

Os rumos e diretrizes da política de ciência e tecnologia não podem ser analisados e determinados como fatos isolados de seu contexto histórico e social mais amplo devendo ser inseridos no rol dos múltiplos desafios das sociedades contemporâneas.

Após meio século de diagnósticos e análises que ressaltam a fragilidade e inoperância do sistema nacional de C&T, volta-se a indagar: o progresso técnico seria a resposta aos problemas que afligem a nossa sociedade?

Verifica-se a mercantilização dos conhecimentos científicos e tecnológicos em nome de maior produtividade e competitividade, ou seja, de maiores lucros. Omite-se, propositadamente, que ao longo da História da vida humana, os valores de cooperação e solidariedade foram fundamentais para a sobrevivência da espécie. A ênfase na competição como norma geral e suprema do comportamento humano leva ao darwinismo social e relega a preocupação com o próximo ao segundo plano.

Nesse contexto, convém lembrar o famoso triângulo de Jorge Sabato sobre as relações viciadas entre governo (financiador), universidades e institutos de pesquisa (produtores de conhecimento e de tecnologia) e o setor produtivo (consumidor do *know-how*). Segundo Sabato, nos países de desenvolvimento "tardio", os governos não financiam em escala suficiente; as universidades produzem conhecimentos, sob forma de teses, para as bibliotecas; e as empresas preferem importar, adaptar ou copiar tecnologias, mesmo quando obrigadas a pagar *royalties*.

Apesar de esforços visando aproximar a pesquisa científica com o setor produtivo, poucas modificações houve neste relacionamento, mesmo decorridos mais de trinta anos desde a constatação do cientista argentino.

Não pode haver dúvidas quanto aos impactos de inovações tecnológicas na vida social, econômica e cultural. Gostaríamos de deixar bem claro que não questionamos a necessidade

---

\* Texto elaborado para o II Seminário Internacional sobre Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente, realizado de 19 a 21 de outubro de 2005, em São Paulo, no IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo.

<sup>1</sup> Outros artigos do autor veja coluna IDENTIDADE no site [www.abdl.org.br](http://www.abdl.org.br)

de P&D nas sociedades contemporâneas, mas à condição que sejam ambientalmente seguros, socialmente benéficos e eticamente aceitáveis.

A partir da segunda metade do século XX, fomos inundados por ondas ininterruptas de inovações desde a Revolução Verde, na agricultura; a microeletrônica, na indústria e serviços; a biotecnologia e engenharia genética; a energia nuclear e, mais recentemente, a nanotecnologia.

Todas invadiram os cenários científico e empresarial com promessas de imensas vantagens e, também, com os riscos e ameaças inerentes ao seu uso nas áreas da agricultura, medicina, indústria e, inevitavelmente, no setor militar.

Assim, levantam-se questões sobre o controle: quem deve monitorar, regular e fiscalizar as aplicações de novas tecnologias e decidir sobre a alocação de recursos em projetos de P&D?

As respostas a essas questões cruciais não se encontram nas novas tecnologias, nem na criação de órgãos burocráticos supostamente gerenciados e controlados pelos respectivos governos.

Desde as primeiras décadas do século passado, assistimos a um processo contínuo de privatização de setores públicos, ganhando ascendência – segundo advertiu o presidente Eisenhower já em 1951 – o famigerado complexo industrial-militar e acadêmico como instância superior e decisiva nas políticas do governo norte americano..

Os desafios da transformação social em direção a uma sociedade mais justa e solidária devem ser analisados à luz dos fracassos de soluções “milagrosas” oferecidas pelos porta-vozes da ciência e tecnologia.

Contrariamente ao discurso oficial apoiado pela maioria dos cientistas, não existe uma correlação positiva comprovada entre os avanços nas pesquisas científicas e tecnológicas e a posição do país em termos de indicadores sociais, ambientais e de bem-estar coletivo. Apesar de uma razoável infra-estrutura e produção científicas, o Brasil permanece atrás de vários países com menor desenvolvimento em pesquisa científica e tecnológica.

