as pessoas com problemas físicos bem como psicológicos sejam rapidamente identificadas, e os tratamento sejam adequados conforme seu genoma e a gravidade da doença. Simples depressão será tratada por aconselhamento entre o paciente e uma devidamente programada, altamente sofisticada “cabeça falante”, que proporciona

“o contato pessoal” - ouvindo e respondendo de forma inteligente e cuidadosa as necessidades do paciente. Hospitais serão necessários apenas para o tratamento de lesões traumáticas e onde a cirurgia invasiva ainda não foi substituída (Nordmann, 2004).

Por outro lado o documento alerta que este avanço da tecnologia médica poderá acabar agravando as razões sociais, difíceis de serem entendidas, do bem-estar físico. O sistema de saúde não representa apenas um ambiente curativo, mas é também uma importante instituição social. Esta instituição oferece atenção personalizada e reconhecimento público para as pessoas em necessidade, alguns dos quais podem estar doente, em parte porque falta essa atenção ou reconhecimento. Auto monitorização também pode provocar um retorno negativo que amplifica ansiedades e obsessões. Tendo em vista que ansiedades podem ter efeitos importantes sobre variáveis físicas, estas podem ser reforçadas em indivíduos que se alto monitoraram para avaliar mudanças em seu estado de saúde. Ou, talvez, este avanço da tecnologia médica terá êxito quando o sistema atual de cuidados de saúde se tornar pequeno. CTs podem satisfazer as necessidades sociais com maior sucesso através de médicos da realidade virtual que pode gastar tempo ilimitado ouvindo e falando com seus pacientes, aliviando suas angústias e obsessões (Nordmann, 2004).

Grande preocupação apontada não apenas no texto elaborado na União Européia, mas também por diversos autores se refere às implicações militares destas novas tecnologias.

As nanopartículas, partículas com dimensões menores do que 100 nanômetros possuem grande capacidade de penetração em diferentes órgãos do corpo. Assim como elas podem ser desenvolvidas para transportar drogas terapêuticas através da barreira de sangue do cérebro ou em células específicas, também podem ser usadas para carregar agentes incapacitantes ou letais. Tecnologias desenvolvidas para terapias individualizadas ou para uma ação seletiva de destruição de células de câncer – tais como as que liberam um agente ou acionam uma determinada ação molecular apenas após certo padrão de DNA ter sido detectado – podem ser aplicadas para produzir agentes de guerra químicos ou biológicos seletivos. Estes agentes podem afetar somente pessoas com certos traços genéticos ou mesmo somente um indivíduo específico. Nanocompósitos (compostos formados por uma matriz polimérica reforçada com uma carga nanométrica) podem ser aplicados na fabricação de armas e de micromísseis todos de plástico que escapam da detecção por raios-X e detectores de metal. Computadores extremamente poderosos junto com novos níveis de inteligência artificial e avanços na robótica podem levar a robôs e veículos de guerra autônomos. Sensores baratos e muito pequenos e microrrobôs móveis, mesmo animais controlados eletronicamente, podem ser enviados para vigilância e ataques até de surpresa. Manipulação do corpo aplicada em soldados (contra os efeitos de privação devido ao sono, para tempos de reação menores) poderia

criar fatos consumados minando um amplo debate da sociedade civil também sobre os riscos e benefícios de tais intervenções (Nordmann, 2004).

Alguns autores muito otimistas com esta Convergência Tecnológica chegam a sugerir que ela poderia começar um Novo Renascimento. Bainbridge, um dos responsáveis pela oficina de trabalho, nos Estados Unidos em 2001, considera que a população de todo o planeta pode ser beneficiada pela melhoria das habilidades, ferramentas, materiais, conhecimentos e instituições humanas (Bainbridge, 2007).

Invernizzi (2006) em artigo onde pergunta: “As nanotecnologias como solução da pobreza?” coloca várias questões que certamente também valem para o tema aqui discutido e que nos fazem refletir sobre as possibilidades de se alcançar os avanços prometidos pelos entusiastas das novas tecnologias, especialmente no que se refere ao seu alcance por todos os povos.

Alguns exemplos citados são bastante esclarecedores para suscitar as dúvidas:

- “Os produtos da nanotecnologia, (assim como se sabe que são os derivados das diferentes convergências tecnológicas) já estão sendo patenteados, em sua maioria pelas principais corporações. Devido às patentes, o preço dos medicamentos é monopólio durante vinte anos, o que torna impossível para as pessoas pobres comprar novos medicamentos protegidos por patentes.
- Há dificuldade de encontrar os trabalhadores qualificados. A carreira tecnológica de um país requer um contexto social que forneça as condições necessárias no longo prazo. Será difícil para muitos países pequenos e pobres reunir o pessoal necessário para trabalhar interdisciplinarmente em nanotecnologia (quanto mais nos processos envolvendo convergências de tecnologias).
- É pouco provável que a vasta maioria dos países em desenvolvimento venha a ter os recursos, a infra-estrutura e a força de trabalho que lhes permitam entrar na onda da nanotecnologia (e da convergência tecnológica) e transformar seus sistemas produtivos.
- Finalmente, mesmo se os grandes países em desenvolvimento, como China, Índia, Brasil e outros conseguem se tornar fabricantes de nanoproductos capazes, por exemplo, de gerar energia de maneira limpa e barata, produzir água potável a baixos custos e incrementar a produção agrícola, isso não significa que a maioria da população pobre será beneficiada. Para os pobres, a estrutura socioeconômica representa uma barreira muito mais alta que a inovação tecnológica.
- A moral da história é que a eleição da tecnologia não é um processo neutro, depende de forças políticas e econômicas. Não necessariamente sobrevive a tecnologia que melhor satisfaz às necessidades sociais”. (Invernizzi, 2006)

A Convergência Tecnológica oferece um conceito tecnológico do humano e da natureza. Este conceito implica na quebra das barreiras entre o humano, a natureza e os artefatos tecnológicos, entre o que é orgânico, tem vida, e o que é inorgânico e pressupõe o ideal do aprimoramento constante.

Cavalheiro ainda destaca que entre as questões morais e éticas relacionadas à aplicação da nova Convergência Tecnológica são de grande relevância “as preocupações quanto às relações entre o humano e a natureza, entre o corpo, a mente e o “espírito”; à existência e o caráter do livre-arbítrio e seu impacto sobre os conceitos de responsabilidade moral e legal e à delegação dessas mesmas responsabilidades a artefatos tecnológicos; ao relacionamento entre entidades vivas e não-vivas; à manipulação do código genético e suas conseqüências, entre outras”.

IMPACTOS NA SAÚDE DOS TRABALHADORES

Como já destacado, a lógica da convergência tecnológica está no fato de que os blocos básicos de construção de toda a matéria, fundamental para todas as tecnologias convergentes, tem sua origem em nanoescala. O comportamento dos materiais nesta escala é regido pela mecânica quântica. Os materiais se comportam de forma diferente nesta escala. São os efeitos quânticos que regem o comportamento destes materiais. Esta mudança de comportamento é muito preocupante quando o foco é a saúde dos trabalhadores, principalmente quando há possibilidade da presença de nanopartículas. As mesmas propriedades que alteram as características físicas e químicas das nanopartículas podem também, provocar conseqüências não pretendidas (e até desconhecidas) quando elas entram em contato com o organismo humano. E são os trabalhadores os primeiros a terem contato com estas substâncias na sua produção ou utilização como um dos componentes de outros materiais que incorporam partículas nesta dimensão em suas composições.

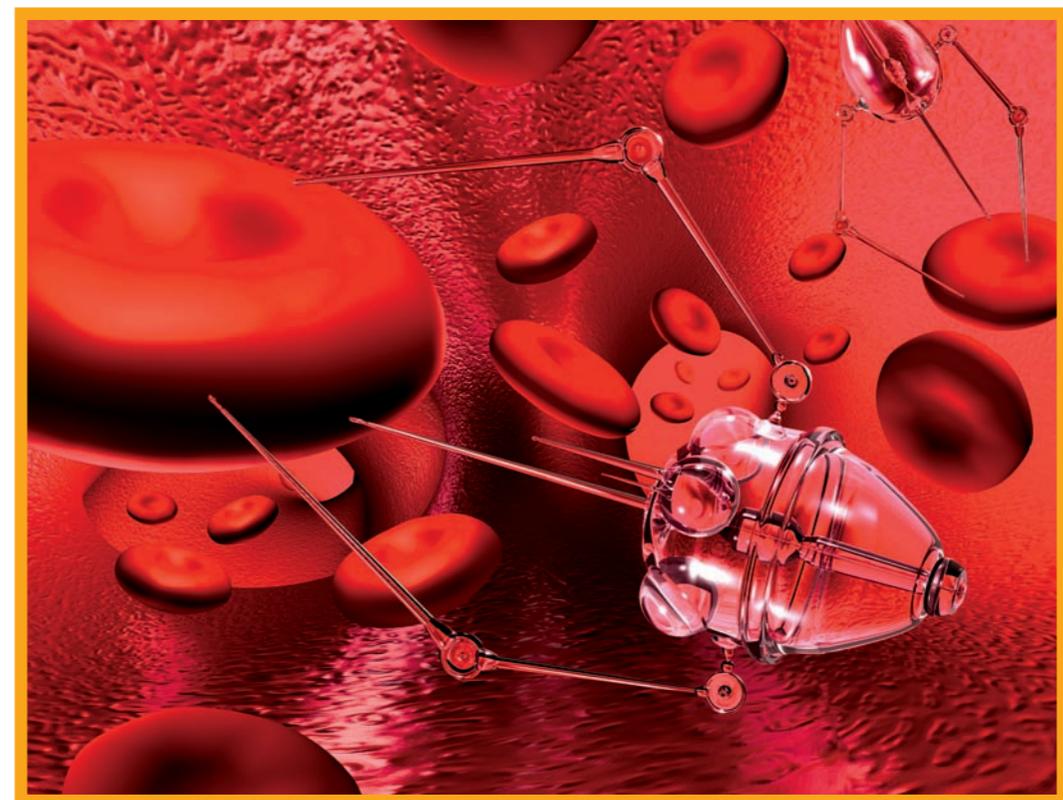
Poderemos nos deparar com novas e até surpreendentes doenças. A primeira preocupação com relação à saúde dos trabalhadores se refere ao pouco conhecimento que se tem sobre os possíveis efeitos tóxicos, principalmente das nanopartículas, sobre o organismo humano e sobre as diferentes formas de vida no meio ambiente.

De forma geral os médicos alegam dificuldades em fazer nexos entre as doenças dos trabalhadores e seus ambientes de trabalho até quando estes trabalham com agentes de toxicidade conhecida há muito tempo. O que esperar de possíveis doenças que poderão advir da exposição a produtos que embora antigos agora passem a ser manipulados em escala nanométrica ou dos absolutamente novos que vem sendo desenvolvidos?

De qualquer forma, alguns estudos na área de Nanotoxicologia já mostram efeitos preocupantes com relação aos materiais na escala nanométrica.

Estudos toxicológicos demonstram claramente que o tamanho muito pequeno das nanopartículas desempenha um papel fundamental na sua toxicidade, especialmente quando elas são pouco solúveis ou insolúveis.

Uma importante característica decorrente deste tamanho é a translocação, que é a habilidade das partículas se moverem para outros locais do corpo. Devido esta característica elas podem atravessar a parede (epitélio) do tecido pulmonar e alcançar os espaços que ficam entre esta parede e a circulação sanguínea (espaços intersticiais). Então elas entram na corrente sanguínea e são distribuídas através do corpo. Estas partículas podem ir diretamente para o cérebro ou tomar várias outras rotas. Ainda no nariz, elas podem ser conduzidas ao cérebro através do nervo olfativo. Podem atravessar as barreiras do intestino, da placenta e de células. Certas nanopartículas modificam parâmetros do sangue e podem se acumular em certos órgãos, incluindo no fígado e baço.



Nanorobô

Estudos epidemiológicos revelam uma correlação significativa entre a taxa de mortalidade devido a doenças cardiorespiratórias e o conteúdo de partículas em dimensões nanométricas presentes em situações de poluição do ar.

É ainda insipiente o que existe de regulamentação na área de nanotecnologia. Começam a surgir em alguns países e até cidades regulamentação bem pontuais. Regulamentação sobre convergência tecnológica, então, não há registro conhecido de nenhuma tentativa.

Há apenas algumas recomendações já disponibilizadas pela NIOSH, relatórios técnicos elaborados por comitês técnicos da ISO (International Organization for Standardization – Organização Internacional de Padronização), BSI (British Standards Institute – Instituto Britânico de Padronização), ASTM (American Society for Testing and Materials) e outros.

O relatório técnico da ISO sugere que as incertezas sobre os riscos à saúde e segurança e a ausência de padrões de exposição para os ambientes de trabalho requerem a aplicação do princípio da precaução no controle da produção, uso, armazenamento e manuseio de nanopartículas. Medidas de prevenção rigorosas devem ser tomadas para limitar a liberação de nanopartículas no ar e nos ambientes externos da empresa. Amplos programas de gerenciamento de risco devem ser elaborados para reduzir ou eliminar a exposição dos trabalhadores.

O Princípio da Precaução é a garantia contra os riscos potenciais que, de acordo com o estado atual do conhecimento, não podem ser ainda identificados. Este Princípio afirma que a ausência da certeza científica formal, a existência de um risco de um dano sério ou irreversível requer a implementação de medidas que possam prever este dano (Goldim, 2002).

Estes impactos ainda consideram apenas as possíveis questões toxicológicas relacionadas à manipulação da matéria em escala nanométrica.

Mas a convergência destas novas tecnológicas, com inúmeras possibilidades como as exemplificadas acima, também traz impactos relacionados a mudanças no mundo do trabalho devido à automação, a crescente “fiscalização” dos ambientes de trabalho, a extinção de diversos tipos de ocupação, o aparecimento de outras e a decorrente necessidade de novas e melhores capacitações.

As ansiedades, os medos da perda de emprego, as cobranças por mais e melhores desempenhos são significativos fatores de risco para o desenvolvimento de distúrbios mentais, comportamentais e até de agravo à saúde decorrente da ação toxicológica dos nanomateriais, nos trabalhadores.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Iglesias, (2007) enfatizou em sua palestra no Seminário “Nanotecnologia, Saúde dos Trabalhadores, Alimentos e Impactos à Sociedade e ao Ambiente”, realizado na FUNDACENTRO, nos dias 03 e 04 de outubro de 2007, que a sociedade civil e os movimentos sociais devem empreender um amplo debate sobre as novas tecnologias e suas implicações econômicas, sociais, ambientais e de saúde.

Isto também é o que vem sendo reiteradas vezes apresentado pelo Dr. Paulo R. Martins, com o qual concordamos, com relação especialmente à nanotecnologia, mas que se aplica perfeitamente para a discussão da convergência tecnológica:

- É necessário confronto com o social destas novas tecnologias;
- É preciso aprender com o passado: transgênicos;
- É necessário romper com o ciclo em termos de propaganda, segredo, falta de transparência, medo e conflito;
- Deve ser levado em consideração desde o início preocupações social, ambiental e ética;
- É fundamental a participação do público no processo de produção e adoção desta tecnologia.

Ele aponta várias questões que devem pontuar o debate político sobre a nanotecnologia que aqui são extrapoladas para a CT:

- Para que serve esta nanotecnologia e a convergência tecnológica?
- Quais os riscos destas novas tecnologias?
- Quem serão seus proprietários ou irão se apropriar delas?
- Quem irá se responsabilizar se as coisas não derem certo?
- Em quem nós podemos confiar?
- Quem serão os incluídos e os excluídos?

