

# NANOTECNOLOGIA, SOCIEDADE E MEIO AMBIENTE



Paulo Roberto Martins (org.)

Allan Schnaiberg • Edmilson Lopes Júnior • Eliane Cristina P. Moreira •  
Eronides F. da Silva Júnior • Frei Sérgio Gorgen • Henrique Rattner •  
Ignácio Lerma • José Manoel Rodríguez Victoriano •  
José Manuel Cozar Escalante • Juergen Altmann • Pat Roy Mooney •  
Paulo Estevão Cruvinel • Renzo Tomellini • Ricardo Toledo Neder •  
Ricardo Timm de Souza • Richard Domingues Dulley • Sílvia Ribeiro •  
Sívio Valle • Sônia Maria Dalcomuni • Stephen J. Wood

# Nanotecnologia, sociedade e meio ambiente

Segundo Seminário Internacional  
2005

São Paulo



2006

© 2005 by Paulo Roberto Martins

Direitos desta edição reservados à Xamã VM Editora e Gráfica Ltda.  
Proibida a reprodução total ou parcial, por quaisquer meios,  
sem autorização expressa da editora.

Edição e capa: Expedito Correia  
Revisão: Estela Carvalho  
Editoração eletrônica: Xamã Editora

#### Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)

N186 Nanotecnologia, sociedade e meio ambiente / Paulo Roberto Martins (org.). ? São Paulo : Xamã, 2006.  
344 p. ; 23 cm.

Trabalhos apresentados no Segundo Seminário Internacional de Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente, realizado entre 19 e 21 de outubro de 2005, em São Paulo.

ISBN 85-7587-056-4.

1. Nanotecnologia. I. Martins, Paulo Roberto. II. Seminário Internacional de Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (2. : 2005 : São Paulo, SP).

CDD 620.5

Xamã VM Editora e Gráfica Ltda.  
Rua Loefgreen, 943 - Vila Mariana  
CEP 04040-030 - São Paulo (SP) - Brasil  
Tel.: (011) 5081-3939 Tel./Fax: (011) 5574-7017  
www.xamaeditora.com.br vendas@xamaeditora.com.br

# AGRADECIMENTOS

O Segundo Seminário Internacional de Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (II Semináriosoma) foi realizado no período de 19 a 21 de outubro de 2005 no auditório da Faculdade de Engenharia Elétrica da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (dia 19) e no auditório Cid Vinio do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (dias 20 e 21), em São Paulo, Brasil.

Este evento, de iniciativa da Rede de Pesquisa em Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (Renanosoma), só se concretizou graças à contribuição decisiva de Caio Galvão de Franca, coordenador do Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural do Ministério de Desenvolvimento Agrário (Nead/MDA). Sua percepção acerca da importância do tema deste seminário para as Ciências Humanas no Brasil e para as diversas atividades relativas ao desenvolvimento agrário e rural que num futuro próximo serão impactadas pela nanotecnologia levou a que o Nead nos concedesse apoio financeiro e material, o que nos permitiu dar continuidade a este seminário internacional iniciado no ano de 2004. A Caio Galvão de Franca e sua equipe do Nead, bem como ao MDA, nossos agradecimentos.

Ao colega da Renanosoma, Richard Domingues Dulley, pesquisador do Instituto de Economia Agrícola da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Governo do Estado de São Paulo (IEA/SAA), agradecemos pelo empenho junto à direção de sua instituição, tornando-a uma de nossas entidades patrocinadoras. À direção do IEA/SAA, aqui representada por Antonio Ambrosio Amaro e Celso L. Vegro, nossos agradecimentos pela contribuição financeira e material a este seminário.

Também contribuíram de forma importante para a viabilização deste evento o professor João Steiner, diretor do Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo (IEA/USP), e sua equipe, parceiros deste seminário desde a primeira edição.

À professora Sonia Maria Dalcomuni, diretora do Centro de Estudos Jurídicos e Econômicos da Universidade Federal do Espírito Santo, e ao professor Marcos Antonio Mattedi, diretor do Instituto de Pesquisas Sociais da Fundação Universidade Regional de Blumenau, agradecemos pela participação das entidades que dirigem como promotoras deste seminário.

À instituição a que pertenço, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), representada por seu superintendente, professor Guilherme Ary Plonski, devo creditar todo o tempo que dediquei à organização do seminário, sem o qual ele não teria existido.