Cresce o fosso tecnológico entre os países do primeiro mundo e os “emergentes”, mesmo com as vantagens obtidas mediante a dominação e incorporação de produtos e processos da

microeletrônica e da biotecnologia que alteram a divisão internacional tradicional de trabalho. A nova geografia econômica aponta para a transferência de indústrias mais poluentes e intensivas em energia para os países “emergentes”, enquanto as novas indústrias, com menor consumo de energia e menos trabalho intensivas acumulam novas vantagens.

A carência de infra-estrutura, a baixa qualificação da mão-de-obra e a falta de respostas adequadas do sistema de C&T tendem a agravar o atraso criado pela abertura descontrolada dos mercados, o enfraquecimento e eventual alienação de empresas estratégicas nacionais, o que transfere também os centros decisórios sobre prioridades e metas de desenvolvimento para o exterior.

Apesar de todo o clamor pelo desenvolvimento de uma nanotecnologia nacional (sic!) os produtos e processos inovadores eventualmente baseados em nanopartículas não constituem garantia ou mesmo condição suficiente para o desenvolvimento da sociedade. Somente quando acompanhada por mudanças nas relações sociais, econômicas e culturais, a nova tecnologia poderá beneficiar a toda a população.

Não podemos ignorar o embate que atualmente está sendo travado entre as tendências políticas e econômicas que favorecem a concentração de poder e o autoritarismo em todas as esferas da vida social e, no lado oposto, a tendência à democratização, autogestão e participação de todos os cidadãos nos processos decisórios.

As respostas aos desafios do desenvolvimento encontram-se na capacidade de auto-organização e autogestão da sociedade, dispensando a tutela e a intermediação de tecnocratas e políticos profissionais invariavelmente atraídos e cooptados pelas estruturas de poder e as vantagens de enriquecimento e “status” que elas oferecem.

Os desafios e o combate às políticas neoliberais, do crescimento perverso, do desemprego e da perda de identidade individual e coletiva serão travados na arena política, no choque entre filosofias e práticas de ações concretas.

A nanotecnologia está sendo apontada como a mais recente das inovações tecnológicas, no rastro da Revolução Verde, da microeletrônica e da biotecnologia que, supostamente, iriam resolver os problemas da parcela mais pobre e marginalizada da humanidade.

Mas, no mundo da concentração de capital e do poder político e militar, a democracia e os direitos humanos estão sendo cada vez mais “escanteados”, sobretudo nos países pobres cujas populações acabam sendo desestabilizadas e excluídas pelos lances especulativos que ocorrem nos mercados de *commodities*, invadidos e subvertidos por inovações tecnológicas. Tal como nos ciclos anteriores, a substituição de matérias-primas tradicionais – cobre, alumínio, ferro-liga, borracha e algodão – por nanoestruturas infinitamente mais leves e resistentes, tende a afetar as receitas das exportações e, conseqüentemente, os padrões de vida dos que trabalham na lavoura, nas minas ou nas indústrias tradicionais.

Não é por acaso que a maioria desses produtores concentra-se nos países “emergentes” – Índia, Indonésia, Brasil, Tailândia e países africanos – cujas populações sofrem os impactos negativos – desemprego, deslocamento de indústrias, especulação nos mercados globais – da recente onda de inovações tecnológicas. Amplia-se e aprofunda-se assim o eterno fosso entre os que “têm” e aqueles que “não têm” e nunca terão, enquanto perdurarem as condições estruturais de produção e consumo do sistema capitalista.

A conquista dos benefícios e vantagens decorrentes da introdução de inovações tecnológicas, inclusive da nanotecnologia, passa por um projeto nacional que procure resgatar o mercado interno como centro dinâmico da economia e da sociedade. A reconstrução far-se-á mediante uma mobilização geral a favor de uma organização social e política democrática, de participação de todos e regida pelos princípios dos direitos humanos e da justiça social.