“Devemos, pois, superar a ideia de que a ciência e a tecnologia são produzidas pelos cientistas e deve ser apresentada como um produto acabado ao público, não restando a este outra coisa que não seja aceitar o fato consumado. Ciência e Sociedade devem caminhar juntas, lado a lado, para indicar o caminho que a tecnologia deve seguir, em que as decisões sobre as pesquisas sejam abertas a apreciações e debates, e que pressupostos possam ser alterados desde o início dos trabalhos de pesquisa. Somente desta forma e que poderemos contar com o engajamento do público e, com isto, os resultados das pesquisas não serão objetos de conflito com a sociedade.” (Martins, 2007)

03

ASPECTOS REGULATÓRIOS E SOCIEDADE

EMBORA O CAMPO DE APLICAÇÃO DA CONVERGÊNCIA TECNOLÓGICA SEJA AMPLO, OBSERVA-SE UMA PREDOMINÂNCIA DE INVESTIMENTOS - PRINCIPALMENTE POR PARTE DAS GRANDES CORPORações INTERNACIONAIS - NA SAÚDE E ALIMENTAÇÃO. SOMENTE A NANOTECNOLOGIA JÁ MOBILIZA NO MUNDO UMA INTENSA CORRIDA DENOMINADA POR ALGUNS COMO “INDÚSTRIA DA VIDA”. ELA ENVOLVE 260 EMPRESAS QUE ATUALMENTE DISPONIBILIZAM NO MERCADO MUNDIAL 720 PRODUTOS*. NO ENTANTO, NÃO EXISTEM AINDA MEDIDAS REGULATÓRIAS PARA ACOMPANHAR A ENTRADA DESTES PRODUTOS NO MERCADO CONSUMIDOR. O PAPEL DESSA REGULAMENTAÇÃO SERIA O DE PROPORCIONAR MAIOR SEGURANÇA PARA SEUS CONSUMIDORES E DIMINUIR SEUS IMPACTOS NO AMBIENTE.

NO BRASIL, A SITUAÇÃO REPETE-SE NOS DIVERSOS PRODUTOS COMERCIALIZADOS COMO FÁRMACOS, COSMÉTICOS, ROUPAS ETC, NÃO HAVENDO SEQUER INDICATIVO QUE INFORME SOBRE O USO DA TECNOLOGIA NA ROTULAGEM DESTES PRODUTOS. A AUSÊNCIA DE INFORMAÇÃO REFORÇA A IMPORTÂNCIA DA DISCUSSÃO EM TORNO DA REGULAÇÃO DESTA TÉCNICA NO BRASIL E NO MUNDO. PARA AJUDAR NESTE DEBATE, A PROFESSORA ELIANE MOREIRA, COORDENADORA DO NÚCLEO DE PROPRIEDADE INTELECTUAL (NUPI/CESUPA), DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE BELÉM E PAULO MARTINS, DA REDE DE PESQUISAS EM NANOTECNOLOGIA, SOCIEDADE E MEIO AMBIENTE (RENANOSOMA) ANALISAM A IMPORTÂNCIA DE SE ESTABELECEER REGULAÇÃO PÚBLICA PARA A NANOTECNOLOGIA, DENTRE OUTRAS REFLEXÕES.

* RIBEIRO, Silvia. O impacto das tecnologias em escala nano na agricultura e nos alimentos. IN: MARTIN, Paulo Roberto (Org). Nanotecnologia sociedade e Meio Ambiente: Seminário Internacional. São Paulo: Xamã, 2005. p. 197-204.

PARTICIPAÇÃO E INFORMAÇÃO NA ERA DA NANOTECNOLOGIA

Eliane Moreira *

QUANDO O FÍSICO NORTE-AMERICANO RICHARD P. FEYNMAN PRONUNCIOU SUA CONFERÊNCIA “HÁ MAIS ESPAÇOS LÁ EMBAIXO” DURANTE O ENCONTRO ANUAL DA SOCIEDADE AMERICANA DE FÍSICA EM 1959, UM NOVO MUNDO DE POSSIBILIDADES E DE DIMENSÕES ANTES INIMAGINÁVEIS PASSOU A INSTIGAR PESQUISADORES DO MUNDO TODO, ABRINDO AS SENDAS DO QUE VEIO A SER CONHECIDO COMO NANOTECNOLOGIA A QUAL SE CONCRETIZARIA A PARTIR DA DÉCADA DE 80. NA PROPOSIÇÃO DE FEYNMAN TRATAVA-SE DO DESAFIO DE “MANIPULAR E CONTROLAR COISAS EM ESCALA ATÔMICA”¹.

Desde então, muitos avanços ocorreram e os campos de investigação e aplicação da nanotecnologia não param de se expandir. Atualmente, redes de pesquisa são criadas e ampliadas na área da nanobiotecnologia, eletrônica, informática, farmacêutica, dentre outras. Os investimentos para o setor estão cada vez mais organizados e o setor público passa a desenvolver políticas públicas de financiamento destinados à incentivar o desenvolvimento da nanotecnologia. Os investimentos em nanotecnologia são cada vez mais expressivos:²

Dados recentes estimam que os Estados Unidos vão investir US\$ 3,7 bilhões em Nanociência e Nanotecnologia (N&N) no período de 2005 a 2008. O Japão pretende investir mais de US\$ 3 bilhões no mesmo período. A Comissão Européia já está investindo 1,7 bilhão de dólares no período de 2002

a 2006 e planeja destinar cerca de US\$ 7,5 bilhões para o Programa de Desenvolvimento Tecnológico no período de 2007 a 2013.

No cenário atual de promessas e a rapidez do desenvolvimento desta tecnologia, um importante indicador é o crescente número de patentes requeridas para o setor:

De acordo com a publicação da Nature Biotechnology (Paul R. et al. Investing in nanotechnology. Nature Biotechnology 21:1144-47, 2003), o número de patentes depositadas nos Estados Unidos na área superava a marca de 1.000 em 2003. Atualizando os dados do periódico para 2005 (www.uspto.gov) podemos identificar 3.581 patentes publicadas com a palavra chave “nanoparticles” (contra 884 em 2002), 886 patentes com a palavra “nanotubes” (contra 584 em 2002) e 194 patentes com a palavra chave “nanowire” (contra 99 em 2002). Os números por si mostram o grande crescimento (superior a 300% em três anos) e as expectativas tecnológicas em nanotecnologia³.

Este cenário, ao mesmo tempo em que descortina um futuro promissor, abre espaço para alguns questionamentos, sobretudo no que se refere aos riscos prováveis, bem como à ausência de regulamentação e de controle social desta tecnologia.

PARTICIPAÇÃO, INFORMAÇÃO E SENTIDO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Conforme previsto na Constituição Federal, o papel do Estado é o de promotor e incentivador do desenvolvimento científico e tecnológico, com vistas ao bem público e à solução dos problemas brasileiros, é o que dispõe o art. 218:

Art. 218. O Estado promoverá e incentivará o desenvolvimento científico, a pesquisa e a capacitação tecnológicas.

§ 1º - A pesquisa científica básica receberá tratamento prioritário do Estado, tendo em vista o bem público e o progresso das ciências.

§ 2º - A pesquisa tecnológica voltar-se-á preponderantemente para a solução dos problemas brasileiros e para o desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional.

O texto Constitucional também prevê a proteção ao meio ambiente e a necessidade de que o Estado e a sociedade realizem atividades voltadas à este intento, ressaltando, a necessidade de controle da produção, comercialização e emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco:

* Eliane Moreira é advogada e mestre em Direito Ambiental pela PUC-SP. Coordena o Núcleo de Propriedade Intelectual do Centro Universitário do Pará e é promotora de Justiça do Ministério Público daquele Estado. Também é membro da Rede de Pesquisas em Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (Renanosoma)

1- FEYNMAN, Richard P. Há Mais Espaços Lá Embaixo. <http://www.comciencia.br/reportagens/nanotecnologia/nano19.htm>, capturado na internet em 20 de junho de 2009.

2- RODRIGUES JÚNIOR, José Maciel e LIMA, Karla de Melo. Tendências Tecnológicas e a Indústria Brasileira: oportunidades em nanotecnologia para o Brasil. <http://www2.desenvolvimento.gov.br/arquivo/publicacoes/sti/indBraOpoDesafios/coletanea/Tendenciastecnologicas/Texto1-JoseMaciel.pdf>, capturado em 10 de julho de 2009, p. 02.

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 1º - Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

V - controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente;

A associação destes dois ditames constitucionais importam na compreensão do significado da ciência e da tecnologia sob a percepção de sua finalidade social tal como disposto na Declaração Organização das Nações Unidas de 1972 ao prever em seu princípio 18:

18 - Como parte de sua contribuição ao desenvolvimento econômico e social, devem ser utilizadas a ciência e a tecnologia para descobrir, evitar e combater os riscos que ameaçam o meio ambiente, para solucionar os problemas ambientais e para o bem comum da humanidade.

Como é possível perceber, o começo e o fim que devem ser visados pelos sistemas de ciência e tecnologia são o bem comum da sociedade, portanto nada mais adequado do que a participação social com vistas a garantir tal finalidade, daí a estrita necessidade de assegurar a efetividade dos princípios da participação e informação como meio de garantir que as novas tecnologias se direcionem à finalidade do bem comum.

De pronto, ressalta a necessidade de ampla informação sobre nanotecnologia garantindo-se a efetivação do princípio da informação compreendido como aquele que:

decorre do Estado Democrático e visa a propiciar ao cidadão o pleno acesso às informações sobre decisões que tenham repercussão na qualidade ambiental, viabilizando que o cidadão, ciente dos rumos adotados, tenha condições de influenciá-las.⁴

Conforme esclarece Paulo Afonso Leme Machado, a informação é crucial para a adequada participação do cidadão, pois “A qualidade e a quantidade de informação irão traduzir o tipo e a intensidade da participação na vida social e política”.⁵

Ao que nos parece, somente por meio da aplicação rigorosa dos princípios da participação e da informação será possível definir o sentido de bem comum no campo da ciência e tecnologia.

Neste sentido, a Declaração das Nações Unidas de 1992 consagrada durante a Rio - 92 vislumbrou a necessidade de garantir o acesso à informações e a participação da sociedade na gestão e proteção do meio ambiente:

Princípio 10: O melhor modo de tratar as questões ambientais é com a participação de todos os cidadãos interessados, em vários níveis. No plano nacional, toda pessoa deverá ter acesso adequado à informação sobre o ambiente de que dispõem as autoridades públicas, incluída a informação sobre os materiais e as atividades que oferecem perigo a suas comunidades, assim como a oportunidade de participar dos processos de adoção de decisões. Os Estados deverão facilitar e fomentar a sensibilização e a participação do público, colocando a informação à disposição de todos. Deverá ser proporcionado acesso efetivo aos procedimentos judiciais e administrativos, entre os quais o ressarcimento de danos e recursos pertinentes.

Apesar de terem sido consagrados os princípios da participação e da informação como pilares da gestão ambiental e do desenvolvimento sustentável, verifica-se que sua aplicação na área da nanotecnologia é praticamente inexistente.

Não há no Brasil uma regulamentação da nanotecnologia, nem mesmo existe um sistema próprio de gestão dos riscos desta nova tecnologia. Por óbvio, não há qualquer garantia de participação social na análise dos riscos provindos desta tecnologia.

Em 2003 foi criado um Grupo de Trabalho por intermédio da Portaria MCT nº 252/03, que resultou na elaboração do documento “DESENVOLVIMENTO DA NANOCIÊNCIA E DA NANOTECNOLOGIA”: Proposta do Grupo de Trabalho criado pela Portaria MCT nº 252 como subsídio ao Programa de Desenvolvimento da Nanociência e da Nanotecnologia do PPA 2004-2007, neste documento foram eleitos como temas de pesquisa para a área de nanotecnologia as seguintes: Nanofabricação; Nanometrologia; Materiais Nanoestruturados; Nanotecnologia Funcional; Energia; Nanotecnologia Molecular; Nanoagregados; Funcionalização de materiais; Software.

Com efeito, os temas informação e participação foram praticamente ignorados neste documento preponderando tão somente os aspectos do desenvolvimento da tecnologia sem qualquer preocupação com seu controle social. Conforme esclarece o documento, o programa tem como objetivo: “O objetivo do Programa é criar e desenvolver novos produtos e processos em Nanotecnologia, implementando-os para aumentar a competitividade da indústria nacional e capacitando pessoal para o aproveitamento das oportunidades econômicas, tecnológicas e científicas da Nanotecnologia”.

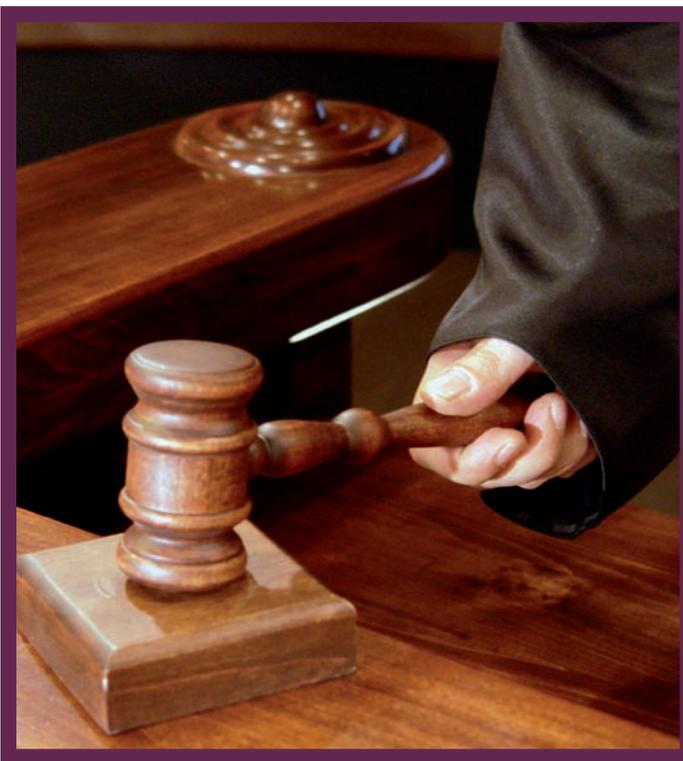
Somente ao falar em seus objetivos específicos, aparece de forma muito tímida alguma preocupação com o envolvimento da sociedade no desenvolvimento da nanotecnologia ao inserir dentre tais objetivos a “informação da sociedade sobre os impactos da Nanotecnologia na vida do cidadão, as novas oportunidades e os riscos de obsolescência que ela cria para produtos e processos atuais”.

4- MARCHESAN, Ana Maria Moreira et all. Direito Ambiental. Porto Alegre: Verbo Jurídico, 2008, p. 41.

5- MACHADO, Paulo Afonso Leme. Direito à Informação e Meio Ambiente. São Paulo: Malheiros, 2006, p. 34.

Tal direcionamento na política científica e tecnológica brasileira não é um fato isolado no contexto mundial. Lamentavelmente, a incipiente preocupação com a participação e informação em nanotecnologia é um problema em todos os países em menor ou maior gravidade, tanto assim que em 31 de julho de 2007 uma coalizão de organizações da sociedade civil, de interesse público, ambientais e sindicais lançaram o documento “Princípios para a Fiscalização de Nanotecnologias e Nanomateriais” divulgado pela Organização Regional Interamericana de Trabalhadores e Confederação Sindical Internacional no qual consagram 08 princípios que devem guiar a fiscalização e avaliação do emergente campo da nanotecnologia, dentre os quais se destacam a Transparência e a Participação Pública.

Não se pode ignorar que a ausência total de regulamentação preventiva da nanotecnologia é um fator inconveniente e indesejável para que se persiga o desenvolvimento científico e tecnológico sustentável e voltado ao bem comum



Especificamente no que diz respeito à transparência e à participação pública, vale a pena trazer as reflexões feitas no documento:

V. Transparência

A avaliação e fiscalização de nanomateriais requer mecanismos que assegurem transparência, incluindo a rotulagem de produtos de consumo contendo nanomateriais, a adoção de regras de direito à informação, medidas de proteção no local de trabalho e o desenvolvimento de um inventário de acesso público de informações relativas a saúde e segurança.

O direito do público de saber inclui o direito de ser informado a fim de poder fazer escolhas embasadas. (...)

Dados relativos a testes voltados para a segurança devem ser disponibilizados para escrutínio do público. À luz do péssimo histórico da indústria em prevenir exposições no local de trabalho e da liberação de produtos químicos perigosos no meio ambiente, uma fiscalização efetiva deve incluir restrições no uso de barreiras de confidencialidade para os nanomateriais. Os dispositivos de convenções internacionais que lidam com a questão do acesso público à informação devem ser respeitados.

No que tange à participação pública destacam-se as seguintes reflexões:

VI. Participação Pública

O potencial das nanotecnologias para transformar o cenário social, econômico e político global torna essencial que o público participe plenamente nos processos deliberativos e de tomada de decisões. Esses processos têm que ser abertos, facilitando uma contribuição igualitária de todas as partes interessadas e afetadas. Alianças governamental-corporativas (i.e., “parcerias público-privadas”) solapam os ideais democráticos e os princípios de fiscalização quando deixam de ser transparentes e de prestar contas ao público. O público em geral de cada nação bem como as futuras gerações têm que ser encarados como partes interessadas.

A participação também deve ser construtiva: ela deve transcorrer de forma a informar a política de desenvolvimento e a tomada de decisão, e não meramente limitar-se ao ‘engajamento’ público a posteriori e de mão única em que o governo e/ou a indústria ‘educam’ o público com o propósito de suprimir o debate e favorecer a aceitação pública. Participação pública construtiva requer um compromisso da parte do governo e financiamento adequado.

Por fim, uma plena participação pública requer envolvimento democrático para o conjunto de processos a partir dos quais as nanotecnologias são desenvolvidas e usadas e é necessária a cada estágio do desenvolvimento em base contínua para assegurar que os interesses, valores e preferências do público informem e guiem a fiscalização da nanotecnologia. Antes de partir da falsa presunção de que a mudança tecnológica é inevitável e/ou sempre benéfica, os processos de concepção de aparelhos e sistemas tecnológicos devem ser norteados por necessidades sociais que são identificadas através de deliberação informada e da tomada de decisão aberta pelas pessoas afetadas. Um esforço especial deve ser feito para incluir as pessoas vivendo em comunidades carentes, que sofreram desproporcionalmente os efeitos do desenvolvimento de novas tecnologias no passado.

CONCLUSÕES.

Inevitável, ao final deste pequeno artigo, reconhecer que lamentavelmente, as políticas públicas no Brasil para nanotecnologia não se voltam à garantia dos direitos do cidadão, sobretudo no que tange à participação e informação. Neste contexto, não se pode ignorar que a ausência total de regulamentação preventiva da nanotecnologia é um fator inconveniente e indesejável para que se persiga o desenvolvimento científico e tecnológico sustentável e voltado ao bem comum.

Porém, a ausência de regras específicas para o setor não podem permitir que se interprete a inaplicabilidade das normas gerais de cunho ambiental que com maior razão devem ser aplicadas com vistas à garantir o mínimo de controle social sobre o desenvolvimento desta atividade.



O SOCIOLOGO PAULO ROBERTO MARTINS FALA UM POUCO SOBRE TEMAS COMO O DO TRABALHO DA REDE DE PESQUISA COOPERATIVA EM NANOTECNOLOGIA, SOCIEDADE E MEIO AMBIENTE (RENANOSOMA), DA QUAL É COORDENADOR, AFIRMA A NECESSIDADE DE PESQUISAS VOLTADAS PARA A SISTEMATIZAÇÃO DE CRITÉRIOS PARA A PRODUÇÃO DE PRODUTOS NANOTECNOLÓGICOS E REFLETE SOBRE AS IMPLICAÇÕES ÉTICAS DA ACELERAÇÃO TECNOLÓGICA QUE ESTAMOS VIVENDO HOJE EM ENTREVISTA ESPECIAL PARA ESTA PUBLICAÇÃO.

FUNDAÇÃO HEINRICH BÖLL:

A Renanosoma foi a primeira rede brasileira a discutir o tema do impacto da nanotecnologia na sociedade e no meio ambiente. Outras com objetivos parecidos também foram criadas desde então? O senhor pode nos falar um pouco sobre o trabalho da rede e como ela evoluiu desde sua criação?

PAULO MARTINS:

Não há outra rede que tenha objetivos semelhantes aos da Renanosoma. As outras redes de pesquisas em nanotecnologia estão voltadas ao desenvolvimento de processos e produtos, não incorporando de maneira explícita as dimensões relativas aos impactos, como faz a Renanosoma, desde 2004.

Nossa rede de pesquisa começou com 12 pesquisadores e hoje já somos mais de 30, presentes em quase todos os estados brasileiros. Não contamos com recursos públicos de instituições como MCT/CNPQ/FINEP/CAPES. Estes órgãos não têm dado qualquer apoio à construção de conhecimento no campo de investigação a que se dedica a Renanosoma. No entanto, nós produzimos seis livros, cinco seminários internacionais, quatro DVDs, 164 bate-papos sobre nanotecnologia e, só em 2009, já produzimos 33 programas Nanotecnologia do Avesso. Tudo isso pode ser encontrado e acompanhado pelo site da rede (www.nanotecnologia.iv.fapesp.br).

FUNDAÇÃO HEINRICH BÖLL:

A nanotecnologia já exerce uma profunda influência no que diz respeito à agricultura e às indústrias de produtos farmacêuticos, de cosméticos e de transformação de alimentos. No entanto, ainda não há regulação de nenhum desses produtos no Brasil e no mundo. Quais os riscos dessa falta de controle e o que se poderia esperar de um sistema de regulação dos produtos em nanoescala?

PAULO MARTINS:

Segundo informes do Woodrow Wilson Institute em seu projeto “Emerging Nanotechnologies”, já existem mais de 1.000 nanoprodutos no mercado global. Enquanto isso, não há regulação específica para estes nanoprodutos. Vários países têm tentado adaptar o que já existe para partículas em dimensões maiores, de forma que possa ser aplicado às partículas nanométricas. As entidades da sociedade civil organizada têm contestado este procedimento, na medida em que entendem que o tamanho da partícula importa, pois traz outros comportamentos quando em escala nano, e são justamente estes novos comportamentos que precisam ser estudados.

Estas entidades têm indicado a necessidade de se ter uma regulação pública (em oposição à autorregulação) para todos os produtos que contenham nanopartículas. Enquanto isso não acontece e não se tem produção de conhecimento sobre nanotoxicologia e econanotoxicologia, devemos adotar dois princípios, o Princípio da Precaução e o Princípio de que “Sem dados, Sem Mercado”, ou seja, sem avaliação de risco não deveríamos lançar produtos para o consumidor.

FUNDAÇÃO HEINRICH BÖLL:

Uma das preocupações dos estudiosos em nanotecnologia é com relação à transformação do mundo do trabalho. Há quem diga que a automação industrial, ocorrida nos anos 80 e que foi responsável pela eliminação de muitos postos de trabalho, pode não ser nada quando comparada ao que a implementação da nanotecnologia será capaz de causar em áreas como as da saúde, da indústria, dos serviços bancários, etc. Como o senhor vê essa previsão?

PAULO MARTINS:

As nanotecnologias mudam os processos de trabalho. Em primeiro lugar, muda a qualificação que os trabalhadores deverão ter, pois um processo produtivo já conhecido poderá ser realizado com outras matérias-primas (no caso nanopartículas, nanoprocessos, nanoprodutos) para os quais os trabalhadores precisarão adquirir novos conhecimentos de manipulação do processo produtivo. A nanotecnologia poderá acarretar a eliminação de postos de trabalhos (pela eliminação de empresas e/ou indústrias), mas também a criação de novos. Mais uma vez isso tem a ver com a formação profissional dessa força de trabalho.

O processos produtivos poderão vivenciar uma nova fase da já conhecida “reestruturação produtiva”. Certamente a nanotecnologia terá seus reflexos neste tema pois a cada dia viabiliza ainda mais a



A partir da convergência tecnológica (o encontro da nanotecnologia, da biotecnologia, da tecnologia da informação e da cognotecnologia) será possível construir um novo ser capacitado, por exemplo, com uma visão muito mais potente que a dos outros humanos

uma série de dispositivos / próteses que os humanos não tem. A partir da convergência tecnológica (o encontro da nanotecnologia, da biotecnologia, da tecnologia da informação e da cognotecnologia) será possível construir um novo ser capacitado, por exemplo, com uma visão muito mais potente que a dos outros humanos. O mesmo pode acontecer com a capacidade de processamento de informações, de manipulações de objetos, etc.

No limite teremos aqueles que não mais irão morrer, ou seja, chegaremos à vida eterna. Hoje, no campo do pós-humano, ainda há muita ficção, ideologias (como o eugenismo tecnológico) e a vontade de se construir uma nova classe dominante.

interação do homem com a máquina que, por sua vez, potencializa a produtividade e elimina postos de trabalho de maneira intensiva.

Portanto, aqui se faz necessário um plano de longo prazo do que poderíamos chamar de “transição justa” de uma situação em que trabalhadores com empregos possam ser preparados, formados e capacitados a enfrentar essa onda de assimilação de novas tecnologias, sem que isso possa se materializar em desemprego tecnológico em massa.

FUNDAÇÃO HEINRICH BÖLL:

O que é o conceito do pós-humano? De que homem estamos falando?

PAULO MARTINS:

Quando falamos do pós-humano, estamos nos referindo a uma espécie diferente da nossa espécie dos humanos. Dessa forma, este homem terá

FUNDAÇÃO HEINRICH BÖLL:

Como o senhor vê a discussão sobre essa questão no Brasil? É um tema debatido com a profundidade que merece? Como fica a questão da ética dentro dessa discussão?

PAULO MARTINS:

No Brasil tivemos apenas um grande evento sobre este tema realizado pela Unisinos, em maio de 2008, o que mostra que se trata de um assunto muito pouco conhecido e divulgado no país. Menos ainda do que o da nanotecnologia. Há várias questões no campo da ética, mas uma que poderemos tratar aqui é a de que hoje não cabe mais perguntar se a ciência pode fazer tal ou qual dispositivo e/ou produto. A pergunta que hoje devemos fazer é: A sociedade quer que a ciência produza tal ou qual coisa? A sociedade quer que construamos uma nova espécie para habitar este planeta? Esta nova espécie estaria a serviço de quem? O processo de exclusão social seria aprofundado neste novo tempo? Enfim, quais os valores éticos aos quais a produção científica deve estar subordinada?

FUNDAÇÃO HEINRICH BÖLL:

O senhor pode explicar um pouco o conceito de “outra nova natureza” em que as barreiras do orgânico e do inorgânico desaparecem?

PAULO MARTINS:

Este é outro tema importante dentro do contexto da convergência tecnológica, uma vez que esta convergência permite a junção (através da nanobiotecnologia) do animado com o inanimado, daquilo que tem vida, com o que não tem.

Ao determos tal capacidade de juntar os átomos e moléculas dos dois âmbitos da matéria, seremos capazes de produzir uma terceira coisa, até então inexistente nos diversos ecossistemas que conhecemos. Ao produzirmos esta “outra natureza” em grandes quantidades (produção e consumo em massa), certamente precisaremos despejar os resíduos (do universo produtivo e do universo do consumo) em algum ecossistema, e hoje ainda não sabemos o que ocorrerá do ponto de vista ambiental. Será que os resíduos desta “nova natureza” acabará se tornando um elemento exógeno dominador de algum ecossistema?

É preciso que se produza mais conhecimento sobre os impactos ambientais desses novos processos e produtos antes que sejam atirados nos ecossistemas que conhecemos hoje.

04

AMPLIANDO PERSPECTIVAS

OS IMPACTOS PROPICIADOS PELAS TECNOLOGIAS SUSCITAM UMA SÉRIE DE REFLEXÕES E DEMANDAM UM MAIOR ENVOLVIMENTO POR PARTE DA SOCIEDADE SOBRE OS RUMOS DESTE DESENVOLVIMENTO. ALÉM DE IMPACTAREM, EM ALGUNS CASOS, HOMENS E MULHERES DE FORMA DIFERENCIADA. OBSERVA-SE MUITAS VEZES QUE A IMPLEMENTAÇÃO INICIAL DE UMA TECNOLOGIA ALCANÇA DIMENSÕES NÃO ESPERADAS DEVIDO A ASPECTOS POLÍTICOS CONJUNTURAIS E QUE AS LEVAM PARA RUMOS DIFERENTES PARA OS QUAIS FORAM CRIADAS. ISSO VEM A REFORÇAR A IMPORTÂNCIA DO ENVOLVIMENTO DA SOCIEDADE COMO PARTE FUNDAMENTAL DESTE PROCESSO.

PARA CONTRIBUIR NESTE DEBATE CONVIDAMOS O PROFESSOR JONATAS FERREIRA, DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECIFE, QUE, PARTINDO DE AUTORES COMO FOUCAULT, ARENDT, HEIDEGGER, DISCUTIRÁ A IMPORTÂNCIA DO ENVOLVIMENTO DA OPINIÃO PÚBLICA SOBRE OS RUMOS A SEREM TOMADOS PELA PESQUISA CIENTÍFICA E SEUS DESENVOLVIMENTOS TECNOLÓGICOS. A SOCIÓLOGA BETÂNIA DÁVILA, DO SOS CORPO, ANALISARÁ AS RELAÇÕES DE PODER E DOMINAÇÃO, EMBUTIDOS NA TRAJETÓRIA HISTÓRICA DAS NOVAS TECNOLOGIAS REPRODUTIVAS NO BRASIL, REFLETINDO SOBRE AS CONTRADIÇÕES QUE ENVOLVEM O DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E SUA APLICAÇÃO NO UNIVERSO FEMININO.