Seria possível prever e, se for necessário, também evitar os impactos negativos da introdução da nanotecnologia?

Estudos pioneiros de grupos de cientistas nos países da União Européia e no Canadá apontam para os riscos em potencial da introdução de nanoproductos nos mercados, exigindo amplos debates públicos e conseqüentes medidas regulatórias e fiscalizadoras, para evitar danos à saúde, ao meio ambiente e ao bem-estar da população.

Trata-se de organismos ou partículas invisíveis de alta mobilidade capazes de multiplicarem-se de modo imprevisível. Tal como no caso da energia nuclear, a maioria dos pesquisadores e tecnólogos lava as mãos: não competiria a eles a responsabilidade de prevenir os impactos e evitar os riscos associados à introdução da nova tecnologia.

Suspeita-se da toxicidade dessas partículas em escala nano (a billionésima parte de um metro), capazes de penetrar e disseminar-se no sistema imunológico do corpo humano ou animal, afetando mucosas, membranas e a corrente sanguínea, e atacando órgãos vitais, tais como o fígado, pulmões, o coração e as artérias.

Uma minoria de pesquisadores apreensiva com os riscos à saúde, à segurança e ao meio ambiente, sugere proibir a liberação de nanopartículas e sua manipulação, acatando o princípio de precaução até chegar a conhecimentos mais sólidos e instrumentos de controle mais seguros.

Todas as boas intenções e resoluções referentes ao monitoramento e controle das aplicações da nanotecnologia esbarram no obstáculo praticamente intransponível de sua apropriação e conseqüente sigilosidade que cerca P&D por parte de grandes empresas e do setor militar. Os investimentos em P&D estão entre as despesas industriais mais concentradas no mundo (F.Chesnais, 1995), e servem, prioritariamente, aos projetos militares.

Especialistas que se debruçam sobre a indústria bélica e projetam os conflitos futuros vaticinam mudanças radicais na condução de guerras com armas baseadas em nanotecnologia. Materiais mais leves, sensores mais precisos e rápidos combinados com computadores mais eficientes podem levar ao desenvolvimento de novas armas químicas e biológicas, difíceis de serem detectadas e combatidas em tempo. Devido a sua característica de invisibilidade e a capacidade de invadir organismos vivos, as futuras armas à base de nanotecnologia se tornarão também instrumentos poderosos na repressão de manifestações populares e de lutas pela democracia, ao derrubar os manifestantes até serem detidos pelas forças da "ordem".

Novas tecnologias não têm e não terão a capacidade de substituir políticas públicas visando o bem-estar de todas as camadas da sociedade. Pretende-se colocar C&T a serviço de toda a população e não somente das elites e de seus negócios. Entretanto, a experiência do século XX ensina que a política e gestão das grandes corporações visam predominantemente o lucro e não o bem-estar da população.

São essas empresas que investem e usufruem de verbas públicas alocadas a P&D e assim, se habilitam a definir prioridades e formas de distribuição dos eventuais benefícios.

Vivemos um período de ocaso da democracia formal e representativa, um sistema caracterizado pela cooptação dos supostos representantes do povo pelos grandes grupos de poder econômico-financeiro e, não raramente, a corrupção deslavada permeia todas as esferas da vida política.

Por isso, cumpre às organizações não governamentais e aos movimentos sociais abrir um amplo e permanente debate sobre a nanotecnologia e suas possíveis aplicações e potenciais riscos à saúde e ao meio ambiente.

Junto com a definição de estratégias de uso dos conhecimentos gerados sobre a nova tecnologia, devemos propugnar por uma moratória no desenvolvimento de novos produtos e processos e de sua comercialização, até a elaboração de protocolos de laboratórios de pesquisa e de normas reguladoras estabelecidas por medidas legais, a fim de proteger trabalhadores e consumidores.