**NANOBIOTECNOLOGIA:
SAÚDE E PERCEPÇÃO DE RISCO NA
SOCIEDADE DO CONHECIMENTO**

Jonatas Ferreira *

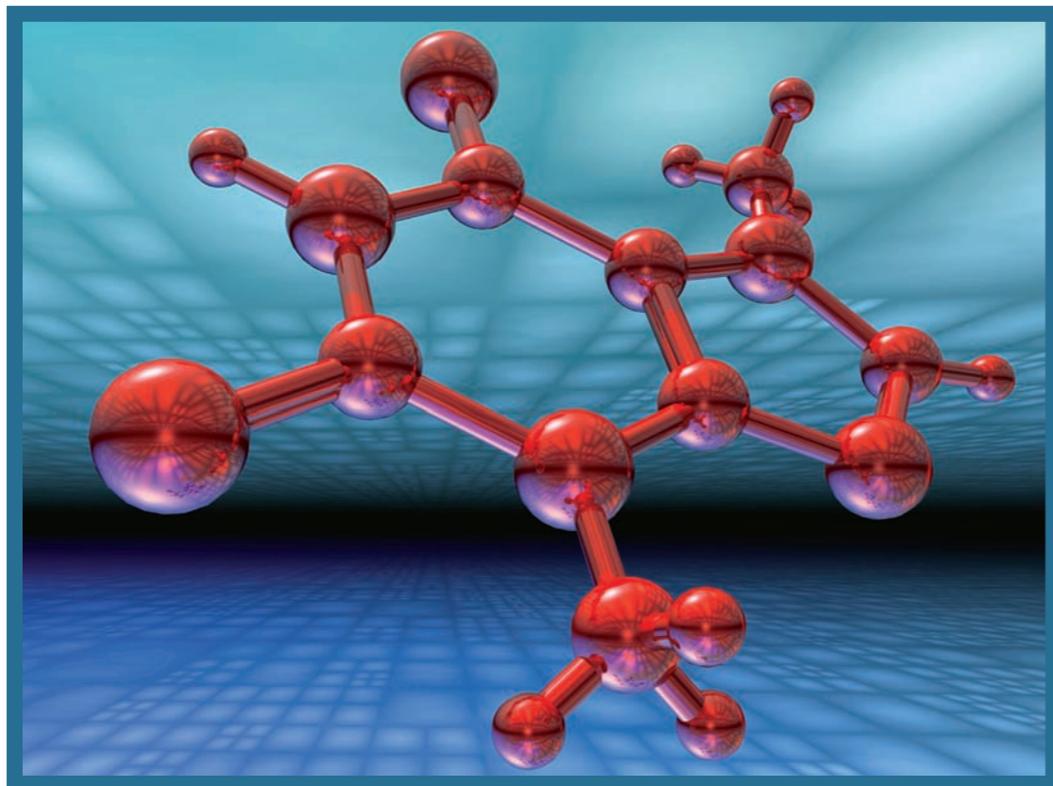
O ENVOLVIMENTO DA OPINIÃO PÚBLICA NAS DISCUSSÕES ACERCA DOS RUMOS A SEREM TOMADOS PELA PESQUISA CIENTÍFICA E SEUS DESENVOLVIMENTOS TECNOLÓGICOS É UM TEMA CENTRAL NAS DEMOCRACIAS CONTEMPORÂNEAS. SE CONSIDERAMOS QUE A INOVAÇÃO TECNOLÓGICA ESTÁ DIRETAMENTE LIGADA À PRODUÇÃO DO VALOR NAS SOCIEDADES DA INFORMAÇÃO E DO CONHECIMENTO, DE SUA REPRODUÇÃO NAS ECONOMIAS NÃO-DESENVOLVIDAS, ESSA AFIRMATIVA PARECE TÃO EVIDENTE QUE SE PARECE DESNECESSÁRIO DISCUTI-LA OU MESMO INADEQUADO UTILIZÁ-LA PARA ABRIR UM ARTIGO DEDICADO AO MODO COMO A NANOBIOTECNOLOGIA PODE VIR A TRANSFORMAR NOSSAS CONCEPÇÕES ACERCA DA SAÚDE. PORÉM, HÁ MUITO O QUE DISCUTIR E PENSAR A PARTIR DESSA CONSTATAÇÃO.

Em primeiro lugar, cabe perguntar o que temos em mente quando falamos de tal envolvimento, ou seja: o que deve ser objeto de debate quando se pretende um envolvimento o mais plural possível na discussão e construção dos destinos de nossas sociedades? A esse respeito talvez devêssemos recorrer às palavras de Heidegger, um pensador não exatamente conhecido por defender as democracias modernas: “O que importa não é o que escolhemos, mas aquilo sobre cuja base escolhemos” (HEIDEGGER apud DREYFUS, 1993, p. 296). O envolvimento público nas discussões acerca do desenvolvimento técnico e científico não haveria de necessariamente passar por uma reflexão radical

acerca da base a partir da qual nos colocamos dadas alternativas tecnológicas, ou recusamos outras? Parece óbvio que a resposta a essa pergunta deva ser afirmativa e que esse tipo de questionamento seja um espaço de reflexão adequado às ciências sociais.

E se aqui saúde, tecnologia e política aparecem como parte de um mesmo quadro de referências, isso não deve nos espantar quando percebermos que a vida biológica vem se constituindo em âmbito privilegiado de elaboração do político desde o século XIX. Ao menos é essa a perspectiva que Foucault nos ofereceu para pensar acerca da peculiaridade do político em obras tão importantes, como *Vigiar e Punir* ou *A História da Sexualidade*, ou em algumas de suas aulas no *College de France* (reunidas sob o título *Em defesa da Sociedade*). Comumente pensada a partir da teoria da soberania, ou seja, a partir de um paradigma jurídico, a política de que fala Foucault, de fato, pouco teria a ver com as questões teóricas schmittianas: quem decide? Sob que bases decide? Quem é amigo, quem é inimigo? Tais questões identificam o político como uma discussão acerca da possibilidade de decisão soberana nas sociedades modernas. O ato de decidir constituiria para Carl Schmitt, o impensado das democracias liberais – ato impossível de ser plenamente compreendido a partir de sua atenção às normas, às leis.

Para Foucault, por outro lado, julgar, decidir, não seriam parâmetros adequados para pensar o político; o ato soberano não é o mistério a partir do qual o poder nas sociedades modernas deve ser compreendido. A vida política neste contexto passou a significar a administração da vida biológica dos indivíduos e das populações e esse é o espaço em que a política se legitima, num automatismo muito menos excitante do que os supostos cancelamentos da norma, da lei presente no ato soberano. E, assim, poder e saúde passaram a estar intimamente relacionadas. Idéias como higiene racial, eugenia, seriam apenas uma exacerbação de uma tendência mais ampla de pensar a vida biológica como espaço em que o poder se produz e legitima. Espaço em que ao Estado cabe disciplinar, potencializar, domesticar, regulamentar, porém, mais precisamente, espaço micropolítico em somos confrontados cotidianamente com questões de como administrar nossa saúde, bem-estar, produtividade, desempenho sexual etc. Efetivamente, os relatórios de prospecção de cenários futuros para as nanotecnologias, para a nanobiotecnologia, para a nanomedicina, colocam para os governos dos países desenvolvidos as a perspectiva de um controle molecular da matéria que nos possibilitariam viver mais, controlar mais eficientemente nossos organismos através da produção de novas drogas, novas técnicas de diagnóstico capazes de, em tempo real, não apenas identificar doenças em estágios embrionários de desenvolvimento, mas liberar em ato contínuo substâncias no local exato onde são requeridas. A esse respeito, em entrevista com a cientista Nereide Stela Santos Magalhães, do Programa de Pós-Graduação em Inovação Terapêutica da Universidade Federal de Pernambuco, obtenho o seguinte depoimento: “[com a nanobiotecnologia] Você pode não apenas diagnosticar doenças já instaladas, como também prever que essa doença possa vir a se desenvolver naquele indivíduo. A nanotecnologia teve uma grande contribuição nesses avanços de



diagnóstico de doenças”. Porém, além de avanços como esses, aqueles mesmos relatórios de construção de cenários possíveis para a nanotecnologia identificam eventuais ameaças à saúde humana provenientes de nanopoluição. Como utopia ou distopia, a saúde, o controle da vida biológica se impõem como preocupações centrais dos Estados modernos.

Se Foucault parece aqui fazer uma parada obrigatória para introduzir esse tipo de questão, é bom não esquecermos que suas observações a esse respeito se inscrevem numa tradição mais ampla em que pensadores como Martin Heidegger e Hannah Arendt também devem ser lembrados. Antes que se falasse em biopolítica, Arendt já falava de uma redução do político ao labor, às preocupações com a reprodução da vida biológica, ao abandono de uma discussão mais fundamental acerca do mundo que desejamos como centro de nossos engajamentos políticos. Heidegger em diversas passagens de sua obra, desde *Ser e Tempo*, já alertava para o que ele percebia como perigo intrínseco ao humanismo ocidental: compreender o ser humano como animalitas – e o animal como um “quê”, como coisa, como estoque de energia à disposição da mobilização técnica, da incansável aceleração produzida pela inovação. Seus textos da década de 1960 são prenes desse tipo de observação, porém o seu *Carta sobre o Humanismo* talvez seja aqui a referência mais direta.

“O fato de a Filosofia e a química fisiológica poderem examinar o homem como organismo, sob o ponto de vista das Ciências da Natureza, não é prova de que neste elemento ‘orgânico’, isto é, de que no corpo explicado cientificamente, resida a essência do homem. Isso vale tão pouco como a opinião de que, na energia atômica, esteja encerrada a essência da natureza. Pois, poderia mesmo acontecer que a natureza, escondesse precisamente a sua essência, naquela face que oferece ao domínio técnico do homem”. (HEIDEGGER, 1987, p. 47)

Podemos a partir desses autores considerar que a aproximação entre política e a saúde dos indivíduos ou das populações, entre a política e o biológico, ocorre como esquecimento fundamental que restringe o âmbito de nossas reflexões e decisões. Pois a possibilidade de um controle molecular sobre nossa vida biológica é incapaz de ajudar a formular a questão básica sobre que mundo desejamos ou que vida julgamos digna de ser vivida. Max Weber dizia algo semelhante há quase cem anos quando escreveu “*Ciência como Vocaçã*”. Em 1922, sob os escombros de uma Europa destruída por uma guerra planetária, Weber reflete, com uma dor e pessimismo que nos toca até hoje, acerca da incapacidade estrutural da ciência convertida em técnica em promover o bem. “A ciência não tem sentido porque não responde à nossa pergunta, a única pergunta importante para nós: o que devemos fazer e como devemos viver? É inegável que a ciência não dá tal resposta” (WEBER, 1982, p. 169-170) A ciência moderna não pode oferecer tais respostas porque para ela a compreensão e controle sobre a vida ocorrem a partir de uma lógica em que indagações sobre o sentido da existência, ou sobre os compromissos éticos ou morais que devemos assumir, não fazem qualquer sentido.

A primazia do raciocínio técnico-instrumental em nossas reflexões acerca das novas formas de interferir na vida biológica das espécies por vezes nos mobilizam mesmo quando pretendemos impor-lhe resistência. É isso que vem ocorrendo com a utilização da idéia de risco como base dos nossos envolvimentos políticos quando nos propomos refletir sobre o que fazer com relação às técnicas de manipulação molecular da existência. Pretendo, portanto, discutir o tema do risco como um espaço de reflexão e mobilização política eminentemente atrelada àquilo que a partir de Foucault convencionou-se chamar de biopolítica ou biopoder. “Parece-me que um dos fenômenos fundamentais do século XIX foi, é o que se poderia denominar a assunção da vida pelo poder: se vocês preferirem, uma tomada de poder sobre o homem enquanto ser vivo, uma espécie de estatização do biológico” (FOUCAULT, p. 285-286). Nossa proposição, evidentemente, carece de uma explicação mais cuidadosa acerca do que devemos considerar risco.

Heidegger, por exemplo, fala constantemente de um risco para o pensamento ocidental: a redução do ser humano à condição de animal pensante, a disponibilização do mundo pela moderna tecnologia.

Ou seja, arriscado neste caso seria o impulso de estocar todas as coisas, de não ver a natureza senão como utilidade, de perder o mundo na agitação, na aceleração tecnológica, na conversão de todas as coisas em códigos binários. Risco que residiria hoje na própria linguagem que empregamos para conhecer o mundo, uma linguagem tornada serva da performance, que reduziria a abertura do ser humano para o mundo ao desejo de controle, a uma miopia em que tudo passa a ser visto como utilidade, como informação. “O único carácter da língua que permanece na informação é a forma abstrata da escrita, que é transcrita nas fórmulas de uma álgebra lógica. A univocidade dos sinais e das fórmulas, que é necessariamente exigida por isto, assegura a possibilidade de uma comunicação certa e rápida”. (HEIDEGGER, 1996, p. 36) Hubert Dreyfus nos coloca um pouco mais próximos daquilo que em textos como “De uma conversa sobre a linguagem entre um japonês e um pensador” ou “A caminho da linguagem” é considerado o grande perigo da cultura ocidental. “O ‘grande perigo’ é que “a maré da revolução tecnológica que se aproxima na era atômica pode cativar, enfeitiçar, ofuscar e iludir o homem de tal modo que o pensar calculador pode algum dia ser aceito e praticado como único modo de pensar”. (HEIDEGGER apud DREYFUS, 1993, p. 305) Trata-se aqui do risco do ser humano sair do seu próprio, de restringir sua abertura para o mundo que o cerca a uma ação contábil, de perdê-lo quando pretende ter um controle virtualmente total sobre ele.

Porém, quando falamos em risco e o relacionamos às nanotecnologias dificilmente teremos em mente a acepção que essa palavra adquire nos últimos escritos de Heidegger. É pouco provável, de fato, que quando debatemos o que é arriscado nesse âmbito estejamos procurando pensar sobre nossos envolvimento tecnológicos de forma ampla e que, mais diretamente, estejamos falando em coisas como: em que medida a produção de novos materiais a partir das nanotecnologias podem desembocar na produção de nanopoluição? Nosso organismo estaria preparado para eventuais novos tipos de toxicidade provenientes de materiais nanoestruturados? Em 6 de maio, a revista Nanomagazine noticiava pesquisa realizada no Massachusetts Institute of Technology com nanopartículas de ouro que identificavam e destruíam células cancerígenas. Qual o risco da utilização de nanopartículas de ouro no tratamento de câncer? Diga-se nesse ponto, e com ênfase adequada, que essas, como uma série de outras perguntas, são muito importantes. Não há como, nem por que, negligenciá-las. Porém, é preciso ainda entender o que esse questionar assume com demasiada facilidade, e até ligeireza, impedindo um exercício crítico mais radical. A verdade é que vivemos uma cultura em que a o cuidado em antecipar catástrofes afirma exatamente aquilo que combate: a ubiquidade da tecnociência como resposta a qualquer pergunta.