A comercialização em curso de produtos cosméticos, alimentícios, protetores solares, tecidos e outros, à base de nanotecnologia, deve ser postergada até que se verifique e se certifique que são inofensivos para o público. Entretanto, não basta limitar os debates e eventuais proscricões aos riscos ambientais e de saúde da nanotecnologia. É fundamental também o debate sobre a questão de patentes e assim, dos rumos das atuais e futuras invenções e suas aplicações em processos e produtos de nanotecnologia.

Afinal, continua aberta a questão “quem decidirá e quem controlará” os caminhos da nanotecnologia e de outras tecnologias, com imenso potencial de fazer o bem ou causar desastres para o convívio humano.

Quais as ações a serem conduzidas para induzir o engajamento público da população nas questões referentes ao desenvolvimento de nanotecnologia? Existem precedentes importantes de campanhas sobre transgênicos, células-tronco e energia nuclear cujas lições devem ser revistas e incorporadas, particularmente, no que se refere à divulgação, mobilização e conscientização, tanto dos pesquisadores quanto da opinião pública sobre a relevância dos problemas associados à introdução de nanotecnologia no meio ambiente natural e humano. Caso contrário, existem riscos de se assistir à introdução totalmente descontrolada de novos processos e produtos.

A formação de redes de organizações da sociedade para monitorar e avaliar os rumos de desenvolvimento da nanotecnologia é indispensável para proteger sobretudo os menos preparados e informados, diante as incertezas e riscos associados ao desenvolvimento da nanotecnologia. Cabe ao poder público a tarefa de orientar e regulamentar, tanto a pesquisa quanto o desenvolvimento e o uso comercial dos novos processos e produtos. Face à preponderância do setor público no financiamento de P&D, cabe a pergunta “quem aproveita os resultados” e abrir as instituições para que a sociedade participe na avaliação e na definição de estratégias de pesquisa e no uso dos conhecimentos gerados.

Mapeando os potenciais benefícios e impactos, as intervenções orientadoras e reguladoras do poder público tornarão todos os processos de inovação mais racionais, transparentes e democráticos.

Não se trata de assunto meramente técnico-operacional e as decisões não se referem apenas à esfera de política de ciência e tecnologia. Precisamos de um novo paradigma de funcionamento das instituições, envolvendo todos os atores sociais em processos decisórios democráticos.

Será difícil, complexo e demorado o processo de engajamento e de conscientização da população em assuntos e temas aparentemente distantes ou pouco relevantes para seu dia-a-dia. As propostas e recomendações só vingarão quando estiverem inseridas e relacionadas com o processo geral de democratização da sociedade. Para estimular o envolvimento público na dinâmica democrática, o papel fundamental da mídia é analisar e avaliar os projetos, sob o enfoque de “quem controla”? “a quem serve” e quais os custos/benefícios e custos/oportunidades?

Será um longo processo de aprendizado para todos os atores sociais que irão inteirar-se gradualmente das questões centrais do desenvolvimento científico e tecnológico, atualmente restritas a um círculo muito pequeno de especialistas, não representativo da ampla gama de atores sociais, desde empresas, sindicatos e outras associações da sociedade civil.

As questões se estendem desde a inserção social de P&D até a própria organização das atividades de pesquisa. A penetração do modo de produção industrial nas atividades de pesquisa tem conduzido à organização de equipes interdisciplinares e à análise de sistemas

como referencial básico e indispensável. A interdisciplinaridade nos remete à colaboração entre diversas áreas do saber em projetos que envolvam tanto as diferentes disciplinas acadêmicas como as práticas não-científicas de diversos atores sociais.

Os pressupostos dessa abordagem abrangem a incorporação da complexidade dos conhecimentos científicos com os saberes tradicionais, não-científicos e a primazia de indagações de natureza ética, estética e sócio-ambiental.

A insuficiência do conhecimento fragmentado para tratar da complexidade existencial requer procedimentos cognitivos sistêmicos, dialéticos e abertos. Os paradigmas científicos modelam o pensamento e a ação social e recebem efeitos retroalimentadores da dinâmica cultural.