E é precisamente essa percepção do risco que caracteriza a influente análise de Ulrich Beck, presente em livros tão conhecidos como Sociedade de Risco ou Mundo em Risco (Weltrisikogesellschaft, sem tradução para o português, mas com tradução para o inglês). No primeiro desses dois livros, temos a seguinte definição: “Risco pode ser definido como uma forma sistemática de lidar com

os perigos e inseguranças induzidos pela própria modernização” (BECK, 1992, p. 21). A primeira informação que obtemos dessa definição é de que risco e perigo não são conceitos que possam ser substituídos sem que uma série de confusões sejam produzidas. A percepção de risco traduz uma atitude moderna, calculadora, uma postura que confia à racionalidade instrumental a tarefa de administrar os efeitos não-pretendidos da própria intervenção tecnológica. O perigo diz respeito a uma percepção do mundo como sendo o palco de forças não-controláveis, imprevisíveis, portanto, fora do escopo da ação técnica ou do conhecimento científico. Um investidor operando na bolsa de valores, de acordo com Beck, faria-o a partir de uma avaliação de da situação da saúde financeira de uma dada empresa, de tendências de mercado, políticas de inovação etc; um vikingue que enfrenta a aventura do saque, expõe-se ao que entenderíamos

como perigo, ou seja, à não-controlabilidade do seu destino. Nesse caso, a solução não pode ser técnica, mas religiosa: o vikingue confiaria sua vida a um deus. Beck opera uma distinção muito útil, embora composta a partir da utilização de tipos ideais, esboçada na velha oposição sociológica entre o moderno e o tradicional. Como afirmei recentemente em um texto sobre esse tema, para ele, “o risco não é um efeito colateral da sociedade contemporânea, mas um elemento fundamental na própria lógica reflexiva mediante a qual o capitalismo prospera. Mas há evidentemente muitos problemas que podem ser identificados na auto-referência a partir da qual o discurso do risco prospera: i. ele avalia e mede o efeito que uma substância tem sobre uma pessoa, mas não o que

O risco não é um efeito colateral da sociedade contemporânea, mas um elemento fundamental na própria lógica reflexiva mediante a qual o capitalismo prospera



a acumulação de diferentes substâncias apresentar; ii. ele não leva em conta que certos riscos, especialmente os produzidos por novas tecnologias, podem ter efeitos que se colocam para além do ciclo de vida de uma indivíduo – podendo se manifestar em seus filhos e netos, por exemplo; iii. um mesmo agente poluente, por exemplo, pode ter efeitos bastante diversos em diferentes indivíduos – a determinação dos limites de risco desse agente, no entanto, padronizam uma espécie de tipo biológico médio; iv. no que diz respeito às tecnologias radicalmente inovadoras, como as nanotecnologias, a avaliação dos perigos ambientais, biológicos a partir de uma lógica de risco é claramente insuficiente na medida em que nos faltam referências técnicas para calcular o efeito que a introdução de novos materiais, com propriedades novas, teriam sobre a vida biológica”. (FERREIRA, 2009, p. 325)

O fato é que a própria tecnociência vem se apropriando da idéia de risco, o que não é de estranhar, como já o constatamos: o risco biológico é uma preocupação central de qualquer biopolítica. Se a reflexividade é a chave do capitalismo contemporâneo, como o julga Beck, e como acredito fazer bastante sentido, é preciso afirmar que uma atitude reflexiva nesse âmbito só é garantida por uma contínua avaliação técnica do impacto potencial de nossas ações sobre o mundo. Isso torna, por vezes, o próprio desastre um espaço onde vantagens econômicas podem ser enxergadas e transformadas em oportunidades de lucro. E assim, é mais fácil passar a ser mais simples refletir acerca de como resolver tecnicamente a poluição provocada pelo naufrágio de um petroleiro, através de nanobiorremediação, por exemplo, do que pensar criticamente sobre o modelo energético que as sociedades contemporâneas pressupõem. A ciência se apropria da cumplicidade que existe entre risco e reflexividade e isso não é fortuito, visto que esses três conceitos operam dentro daquele campo que definimos acima como biopoder.

Assim, uma parte significativa da produção científica no campo das nanotecnologias, de um modo geral, e das nanobiotecnologias, em particular passam a considerar de modo sistemático a avaliação de risco. Em 2009, por exemplo, o Journal of Nanoparticle Research dedicou um número inteiro ao tema “Métodos e ferramentas emergentes para avaliação de risco ambiental e política para nanomateriais”. Tratava-se de produzir um “sumário do Workshop Avançado da OTAN”, o que não deixa dúvida sobre a cumplicidade que falamos: *a ideia de risco pode ser apropriada por estratégias de biopoder que nos impedem de pensar de modo radical nossos envolvimentos tecnológicos, seu significado mais amplo em nossa existência*. O limite dessa forma de conceber tais envolvimentos pode ser apreciado precisamente pela facilidade com a qual as avaliações de risco passaram a fazer parte não apenas do vocabulário, mas das práticas de investigação científica no campo das nanobiotecnologias. De fato, não há pesquisa com nanopartículas que não estejam atreladas hoje ao estudo de sua toxicidade,

nem poderia ser diferente. Nunca é demais enfatizar os limites consideráveis que a avaliação de risco implica neste caso, como observamos na citação acima.

Um passo importante dentro desse espaço de preocupações teóricas e políticas que marcam a contribuição de Ulrich Beck diz respeito ao interesse demonstrado por estudiosos, mas também por instituições governamentais dos países desenvolvidos, com relação à participação pública nas decisões acerca dos investimentos da pesquisa científica. Esse gesto passa pela apropriação crítica daquela contribuição, ao fato de ela se referir ao risco tecnológico como um fato consumado. “Considerações históricas da ciência e da tecnologia têm frequentemente ignorado as particularidades técnicas da prática científica. De fato, as elaborações internas da ciência foram tradicionalmente fechadas numa “caixa-preta”. O pressuposto é que não pode haver ‘má ciência’, apenas ‘má tecnologia’ (KEARNES et al, 2006, p. 25).

Em oposição a esse fechamento, Kearnes et al. falam da necessidade de engajar a opinião pública num diálogo antecipado com os cientistas acerca de suas práticas, produtos, dos sentidos éticos, políticos, sociais, econômicos dessas práticas e produtos. Essa seria a forma de evitarmos a delimitação do diálogo entre a ciência e a sociedade a um campo bastante restrito: o risco. E é claro que esse diálogo não pode evitar tal questão premente; sua virtude seria colocá-la num espectro mais amplo de problemas (FERREIRA, 2009, 326).

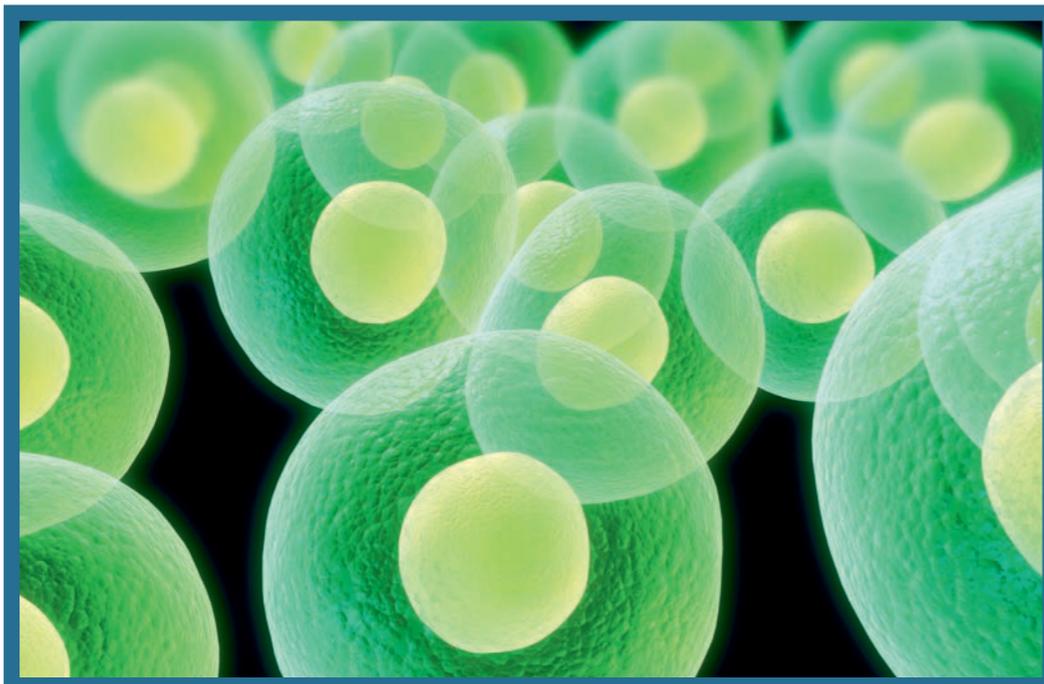
Apesar da boa-fé de construir esses espaços democráticos de discussão das nanociências e seus possíveis impactos, que julgamos extremamente necessários, o limite do gesto é a concepção estrita do que seria verdadeiramente arriscado nas nanotecnologias. Por que haveríamos de nos restringir a uma aceitação biopolítica do risco? Por outro lado, haveria como aproveitar esses espaços para pensar mais radicalmente o papel da tecnologia em nossas existências, para discutir com seriedade o mundo que gostaríamos de ter? Sem a possibilidade de “perder” o precioso tempo de produção da inovação tecnológica em discussões mais amplas sobre nosso presente e futuro, todavia, um exercício verdadeiramente democrático de envolvimento da opinião pública no debate sobre o lugar das nanociências e nanotecnologias em nossas sociedades teria de ser considerado baldado. Essa falha, no entanto, é precisamente o que pauta algumas ações que visam a avaliar a percepção da opinião pública dos efeitos das nanotecnologias no meio ambiente, em nossas vidas, em nossas economias. Via de regra, tais estudos entendem que o que marca tal opinião é uma ignorância que atua como entrave ao novo, ao progresso - entrave a ser dirimido, obviamente, com uma política de informação e esclarecimento.

Um grande problema no discurso e debate públicos acerca das modernas tecnologias é a falta de informação acurada e uma fundação científica questionável. Isso é certamente evidente no debate público em torno da biotecnologia agrícola. A qualidade do debate é geralmente

pobre, largamente porque a ignorância difundida de técnicas usadas na produção ordinária de alimento não possibilita uma base de comparação lógica (MCHUGHEN, 2008, p. 34).

A possibilidade de o envolvimento da opinião pública nos debates sobre os destinos da tecnociência de um modo amplo, e das nanotecnologias, em particular, transformar-se num espaço de exercício de tal “esclarecimento” ou, mais propriamente, de convencimento não deve nos espantar. Essa possibilidade está diretamente atrelada a uma restrição do político ao biopolítico que impede esse espaço de se tornar verdadeiramente democrático. Pois, onde houver um processo verdadeiramente democrático é preciso que os termos em que se trava um diálogo possam ser contestados e também que esse diálogo tenha poder de direcionar nossas práticas.

A possibilidade de o envolvimento da opinião pública nos debates sobre os destinos da tecnociência de um modo amplo, e das nanotecnologias, em particular, transformar-se num espaço de exercício de tal “esclarecimento” ou, mais propriamente, de convencimento não deve nos espantar. Essa possibilidade está diretamente atrelada a uma restrição do político ao biopolítico que impede esse espaço de se tornar verdadeiramente democrático



NOTAS CRÍTICAS
(FEMINISTAS) SOBRE
TECNOLOGIA E REPRODUÇÃO
Maria Betânia Ávila *

A HISTÓRIA NÃO É UM PROCESSO LINEAR, UMA EVOLUÇÃO OU UMA SEQUÊNCIA DE FATOS COERENTES. É UM PROCESSO MOVIDO POR CONTRADIÇÕES E CONFLITOS. A HISTÓRIA DO DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO É CONTRADITÓRIA E MOSTRA QUE ESSE TANTO PODE SER UM BEM PARA HUMANIDADE COMO CONTER EM SI UMA POSSIBILIDADE, JÁ MUITAS VEZES REALIZADA, DE DESTRUIÇÃO E DOMINAÇÃO DA VIDA HUMANA E DA NATUREZA, SENDO A PRIMEIRA UMA PARTE DA SEGUNDA.

Sobre os grandes debates em torno das novas tecnologias reprodutivas, tanto conceptivas como anticonceptivas, eu proponho nesta reflexão termos como referência questões da sua história que podem nos fazer pensar o quanto as relações de poder e dominação envolvem sua trajetória. Para Olgária Matos, inspirada no pensamento de Walter Benjamin, “para esquecer, primeiramente, é preciso lembrar. Esquecimento sem recordação é recalque e retornará na forma de repetição e da barbárie” (Matos, 1990, p. 303).

Um dos problemas para lidar atualmente com essa questão é a rapidez com que novas tecnologias surgem e como se anunciam - sempre como o início de uma grande aventura humana e para sua total redenção. Então vão sendo esquecidos os processos acontecidos no passado e mesmo aqueles que, aparentemente, fazendo parte do passado, ainda estão em curso, e ao serem retomados e visibilizados, outra vez, ajudam a construir a análise crítica e a compreender os elementos que estão em causa, isto é, as estruturas e relações de poder que dominam historicamente esse campo.

* Socióloga, Doutora em Sociologia pela Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Pesquisadora e Coordenadora Geral do SOS CORPO Instituto Feminista para a Democracia.

A relação entre tecnologias e vida reprodutiva das mulheres ilustra as contradições que envolvem o seu desenvolvimento e sua aplicação prática. As tecnologias reprodutivas, em geral, anunciadas por pesquisadores, produtores e pelos agentes do mercado como mecanismos de “liberação” ou de promoção da saúde, não se revelam como tais quando passam pelo crivo de uma análise crítica, a partir das experiências das mulheres, sobre sua utilização e sobre a forma como são ofertadas.

De início já se coloca o problema da própria definição das linhas de pesquisa e de quem define essas linhas, seus objetivos e sua posterior distribuição. Essa definição está, em geral, subordinada aos interesses do mercado e a políticas de controle sobre o corpo e o processo reprodutivo das mulheres. Essa é uma constatação histórica. A experiência brasileira sobre pílula e esterilização, sobre a qual falarei mais adiante, expressa bem o que é uma política de controle de natalidade direcionada ao corpo das mulheres.

Podemos dizer que existem boas e más tecnologias, ou melhor, desejáveis e não desejáveis, pensando do ponto de vista do bem estar humano, da justiça social e dos direitos humanos. Algumas tecnologias já são desenvolvidas porque o seu uso oferece um grande potencial de lucro e de controle sobre a humanidade. Há, ainda, tecnologias que surgem para resolver uma necessidade concreta da vida humana e que podem ser simplesmente desvirtuadas no seu uso, passando a ser mecanismos de lucro e de poder.

Um processo histórico liga os debates atuais em torno das novas tecnologias a momentos anteriores, e retomá-lo é importante no sentido de se contrapor a uma ação de publicidade que tão insistentemente tem colocado para opinião pública uma visão sobre a produção de tecnologias como um lugar de neutralidade e necessariamente de emancipação humana.

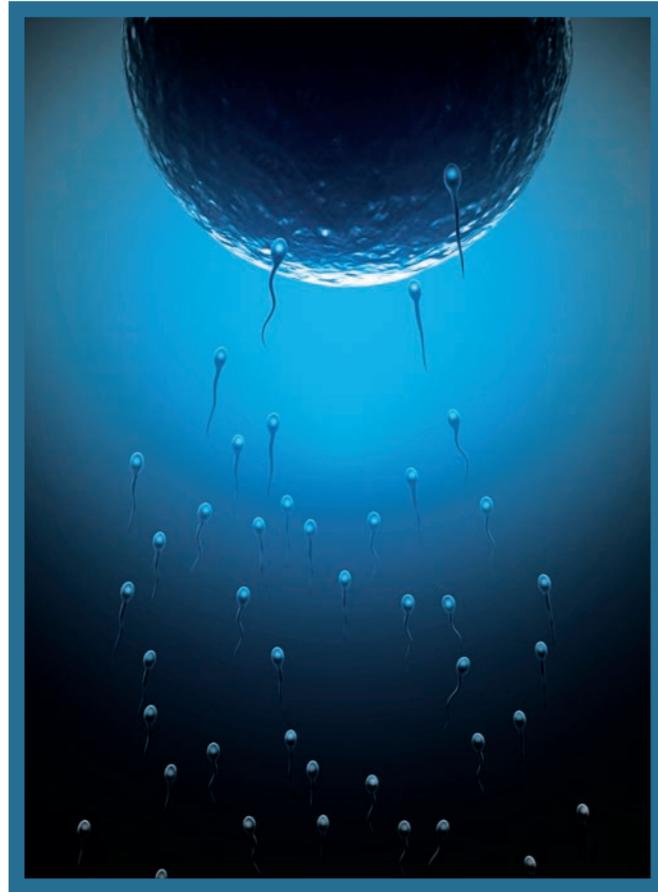
O movimento feminista tem insistido em manter a memória sobre o uso da pílula e da esterilização no Brasil e sobre o seu uso no contexto atual. Estes dois métodos seguem sendo considerado, no senso comum, como meios eficazes de anticoncepção. A pílula é aclamada como sendo em si só um instrumento da libertação da mulher. No entanto, a história tem mostrado que essa tecnologia tanto pode ser um instrumento de controle e dominação como um instrumento para autonomia das mulheres. As políticas massivas de controle da natalidade foram internacionalmente realizadas na América Latina, na África e na Ásia e a pílula é a grande protagonista desse processo. No Brasil, só foi superada pelo uso da esterilização, que implica em outro uso instrumental e perverso de uma técnica voltada para o controle da vida reprodutiva.

NA AVALIAÇÃO DE SCAVONE

essas questões nos levam às idéias dos primórdios do feminismo contemporâneo, nos anos 1960-1970, período da emergência de um movimento autônomo e radical que, ao politizar o privado, deu visibilidade especial ao corpo e sexualidade, tratando-os como questões políticas. Nesta época ocorre, também, a aceleração do uso das técnicas em todos os âmbitos da vida – especialmente a tecnologia química de controle da fecundidade, que, como a pílula contraceptiva, possibilitou a livre escolha da maternidade – que, nos anos subsequentes, se intensifica mais ainda, trazendo à tona as novas facetas e contradições advindas do avanço da ciência e da tecnologia no capitalismo contemporâneo (Scavone, 2007, p.113-114).

Quando nós iniciamos a pesquisa no SOS Corpo, em 1981, nosso primeiro problema foi a esterilização de mulheres. Naquele momento, estávamos enfrentando um debate acirrado com o poder médico e com os organismos internacionais sobre o controle da natalidade. As políticas de controle de natalidade naquele momento (anos 1970 e 1980) eram profundamente combatidas pelo movimento feminista, pois ao serem realizadas sem qualquer princípio ético e qualidade, causavam danos profundos à saúde das mulheres, violavam o princípio da autonomia reprodutiva e, além disso, partiam de uma concepção de desenvolvimento na qual a eliminação da pobreza se dava pela eliminação da capacidade das pessoas pobres se reproduzirem. A realização dessa primeira pesquisa (Corrêa, 1982), seguida de uma outra sobre contracepção e instituições (Ávila e Barbosa, 1985), respondia à necessidade de produção de conhecimento para legitimar um campo de luta. Sabíamos, por meio dos grupos de reflexão com as mulheres das comunidades pobres, dos problemas que envolviam essa questão, mas precisávamos de um conhecimento produzido nos marcos de uma pesquisa que pudesse validar o discurso político. Sobre o uso da pílula, a pesquisa revelou não só uma prática expandida de controle da natalidade, mas também o impacto violento sobre a saúde de mulheres que tinham acesso a esse método de maneira impositiva e sem qualquer assistência à saúde. Segundo a pesquisa, “a pílula representa, na vida dessas mulheres, uma verdadeira batalha entre a segurança do método e os efeitos que ocasiona. São muitas as histórias contadas... Do total de mulheres que usavam a contracepção hormonal (oral) no momento da entrevista... 62% o fazia apesar dos enjôos, das agonias e das dores de cabeça... (Ávila e Barbosa, 1985).

Naquele momento, os índices de uso da pílula e da esterilização eram tomados simplesmente como uma “opção” das mulheres, pelo poder público e pelo poder médico. Foi por meio dos estudos críticos qualitativos, originados no campo de estudo feminista, que a análise desvelou outras dimensões do problema: dimensões materiais e objetivas e elementos subjetivos e afetivos envolvidos nas decisões



O movimento feminista de mulheres negras, no entanto, vai recolocar criticamente essa questão e, sobretudo, a questão específica sobre a esterilização a partir do problema da dominação e discriminação racial no Brasil

ao trazer as contradições no interior do próprio movimento e defender que a dimensão racial está incontornavelmente articulada às relações de gênero e classe. Essa dimensão é trazida como elemento indispensável a uma abordagem crítica e transformadora da realidade social e geral e para uma abordagem crítica da questão do controle de natalidade em particular.

sobre contracepção, o que veio a mostrar o embricado das relações de gênero e classe no Brasil em torno da prática da contracepção. A produção de uma análise sociológica sobre a contracepção foi um instrumento importante para o movimento feminista se contrapor ao discurso médico da época, naturalizador das desigualdades entre mulheres e homens no campo da reprodução, e que se constituía em um elemento importante de sustentação das estratégias da biopolítica para as mulheres pobres dos países do sul.

O movimento feminista de mulheres negras, no entanto, vai recolocar criticamente essa questão e, sobretudo, a questão específica sobre a esterilização a partir do problema da dominação e discriminação racial no Brasil. Denuncia que as mulheres negras são o alvo principal dos processos de esterilização massivos. A ação desse movimento vai incidir na esfera pública em geral mas também no interior do movimento feminista,

Os dados sobre o uso dos métodos contraceptivos no Brasil foram e continuam preocupantes. Também revelam como foi criado um modelo baseado nos propósitos do controle de natalidade e da responsabilização das mulheres sobre a reprodução. Hoje, no Brasil, a pílula segue sendo o método contraceptivo mais utilizado pelas mulheres, seguido do recurso à laqueadura. Em 2006, cerca de 67% das brasileiras em idade reprodutiva (15 a 49 anos) utilizavam algum método contraceptivo. Cerca de 22% destas mulheres utilizavam a pílula e 21,8% haviam recorrido à esterilização (PNDS, 2006). Os métodos que envolvem a responsabilidade masculina são pouco expressivos. O uso da camisinha pelo parceiro foi referido por apenas 12,9% das mulheres e apenas 3,3% tinham parceiro esterilizado (PNDS, 2006).

O outro problema sério em relação à pílula é a questão da saúde das mulheres. Quando distribuídas massivamente, o único objetivo era o controle da natalidade, independente do que pudesse causar de impacto sobre sua saúde. O impacto sobre a saúde das mulheres permanece como uma questão do presente. Um exemplo desta situação é o fato de que, muitas vezes, os impactos provocados pelo uso da pílula serem tomados como efeitos colaterais e não como fator de morbidade entre mulheres. O poder médico sempre considerou a pílula um método eficaz, não só pelo chamado grau de eficácia, mas também porque deixa a mulher disponível para a relação sexual com penetração sem qualquer “incômodo” para os homens. Em linguagem crítica, podemos dizer que nessa visão falocêntrica, o que está em questão é um corpo de mulher disponível para ser penetrado sexualmente e com a garantia da não concepção. Quando falo em poder médico, me refiro a uma concepção das práticas médicas como instrumento de poder que permanece hegemônica. Mesmo levando em conta que nesse campo há conflitos e divergências e, consequentemente, pensamentos e práticas diferenciadas, considero que ainda vigora um sistema de poder que se impõe como ideologia e como prática generalizada que visa o controle do corpo das mulheres para a reproduzir ou não.

É preciso, portanto, considerar que só um movimento de emancipação das mulheres pode tornar uma tecnologia reprodutiva um meio para sua libertação. A emancipação é uma conquista do próprio sujeito e implica na construção de condições objetivas e subjetivas para sua realização. Isto porque a liberdade não é uma escolha que fazemos diante de opções que os outros nos apresentam, mas a capacidade e a possibilidade de construirmos coletivamente os meios para tomarmos nossas próprias decisões de maneira democrática e justa. Não podemos falar de escolha livre em contextos de profunda desigualdade social. No caso dos métodos contraceptivos, a definição das linhas de pesquisa certamente seriam outras se o que estivesse como objetivo fosse a garantia da saúde, da igualdade entre homens e mulheres e a possibilidade de garantir o exercício da liberdade reprodutiva para os casais heterossexuais.

Uma outra questão sobre a qual quero colocar brevemente uma reflexão diz respeito à cesariana. Nesse caso, não se trata de uma tecnologia conceptiva ou contraceptiva, mas de uma técnica que incide sobre um momento crucial da reprodução. - o momento do parto, do nascimento de um ser humano. A cesariana, em princípio, era considerada uma tecnologia desenvolvida para salvar vidas, para permitir que em situações de risco a vida das mulheres possa ser preservada e que o nascimento dos bebês possa se realizar na melhor condição possível dentro de uma circunstância desfavorável. No entanto, esse procedimento tornou-se uma prática generalizada. Os dados do Brasil revelam que o país tem a maior taxa dessa intervenção no mundo. O uso da prática da cesariana parece movida pelo regras do lucro e da pressa movida pela ideologia do “ganhar tempo”.

De onde vem a pressa, a falta de tempo, se nesse momento acontece, segundo Arendt (2005), o único acontecimento novo da humanidade, o nascimento. É a pressa do sistema capitalista, no qual as coisas e o consumo das coisas se impõe como sentido da vida social. De um lado, a pressa é movida pelos interesses do lucro, pois em quanto menos tempo se realiza um parto, mais tempo se tem de se fazer uma linha de produção de partos - com hora e dia marcados. Do lado das mulheres, a atração se faz pelos anúncios de não sentir a dor, de manter o corpo sem as marcas do parto, de não ser pega de surpresa e ter controle sobre o tempo, o que faz do momento do nascimento um momento administrado, submetido a planejamento. A ideologia que hegemoniza o modelo que tornou o parto cesariana no Brasil e em outros países como o desejável e “moderno”, vem, mais uma vez, do poder médico e de suas instituições, no contexto da sociedade de mercado.

Em sua Carta de Fundação a Rede Pela Humanização do Parto (ReHuNa) fundada em 1993, declara o seguinte entre outras questões importantes:

...mudanças sociais profundas vêm fazendo com que as mulheres se distanciem de suas raízes e de seus corpos, se submetam à desapropriação de suas práticas e saberes milenares, se alijando progressivamente de seu papel de sujeito no momento do nascimento. A esta situação se aliam tabus, a repressão da sexualidade e a opressão, subordinação e manipulação das mulheres em nossa sociedade. ... No modelo social e econômico em que tempo é dinheiro, o parto vem sendo crescentemente realizado como se fosse linha de montagem, concentrando-se nas vésperas de feriados, fins de semana, violentando o tempo e o ritmo natural de mãe e filho...” (ReHuNa, 1993)

A cesárea é, também, via de acesso à ligadura de trompas, método anticoncepcional que vem esterilizando definitivamente grandes massas de mulheres brasileiras (ReHuNa, 1993). As cesarianas aumentam os riscos para a saúde das mães e dos bebês, assim como os custos do cuidado com a saúde comparados com os dos partos normais. No Brasil, a taxa de cesariana é de 43% (DATASUS,

2008), sendo que nas unidades de saúde da rede privada se eleva para 84,5% dos partos realizados. Na rede pública, corresponde a 31% dos partos realizados (DATASUS, 2008).

A introdução das novas tecnologias conceptivas reproduz os mesmo elementos de dominação e mercantilização da vida. Neste sentido, a crítica de Ramires-Gálvez (2007) revela bem a dimensão do problema:

“Possivelmente, esse é um dos grandes empreendimentos do mundo contemporâneo, que fica nas mãos do médico ou depende de sua assistência para sua realização, colocando o especialista no lugar de gestor de vida... A tecnologia reprodutiva, ao substituir algumas das funções corporais, desloca o lugar central das mulheres no processo reprodutivo e sua capacidade de agenciamento...A confluência do capital, da ciência e tecnologia parece tomar conta dos domínios da vida social, submetendo-a às leis de mercado. Concordando com Franklin (1993,) afirmamos que o campo da RA [Reprodução Assistida] tornou-se uma indústria que oferece, nos termos de uma lógica de consumo, uma série de técnicas, produtos e serviços profissionais no novo mercado da infertilidade” (RAMIRES, 2007, p. 33).

O que quero ressaltar é que o debate sobre as novas e velhas tecnologias reprodutivas deve ser feito dentro do marco da construção da democracia e da defesa dos direitos humanos, levando em consideração que não existe neutralidade no desenvolvimento da pesquisa científica e tecnológica em um mundo pleno de contradições e desigualdades sociais profundas. Os modelos de tecnologias não são neutros nem resultados incontornáveis de um processo irreversível ou ao acaso. Pensar sobre um mundo com justiça social, ambiental e igualdade implica pensar formas de tecnologias que estejam voltadas para a preservação da natureza e do bem viver da humanidade. “Um outro mundo é possível” e nessa construção temos que superar a produção da tecnologia como instrumento de manipulação da vida humana, transformada em objeto de consumo através do biopoder.

A GRANDE TRANSFORMAÇÃO
É POSSÍVEL UMA REVIRAVOLTA
AMBIENTAL BEM-SUCEDIDA
DO CAPITALISMO?

Ralf Fücks *



PELO MENOS DESDE A PUBLICAÇÃO DO RELATÓRIO DE NICHOLAS STERN¹,
ECONOMISTA DO GOVERNO BRITÂNICO, É IMPOSSÍVEL NEGAR QUE AS MUDANÇAS
CLIMÁTICAS NÃO APENAS REPRESENTAM UM RISCO ECOLÓGICO, MAS
TAMBÉM ESTÃO ASSOCIADAS A ENORMES RISCOS ECONÔMICOS.

Se não conseguirmos promover rapidamente uma grande mudança, “catástrofes naturais” fabricadas por nós mesmos, resultantes de um aumento exponencial da temperatura, levarão a uma destruição maciça de valor econômico. Segundo Stern, o custo de uma proteção climática eficiente é de aproximadamente 1% do valor da produção líquida mundial em um ano. Mas a “economia verde” tem imenso potencial de crescimento. A conclusão é de que investimentos em proteção climática são economicamente muito rentáveis e podem levar a um milagre econômico verde.

Parece quase tão difícil como conseguir a quadratura do círculo: a ecologia como fonte de rejuvenescimento da economia. Contudo, isto está ligado a um grande desafio. A meta é cortar as emissões globais de CO₂ pela metade até meados deste século. Isto significa que os “antigos” centros industriais terão de reduzir suas emissões de CO₂ em 80%-90%. Trata-se nada menos que de uma nova revolução industrial. Nos últimos 150 anos, o imenso crescimento da sociedade industrial foi baseado nos recursos energéticos fósseis da terra: carvão, petróleo, gás. Agora, esta

*- Ralf Fücks é cientista político e presidente da Fundação Heinrich Böll, da qual é membro do conselho executivo desde 1996. Este texto foi escrito em colaboração com Kristina Steenbock, que é consultora da Fundação Heinrich Böll em Berlim e vice-presidente da organização não-governamental Germanwatch.

1- O documento Stern Review: The Economics of Climate Change (Relatório Stern), publicado em 2006, foi encarregado pelo governo britânico e sua produção foi coordenada pelo economista Sir Nicholas Stern. (N da T).

forma de desenvolvimento atingiu seus limites ecológicos – não porque esses recursos estejam acabando, mas porque a combustão dessas substâncias resulta na emissão de uma quantidade enorme de gás carbônico. Hoje enfrentamos o desafio de uma mudança para um modo sustentável de produção no espaço de poucas décadas. Este modo deve ser baseado em uso eficiente da energia, energias renováveis e ciclos de produção fechados.