Um retrospecto dos últimos dois séculos mostra que o ritmo e a intensidade das catástrofes naturais sofreram aceleração acompanhando a expansão da industrialização e urbanização. Secas, enchentes, vazamentos de petróleo no mar e acidentes nas centrais nucleares evidenciam os limites ecológicos do sistema enquanto o alastramento da fome e do desemprego assinalam seus limites sociais e econômicos.

Para estudar e compreender os fenômenos complexos da vida humana e da natureza é necessário elaborar um modelo conceitual e metodológico que contemple e destaque as interações entre variáveis derivadas de diferentes áreas do conhecimento. Este referencial teórico deve permitir a articulação e integração de diferentes áreas de conhecimento para levar também a práticas convergentes.

Em estudo recente – (publicado na Revista Brasileira de Inovação, 2003 – Simon Schwartzman aponta dois modos diferentes de produção de conhecimento científico:

MODO 1 (linear)	MODO 2 (não linear)
O conhecimento básico é produzido antes e independentemente de aplicações	O conhecimento é produzido no contexto das aplicações
Organização da pesquisa de forma disciplinar	Transdisciplinaridade
Organizações de pesquisa homogêneas	Heterogeneidade e diversidade organizacional
Compromisso estrito com o conhecimento: os pesquisadores não se sentem responsáveis pelas possíveis implicações práticas de seus trabalhos	“accountability” e reflexividade: os pesquisadores se preocupam e são responsáveis pelas implicações não-científicas de seu trabalho

Os problemas dos sistemas naturais e sociais transcendem as fronteiras entre as diferentes disciplinas científicas e para estudar as interações entre os fenômenos-objeto da análise torna-se necessário estimular a comunicação e interação de grupos de pesquisadores nos trabalhos de campo e de gabinete.

A trajetória presente de nossa sociedade e, por extensão, do planeta não é sustentável. Mudanças climáticas, crescimento demográfico, perda da diversidade biológica e cultural e crescente pobreza e desigualdade tendem a aumentar a vulnerabilidade da vida humana e do ecossistema planetário. Necessitamos de uma melhor compreensão das interações complexas e dinâmicas entre a natureza e a sociedade, muito além das abordagens convencionais, por causa da não-linearidade, complexidade e retro-alimentação dos processos observados. Uma abordagem alternativa enfatizará a necessidade de analisar e monitorar o comportamento de sistemas auto-organizadores, enquanto se avaliam os papéis dos diferentes atores sociais, com diversas e, frequentemente, contraditórias percepções e aspirações. O método científico tradicional deve ser combinado com novas práticas de aprendizado social incorporando elementos de ação coletiva, gestão adaptativa, políticas públicas inovadoras e experimentais. Cientistas preocupados com o futuro da humanidade procurarão colaborar com todos os grupos sociais a fim de melhor compreender como eles elaboram a construção de saberes e as práticas de comportamento coletivo. O passo seguinte seria a avaliação das respostas do poder público às pressões crescentes por uma democracia participativa e pela demanda universal dos Direitos Humanos.

### **Referências bibliográficas**

- Chesnais, F. A Mundialização do Capital, Xamã Editora e Gráfica, São Paulo, 1995  
ETC Group – A Tiny Primer on Nanoscale Technologies, Ottawa, 2005  
Funtowicz S. e Rawetz J. – Emergent Complex Systems, in Futures, 1994  
Funtowicz S. e Marchi, B. – Ciência post-normal, in H. Leff – La complexidad ambiental, Siglo XXI, México 2000  
HM Government – The Government’s Programme for Public Engagement in Nanotechnology, Reino Unido, agosto, 2005  
Prigogine I. – O fim das certezas, UNESP, S. Paulo 1996  
Rattner H. – Science and Technolgy, in Human Dimensios of Global Environmental Change, Brazilian Academy of Science, Rio de Janeiro, 2001  
Schwartzman, S. – A Pesquisa Científica e o Interesse Público em Revista Brasileira de Inovação, 2003, pp. 361-395.