As políticas públicas deverão estabelecer metas, e precisaremos de normas legais que guiem as forças de mercado de maneira que estas se movimentem em uma direção mais ecológica. Entretanto, esses passos não serão capazes de substituir totalmente a criatividade de uma economia de mercado com muitos milhões de produtores e consumidores agindo de forma independente. As empresas e os próprios consumidores precisam tornar-se atores da inovação ecológica. Até que ponto esta idéia utópica é realista?

ECO-CAPITALISMO – UMA CONTRADIÇÃO NOS TERMOS?

Karl Marx cunhou a famosa frase: “O capitalismo arruína as fontes da riqueza em que se baseia: trabalho e natureza.” Trata-se de uma perspicaz observação de uma tendência. Hoje, após um século e meio de capitalismo, temos de acrescentar: o capitalismo é um sistema com uma capacidade imensa de aprender e evoluir. Até o momento, conseguiu transformar cada crise e oposição em um impulso de inovação.

No século XIX, o movimento de trabalhadores surgia como primeira resposta histórica às tendências destrutivas do capitalismo. A social-democracia é sua expressão política. Seu projeto era a civilização social do capitalismo. O resultado de sua luta foi uma vasta rede de instituições: sindicatos, cooperativas, mecanismos de seguridade social, formação profissional, co-gestão etc. Isto propiciou a elevação da esperança de vida e melhores padrões de vida para as classes trabalhadoras. O aumento do poder aquisitivo da população foi a base da sociedade de consumo moderna. Como é evidente, a contenção social do capitalismo é um processo sujeito a lutas que com frequência se acirram, e, assim, seus resultados se vêem repetidamente sob pressão. Contudo, desafiando todas as profecias apocalípticas, essa contenção continua existindo mesmo na era da globalização. Em particular, observamos que o nível de educação e o poder aquisitivo da população estão melhorando nos novos países industrializados (NICs). Ao mesmo tempo, a procura por trabalho qualificado e a importância do “capital humano” para a economia estão crescendo paralelamente ao desenvolvimento de tecnologias e serviços modernos.

Será preciso esperar para saber se o resultado será algo similar à economia social de mercado. Entretanto, se olharmos com mais atenção, encontraremos sinais de que a modernização ecológica do capitalismo já começou. E se é verdade que a corrida contra a catástrofe climática nos deixa pouco tempo, não temos alternativa.

O NOVO SISTEMA CRESCE DENTRO DO ANTIGO

Não estamos especulando, mas examinando mais atentamente desenvolvimentos e atores recentes que contribuem para a transformação ecológica da economia. Nas duas últimas décadas, o número e a influência política de organizações da sociedade civil aumentaram significativamente. Em 1992, foram 1.400 organizações não-governamentais inscritas na conferência mundial. Em 2002, na conferência de Johannesburgo, esse número subiu para 3000. Hoje as ONGs fazem parte de redes internacionais e têm acesso à mídia e a tomadores de decisões políticas em muitos países. Com sua capacidade de “provocar escândalos”, agem como sentinelas em face de empresas transacionais.

Frequentemente, as organizações da sociedade civil até subestimam sua própria influência sobre as empresas. O “risco para a reputação” da empresa que se torna alvo de uma campanha internacional é um fator importante nos negócios, especialmente para companhias cujo foco principal é o consumidor e que têm um nome de marca a perder. Suas vendas e seu valor para o acionista são muito sensíveis a danos à reputação. Campanhas internacionais como “Nestlé mata bebês” (Nestlé Kills babies), a campanha Brent Spar do Greenpeace e a campanha contra as *sweat shops* da Nike forçaram empresas a mudar suas políticas de negócios.

Cada vez mais, os riscos ambientais - particularmente a dependência em relação a recursos fósseis - traduzem-se em riscos econômicos. Ao mesmo tempo, o fato de os preços das matérias primas e da energia continuarem a subir no longo prazo força-nos a administrar os recursos de forma cada vez mais eficiente. A crescente escassez e preços mais altos dos direitos de emissão de CO2 acelerarão este processo. Uma empresa intensiva em energia que não tiver uma estratégia para reduzir seu consumo de energia e suas emissões está arriscada a sofrer uma redução da boa vontade para com ela.

Pode ocorrer uma reação em cadeia caso a produção falhe em algum ponto da rede mundial de abastecimento, e essa reação em cadeia pode ter um impacto de grande porte sobre as vendas e o lucro. Por essa razão, os sistemas de “gerenciamento de risco” para substâncias e processos

de produção perigosos têm se tornado o estado da arte internacional para manter os riscos de responsabilidade sob controle.

O ascenso internacional do movimento verde levou a uma internacionalização geral da proteção ambiental. Ministérios do Meio Ambiente, limites, impostos ambientais, eco-taxas, programas de promoção como a lei de energias renováveis, estudos de impacto ambiental e processos de certificação têm contribuído para uma situação na qual tecnologias ambientais, energias alternativas e serviços ecológicos formam um mercado crescente que atrai capital e cria empregos.

A atual discussão sobre mudanças climáticas indica até às empresas mais teimosas que não podem continuar ignorando questões ambientais globais. Aqueles que não seguirem a corrente na direção de um nível mais alto de ecologia serão punidos pelo mercado. A atual crise da indústria automobilística dos Estados Unidos mostra isto com muita clareza. Este fato provoca uma corrida de inovação em busca do uso mais eficiente de recursos e de produtos com melhor compatibilidade ambiental, e essa corrida gradualmente vai incluindo todos os setores da indústria.

As pessoas em papéis-chave também estão mudando. Uma nova geração de gerentes foi treinada para entender que a “responsabilidade social corporativa” e a eco-gerência são parte integrante do que se espera que façam no cargo. Pessoas como o ex- secretário do Tesouro dos Estados Unidos, que foi ao mesmo tempo presidente do (CEO) do Goldman Sachs e de uma das maiores organizações americanas para a preservação da natureza, não precisam continuar sendo exceções.

Especialmente nos Estados Unidos – a pátria do capital de risco privado –, observamos uma onda verde nas participações em negócios e financiamento de novos negócios. No ano passado, aproximadamente US\$30 bilhões foram investidos apenas em energias alternativas. Fundos de investimento “verdes” estão registrando excelente desempenho. Este é mais um fator que mostra que a nova onda de inovação ocorrerá no setor ecológico.

Uma situação extremamente interessante está acontecendo no mercado financeiro. Há mais de uma década, as principais resseguradoras tornaram-se aliadas na luta contra o aquecimento global, pois os danos provocados por furacões atingiram níveis astronômicos. Outros seguiram o exemplo: investidores que precisam de estabilidade para seu capital no médio e no longo prazos – como, por exemplo, os grandes fundos de pensão americanos – cada vez mais levam em conta critérios climáticos, ambientais e sociais na hora de tomar decisões. Por conseguinte, exercem crescente pressão sobre as empresas, obrigando-as a lidar com estas questões.

Muitas dessas mudanças ainda estão em suas fases iniciais. Isoladamente não são suficientes para provocar uma reviravolta com a rapidez necessária. Contudo, indicam novos potenciais e novas alianças com atores que, no passado, eram mais adversários do que parceiros. Nos Estados Unidos, o governo Bush foi exposto à pressão de coligações formadas por organizações ambientalistas e empresas conscientes em relação às mudanças climáticas, que exigem metas vinculantes e medidas para reduzir as emissões de CO₂. Isto, aliás, explica por que as emissões de CO₂ nos EUA caíram em 2006 apesar do crescimento econômico de 3% e da falta de ação em Washington.

NOVAS ALIANÇAS: INICIATIVAS ENVOLVENDO VÁRIAS PARTES INTERESSADAS

Um artigo da Harvard Business Review chama a crescente cooperação entre empresas internacionais e organizações da sociedade civil de “conseqüência inesperada da liberalização”. Noventa empresas com um faturamento anual de US\$400 bilhões cooperam com a Transparency International (Transparência Internacional) na iniciativa anticorrupção PACI desenvolvida por esta. A International Union for the Conservation of Nature (União Internacional para a Conservação da Natureza) fecha com empresas contratos de consultoria para projetos de investimentos e para treinamento de pessoal. O banco holandês ABN Amro está desenvolvendo juntamente com a Accion International modelos de micro-finanças para a América Latina. A British Petroleum, coopera com ONGs na Índia para desenvolver e vender um pequeno forno altamente eficiente para consumidores de áreas rurais. Seu objetivo é torná-lo o substituto do uso comum da biomassa como combustível, que causa conhecidas doenças respiratórias. E esta lista não é exaustiva.



A campanha tictactictac é um movimento global promovido por entidades de todo o planeta. Seu objetivo é mostrar aos líderes mundiais e à toda população que o mundo quer grandes decisões pelo clima em Copenhague.

Nos Estados Unidos, o governo Bush foi exposto à pressão de coligações formadas por organizações ambientalistas e empresas conscientes em relação às mudanças climáticas, que exigem metas vinculantes e medidas para reduzir as emissões de CO₂

As iniciativas que visam à regulação cooperativa de mercados são ainda mais significativas do que os acordos de cooperação entre empresas individuais e ONGs. Também está aumentando o número dessas iniciativas mais amplas, que são ativadas quando a regulação pelo Estado não é, ou ainda não é, possível devido à ausência de um acordo internacional. Também defendem uma nova qualidade na cooperação entre empresas, sociedade civil e governos que as apoiem.

Na Extractive Industry Transparency Initiative (Iniciativa de Transparência na Indústria Extrativa), por exemplo, líderes do setor de petróleo e gás, bem como governos, estão cooperando com organizações da sociedade civil, investidores e bancos de fomento. O propósito desta cooperação é tornar transparentes os fluxos financeiros originados de projetos de petróleo e gás nos países onde estes recursos se localizam. O objetivo das empresas, ONGs e sindicatos que cooperam na Ethical Trading Initiative (Iniciativa Comercial Ética) e na Fair Labour Association (Associação Trabalho Justo) é assegurar a adesão aos direitos trabalhistas básicos da Organização Internacional do Trabalho (OIT). O Kimberley Process (Processo Kimberley) na indústria do diamante tornou-se recentemente conhecido por um público mais amplo por meio da célebre expressão “diamantes de sangue”. Paralelamente, o sistema de certificação para diamantes brutos que foi criado levou a melhorias significativas neste setor. O Forest Stewardship Council (Conselho de Manejo Florestal) certifica madeira e produtos de madeira provenientes de silvicultura sustentável, e atualmente cobre cerca de 10 por cento das florestas comerciais. Grandes compradores, como a cadeia de lojas americana de lojas de produtos faça-você-mesmo Home Depot e a editora Random House Group (“Harry Potter em papel certificado pelo Forest Stewardship Council”) estão entre os que usam o selo.

O MERCADO FINANCEIRO COMO SISMÓGRAFO

A avaliação feita por investidores institucionais é crucial para todas as empresas com atuação internacional. Desde aproximadamente o ano 2000, os indicadores de sustentabilidade têm adquirido importância crescente na classificação (rating) das empresas. Os fundos de pensão agora dizem que faz parte de seu “dever fiduciário” incluir critérios de sustentabilidade em sua estratégia de investimento para reduzir os riscos para seus clientes. O TIAA-CREF, maior fundo de pensão do mundo, tirou conclusões no ano passado: vendeu suas ações da Coca-Cola (valor de mercado de US\$52,4 milhões) depois de divulgada a informação de que a empresa violara leis de proteção à criança, bem como normas da OIT e ambientais.

Atualmente, o mais bem-sucedido mecanismo de cooperação de investidores institucionais é o Carbon Disclosure Project (CDP), que se concentra em riscos e em dados que são relevantes para o clima. Desde sua fundação, em 2000, o CDP cresceu de 25 para 211 investidores, cujo volume de ativos atualmente é de excepcionais US\$31 trilhões. O CDP pede regularmente às quinhentas

maiores empresas com ações negociadas em bolsa de valores informações sobre emissões de gases de efeito estufa e programas para reduzi-las. O trabalho do CDP tem aumentado a pressão para que a autoridade de supervisão do mercado financeiro, as gerências das empresas e os auditores desenvolvam normas transparentes para relatórios sobre riscos climáticos.

O QUE AS POLÍTICAS PÚBLICAS PODEM E O QUE DEVEM ALCANÇAR?

Os fatos novos no mundo dos negócios, os novos atores e as novas alianças não tornam a regulação estatal obsoleta. As políticas públicas continuam encarregadas de fornecer aos mercados metas ecológicas e um marco ecológico para o seu desenvolvimento. Basicamente, as empresas precisam de certezas em relação às metas de política ambiental que podem usar como diretrizes para guiar seus investimentos, e de saber a verdade sobre os custos que podem resultar da inclusão dos custos do ciclo de vida ecológico nos preços de energia, produtos e serviços. “Os preços precisam dizer a verdade ecológica”: este continua sendo o fator mais importante em uma economia ecológica de mercado. Portanto, as alavancas mais importantes da política governamental para acelerar esta transformação são:

- a transformação do sistema tributário, que, em vez de taxar o trabalho, deve taxar os recursos;
- maior desenvolvimento e melhora da eficiência do sistema de comercialização de direitos de emissão; primeiro no nível europeu e depois, no global;
- metas vinculantes para eficiência energética e energias renováveis, apoiadas por programas para a promoção de pesquisa e desenvolvimento;
- fortalecimento dos direitos do consumidor (informação obrigatória sobre o balanço ambiental de produtos e materiais, maior responsabilidade em relação a riscos para a saúde);
- tornar padrões internacionais mínimos de transparência, direitos sociais e proteção ambiental parte integrante de acordos de livre comércio e investimento;
- mais transferência, aos países em desenvolvimento, de tecnologias que propiciem seu crescimento econômico ecologicamente sustentável.

Não tenhamos ilusões: o crescimento previsível da população mundial, que deve chegar a 9,2 bilhões de pessoas, dará, por si só, mais impulso ao crescimento econômico global. O desafio decisivo será combinar um volume crescente de bens e serviços com uma redução drástica do consumo de recursos naturais. Não será possível consegui-lo sem arcabouços políticos tanto por país como mundial. Entretanto, a transformação ecológica da economia de mercado não pode ser feita apenas “de cima para baixo”. Precisa ser apoiada por um “dinamismo ecológico de baixo para cima”, incluindo agricultores ecológicos e empresas de alta tecnologia, inventores e investidores, organizações ambientalistas e consumidores esclarecidos. A tarefa da política ecológica é acelerar este desenvolvimento.

BIBLIOGRAFIA - ARIANNA FERRARI

- Bainbridge W., Roco M. (2006) *Managing Nano-Bio-Info-Cogno Innovations. Converging Technologies in society*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Bensaude-Vincent, B. (2009). *Les vertiges de la technoscience. Façonner le monde atome par atome*. Paris: Editions la Découverte.
- Bush, V. (1945). *Science The Endless Frontier*. A Report to the President by Vannevar Bush, Director of the Office of Scientific Research and Development, July 1945 Washington: United States Government Printing Office, <http://www.nsf.gov/od/lpa/nsf50/vbush1945.htm> (last accessed 28/06/09).
- Coenen, C. (2007): Utopian Aspects of the Debate on Converging Technologies. In Banse, G., Hronszky, I., Nelson, G. (eds.) (2007): *Assessing Societal Implications of Converging Technological Development*, Berlin: Sigma, p. 114-172.
- Drucker, P. (1998). *Die Zukunft bewältigen: Aufgaben und Chancen im Zeitalter der Ungewissheit*. (orig. ed. 1969) Düsseldorf, München: ECON.
- European Commission (2004) *Towards a European strategy for nanotechnology*, 338, 12.5.2004; http://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/pdf/nanotechnology_communication_en.pdf (last accessed 28/06/09).
- European Commission (2004): *Towards a European strategy for nanotechnology*. Communication from the Commission. Brussels, European Communities, Report. European Commission, Brussels, ftp://ftp.cordis.lu/pub/nanotechnology/docs/nano_com_en.pdf (last accessed 28/06/09).
- European Commission (2008) *A code of conduct for responsible nanosciences and nanotechnologies research*, A Commission Recommendation of 07/02/2008; http://ec.europa.eu/nanotechnology/index_en.html (last accessed 28/06/09).
- Ferrari A. (2008). Is it all about human nature? The ethical challenges of converging technologies beyond a polarized debate. In: Innovation. *The European Journal of Social Science Research*¹, 21, p. 1-24.
- Ferrari A. (2009a): Visions of a better world in nanotechnologies. In Ferrari, A., Gammel S. (ed.) *Visionen der Nanotechnologie*. Heidelberg: AKA Verlag (in press).
- Ferrari A. (2009b). The Control Nano-Freak: multifaceted strategies for taming Nature. In: Kjolberg K., Wickson F. (2009) *Nano meets Macro – Social Perspectives on Nano-scaled Sciences & Technologies*, Pan Stanford (in press).
- Foladori G., Invernizzi N. (2008): The workers' push to democratize nanotechnology. In: Fisher E. et al. (eds) *The Yearbook of nanotechnology in society*, 1, p. 23-36 (originally posted at estudiosdeldesarrollo.net/relans/documentos/UITA-English-1.pdf (last accessed 28/06/09).

- Forman, P. (2007). The primacy of science in modernity, of technology in postmodernity and of ideology of technology, *History of Technology*, 23, 1-2: 1-152.
- Gavelin K., Wilson R., Doubleday R. (2007): Democratic Technologies? Final report of the Nanotechnology Engagement Group (NEG), Involve, London, <http://www.involve.org.uk/assets/Publications/Democratic-Technologies.pdf>. (last accessed 28/06/09).
- Gibbons M. et al. (1994) *The new production of knowledge*. SAGE publications, London, New York.
- HLEG (2004) Converging Technologies. *Shaping the Future of European Societies* http://www.ntnu.no/2020/final_report_en.pdf (last accessed 28/06/09).
- Hottois, G. (1984). *Le Signe et al Technique. La philosophie à l'épreuve de la technique*. Paris: Aubier.
- IUF (IUF (International Union of Food, Agricultural Hotel, Restaurant, Catering, Tobacco and Allied Workers' Association) (2007): *Resolution on nanotechnologies at the IUF Congress meeting in Geneva. March 19-22, 2007*, <http://www.iuf.org> (last accessed 28/06/09).
- Kuhn, T. (2008). *The Structure of Scientific Revolutions*. London: Continuum (orig. ed. 1962)
- Latour B (1987) *Science in Action: How to follow scientists and engineers through society*. Cambridge: Harvard University Press, Cambridge
- Lisbon European Council (2000) *Lisbon European Council 23 And 24 March 2000, Presidency Conclusions*; http://www.europarl.europa.eu/summits/lis1_en.htm (last accessed 28/06/09).
- NanoAction (2007). *Principles for the Oversight of Nanotechnologies and Nanomaterials*; <http://www.nanoaction.org/nanoaction/index.cfm> (last accessed 28/06/09).
- National Nanotechnology Initiative (2007). Strategic Plan 2007; www.nano.gov/NNI_Strategic_Plan_2007.pdf (last accessed 28/05/09).
- National Science and Technology Council (NSTC) (1999): Shaping the World Atom by Atom, <http://itri.loyola.edu/nano/IWGN.Public.Brochure> (last accessed 28/06/09).
- Nordmann, A. (2009). The European experiments. In Harrison C. E., Johnson A. *National Identity. The role of Science and Technology*. Osiris, 24 (in press)
- Roco M., Bainbridge W. (2002) Converging Technologies for Improving Human Performance: Integrating From the Nanoscale, *Journal of Nanoparticle Research*, Vol. 4. N. 4, p. 281-295

BIBLIOGRAFIA - ARLINE ARCURI

- Albuquerque, E. L. e Medeiros, J. R., 2005. "Vem aí a 4ª revolução industrial", *Diário de natal*, 27/11/2005. Disponível em: <http://pesquisa.dnonline.com.br/document/?view=5975>. Acessado em 22/07/2009
- ASTM - American Society for Testing and Materials, 2007, Standard Guide for handling Unbound Engineered Nanoscale Particles in Occupational Settings, Designation: E 2535 – 07. Resumo disponível em: <http://www.astm.org/Standards/E2535.htm>. Acessado em 19 de janeiro de 2009.

- Bainbridge, W. S. & Roco M. C. editores; 2005; MANAGING NANO-BIO-INFOCOGNO INNOVATIONS: CONVERGING TECHNOLOGIES IN SOCIETY; Springer; Dordrecht; 390pgs. Disponível em: http://www.wtec.org/Converging-Technologies/3/NBIC3_report.pdf. Acessado em 24/07/2009.
- Bainbridge, W. S. 2007, "Introduction to convergence at the nanoscale". Disponível em: <http://www.informit.com/articles/article.aspx?p=770994&seqNum=2>. Acessado em 01/08/2009.
- BSi – British Standards, Nanotechnologies – Part 2: Guide to safe handling and disposal of manufactures nanomaterials, PD 6699-2:2007. Disponível em: <http://www.bsigroup.com/en/Standards-and-Publications/Industry-Sectors/Nanotechnologies/PD-6699-2/Download-PD6699-2-2007/>. Acessado em 08/09/09
- Cavaleiro, E. A. 2007 "A nova convergência da ciência e da tecnologia", *Novos Estudos – CEBRAP*, 78/JULHO 2007. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-33002007000200004&script=sci_arttext. Acessado em 24/07/2009
- Consejo Superior de Investigaciones Científicas. "El desafío de la convergencia de las nuevas tecnologías (Nano-Bio-Info-Cogno)". Barcelona, 2005. Disponível em: http://www.eoi.es/nw/multimedia/publicacioneseoi/2006_Libro_32.pdf. Acessado em:
- Cordeiro, J. L., "Technological evolution", *Lifeboat Foundation Special report*. Disponível em: http://lifeboat.com/ex/technological_evolution. Acessado em 24/07/2009
- Doorn, Maurits (org.). "Converging Technologies — Innovation patterns and impacts on society". The Netherlands Study Centre for Technology Trends-report. Haia, 2006.
- EC – European Commission, 2008 "Social Protection Committee policy topics". Disponível em: http://ec.europa.eu/employment_social/spsi/spc_policy_topics_en.htm. Acessado em 31/07/2009
- ETC Group - Grupo de ação em erosão, tecnologia e concentração, 2005; Manual de Bolso das Tecnologias em Nanoescala ... e a Teoria do "Little BANG". Borghetti, F. tradutor. Disponível em: http://www.etcgroup.org/en/materials/publications.html?pub_id=57. Acessado em 24/07/2009.
- ETC Group _____, 2003; "The Strategy for Converging Technologies: The Little BANG Theory"; *Communiqué*; Issue # 78; March/April 2003. Disponível em: http://www.etcgroup.org/en/materials/publications.html?pub_id=169. Acessado em 24/07/2009.
- Ferrari, A. (2008). "Converging Technologies: a new paradigm in science and Technologies?" Apresentado no V Seminário Internacional nanotecnologia, sociedade e meio ambiente. Natal, 13 a 17/10/2008.
- FINEP – Financiadora de estudos e Projetos, 2008. "plano de gestão Estratégia da FINEP". Notícias FINEP. Disponível em: http://www.finep.gov.br/imprensa/noticia.asp?cod_noticia=1600. Acessado em 22/07/2009
- Goldim, J. R., 2002. "O Princípio da Precaução". Disponível em: <http://www.ufrgs.br/bioetica/precau.htm>. Acessado em 01/08/2009.

- Iglesias, E.; 2007, palestra: “Visão internacional da UITA - Unión Internacional de Trabajadores de la Alimentación, Agrícolas, Hoteles, Restaurantes, Tabaco y Afines.”; Seminário “Nanotecnologia, Saúde dos Trabalhadores, Alimentos e Impactos à Sociedade e ao Ambiente”, Fundacentro/SP, 03 e 04 de outubro de 2007. Disponível em: <http://blog.iiep.org.br/category/nanotecnologias/>. Acessado em 01/08/2009.
- Invernizzi, N. 2006, “As nanotecnologias como solução da pobreza?” *Inclusão Social*, Vol. 1, No 2. Disponível em: <http://revista.ibict.br/inclusao/index.php/inclusao/article/view/17/31>. Acessado em 01/07/2009.
- ISO - International Organization for Standardization, Nanotechnologies – health and safety practices in occupations settings relevant to Nanotechnologies, Technical report ISO/TR 12885, 2008.
- Kurzweil, R. 2007, “A era das máquinas espirituais”, editora Aleph, São Paulo, 509pgs
- Martins, P, R., 2007, Palestra: “Desenvolvimento Recente da Nanotecnologia no Brasil: reflexões sobre a política de riscos e impactos; Seminário Projeto Ghente, Rio de Janeiro 22-23/03/07. Disponível em: http://www.ghente.org/temas/biotecnologia/paulo_martins_desenvolvimento_recente_da_nanotecnologia_no_brasil.pdf. Acessado em 01/08/2008.
- Moura, M. e Marcolin, N. 2007, “A construção do Homem”, *Controvérsia Blog*. Disponível em: <http://blog.controversia.com.br/2007/09/07/a-re-construcao-do-homem/>. Acessado em 24/07/2009
- NANOTEC - V feira e Congresso Latino-Americano de nanotecnologia – 2009. Disponível em: <http://www.nanotecexpo.com.br/news/?p=197>. Acessado em 22/07/2009.
- NIOSH – National Institute for Occupational Safety and Health, 2005, NIOSH CURRENT INTELLIGENCE BULLETIN: Evaluation of Health Hazard and Recommendations for Occupational Exposure to Titanium Dioxide. Disponível em: <http://www.cdc.gov/niosh/review/public/TIo2/pdfs/TIO2Draft.pdf>. Outro site para consulta sobre este tema: <http://www.cdc.gov/niosh/updates/upd-11-23-05.html>. Acessado em 14 de janeiro de 2009
- NIOSH – 2007, Progress Towards Safe Nanotechnology in the workplace. Disponível em : <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2007-123/pdfs/2007-123.pdf>. Acessado em 9 de abril de 2008
- Nordmann, A.; 2004. “Converging Technologies – Shaping the Future of European Societies”. European Commission Research, HLEG (High Level Expert Group) Report. Disponível em: http://www.ntnu.no/2020/final_report_en.pdf. Acessado em 23/07/2009.
- Quillfeldt, J. A. 2006, “NBIC: Paradigma ou propaganda? A ascensão das patentes e o fim do proce(gre)ssso científico” pg 262. Disponível em: http://www.mne-moforos.ufrgs.br/arquivos/Patentes%20e%20o%20Progresso%20Cient%EDfico_ vers%E3o%DAItima_01nov2006.pdf. Acessado em 29/07/2009
- RENANOSOMA - Rede de Pesquisa em Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente, 2009. Disponível em: <http://nanotecnologia.incubadora.fapesp.br/portal/video-nano-futuro>. Acessado em 23/07/2009.
- Roco, M. C. e Bainbridge, W. S.; 2002; “Converging Technologies for Improving Human

Performance: Nanotechnology, Biotechnology, Information Technology and Cognitive Science”; NSF/DOC-sponsored report, National Science Foundation. Disponível em: <http://www.2100.org/Nanos/NSF.pdf>. Acessado em 24/07/2009.

- The Royal Society & The Royal Academy of Engineering. “Nanoscience and nanotechnologies:opportunities and uncertainties”.Londres, 2004. Disponível em: <http://www.nanotec.org.uk/finalReport.htm>. Acessado em 31/07/2009
- Wolbring, G. 2008, V Seminário Internacional Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente, Natal, Brasil, 13 a 17/10/2008

BIBLIOGRAFIA ELIANE MOREIRA

- FEYNMAN, Richard P.. Há Mais Espaços Lá Embaixo. <http://www.comciencia.br/reportagens/nanotecnologia/nano19.htm>, capturado na internet em 20 de junho de 2009
- RODRIGUES JÚNIOR, José Maciel e LIMA, Karla de Melo. Tendências Tecnológicas e a Indústria Brasileira: oportunidades em nanotecnologia para o Brasil. <http://www2.desenvolvimento.gov.br/arquivo/publicacoes/sti/indBraOpoDesafios/coletanea/Tendencias-tecnologicas/Texto1-JoseMaciel.pdf>, capturado em 10 de julho de 2009, p. 02.
- MARCHESAN, Ana Maria Moreira et all. *Direito Ambiental*. Porto Alegre: Verbo Jurídico, 2008, p. 41.
- MACHADO, Paulo Affonso Leme. *Direito à Informação e Meio Ambiente*. São Paulo: Malheiros, 2006, p. 34.

BIBLIOGRAFIA JONATAS FERREIRA

- DREYFUS, H. 1993. ‘Heidegger on the connection between nihilism, art, technology, and politics’. In C. B. Guignon (editor) *The Cambridge Companion to Heidegger*. New York, The Cambridge University Press.
- FERREIRA, Jonatas. 2009. ‘Nanotecnologia no Brasil: algumas reflexões acerca da vida vista sob a ótica do infinitamente pequeno’. In Paulo Henrique Martins e Rogério Medeiros (org.) *América Latina e Brasil em Perspectiva*. Recife, Editora Universitária da UFPE.
- FOUCAULT, M. 2000. *Em defesa da sociedade*. São Paulo, Martins Fontes.
- HEIDEGGER, Martin. 1987. *Carta sobre o humanismo*. Lisboa, Guimarães Editores. ----- 1999. *Língua de tradição e língua técnica*. Lisboa, Passagens. ----- 2008b. *A caminho da linguagem*. Petrópolis, Editora Vozes.
- KEARNES, Matthew, Phil MACNAGHTEN e James WILSDON. 2006. *Governing at the Nanoscale. People, policies and emerging technologies*. London, Demos.
- MCHUGHEN, Alan. 2008. “Learning from mistakes: missteps in public acceptance issues with GMOs. In *What Can Nanotechnology Learn from Biotechnology*. Holanda, Elsevier.
- WEBER, M. 1982. “Ciência como Vocação”. In Max Weber. *Ensaios de Sociologia*. Rio de Janeiro, Editora Guanabara.



Escritório Rio de Janeiro

Rua da Glória, 190 / 701 | Glória

Cep: 20241-180 | Rio de Janeiro/RJ

Tel: + 55 (21) 3221 9900

Fax: + 55 (21) 3221 9922

E-mail: boell@boell.org.br

Para maiores informações,

visite nossa página na internet: www.boell.org.br

Escritório Central

Heinrich Böll Stiftung

Schumannstr. 8

10117 Berlin

Tel: +30 285 34 - 0

Fax: +30 285 34 - 109

e-mail: info@boell.de

site: www.boell.de