Colegas do IPT contribuíram de forma importante para a realização deste seminário: Valéria Gonçalves F. Minatelli e sua equipe, dedicada aos eventos do IPT, pelos trabalhos de secretaria, divulgação, transporte, item no qual também tivemos a contribuição de Oswaldo Sanchez; Ely Bernardes e sua equipe de informática, pelo esforço realizado para que este seminário se tornasse o primeiro evento transmitido via internet pelo IPT; Valdir Dantas Cortez, pelo trabalho e habilidade com a câmera geradora de imagens para a transmissão do seminário via internet.

À direção da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Poli/USP), da Faculdade de Engenharia Elétrica e de seu Laboratório de Arquitetura e Redes de Computadores, por proporcionarem suas dependências, onde se realizaram as videoconferências deste seminário, as quais contaram também com o apoio da Universidade de Dortmund (Alemanha) e da Universidade de Northwestern/Chicago (Estados Unidos). A estas instituições e a seus técnicos, responsáveis pela realização das videoconferências, nossos efusivos agradecimentos.

Igualmente gostaria de registrar que diversos palestrantes brasileiros e internacionais que participaram deste seminário vieram a São Paulo com as despesas de transporte pagas por suas instituições. Assim, menciono e agradeço à contribuição das redes brasileiras Nanoseminat e Renami, do Centro de Ciências Jurídicas e Econômicas da Universidade Federal do Espírito Santo, do Instituto de Pesquisas Sociais da Fundação Universidade Regional de Blumenau, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, da Câmara Federal e Assembléia Legislativa do Rio Grande do Sul, da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias, das Universidades de Valência e Las Palmas, ambas da Espanha, da Universidade de Sheffield, Inglaterra, e da Unidade de Nanociência e Nanotecnologia da Diretoria de Tecnologias Industriais da Comissão Européia.

Aos colegas da Renanosoma Noela Invernizzi e Adriano Premevida, pelo empenho em produzir *on line* o relatório do seminário, meus agradecimentos.

A Pat Roy Mooney e Sílvia Ribeiro, da ONG canadense ETC Group; a Renzo Tomellini, chefe da unidade de nanociências e nanotecnologia da Comissão Européia; à delegação espanhola, composta por José Manoel Rodriguez Victoriano e Ignacio Lerma, da Universidade de Valência, e José Manuel Cozar Escalante, da Universidade de Las Palmas; a Stephen J. Wood, da Universidade de Sheffield, Inglaterra, convidados internacionais que se deslocaram até São Paulo e nos brindaram com excelentes conferências, meus sinceros agradecimentos.

Também quero agradecer a dois outros convidados internacionais que estiveram conosco via videoconferência. São os professores Juergen Altmann, de Dortmund, e Allan Schnaiberg, de Chicago. Pesquisadores do mais alto quilate, com diversas obras publicadas que constituem marcos teóricos referenciais para nossos estudos, tiveram sua primeira conferência no Brasil em nosso seminário, o que muito nos orgulha. Por toda esta contribuição, aqui deixamos expressos nossos agradecimentos a estes professores.

Aos colegas da Renanosoma que participaram deste seminário: Eliane Cristina P. Moreira, Edmilson Lopes Júnior, Sônia Maria Dalcomuni, Ruy Braga, Richard Domingues Dulley, Ricardo de Toledo Neder, Noela Invernizzi, Marcos Antônio Mattedi e Adriano Premevida, que acreditaram na constituição desta rede de pesquisa e vêm dando suas preciosas contribuições para que possamos consolidar a presença das Ciências Humanas nos estudos e seminários sobre nanotecnologia, meus imensos agradecimentos.

Agradeço sinceramente também aos professores e pesquisadores Eronides F. da Silva Júnior e Petrus D'Amorim Santacruz, representantes da Rede Nanosemimat e Renami, respectivamente, por suas contribuições ao diálogo entre as ciências que suas participações representaram.

**Paulo Roberto Martins**

Coordenador do II Seminanosoma. Coordenador da Renanosoma e pesquisador da Agência IPT de Inovação do do Instituto de Pesquisas Tecnológicas





# SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO, 11

PARTICIPANTES, 21

ABERTURA, 27

SESSÃO 1 – NANOTECNOLOGIA, INOVAÇÃO E ECONOMIA, 33

Juergen Altmann, 35

Renzo Tomellini, 42

Sônia Maria Dalcomuni, 49

Debate (19/10/2005, manhã), 69

SESSÃO 2 – NANOTECNOLOGIA, INOVAÇÃO E MEIO AMBIENTE, 77

Allan Schnaiberg, 79

José Manoel Rodríguez Victoriano, 87

Ignácio Lerma, 110

Paulo Roberto Martins, 114

Debate (19/10/2005, tarde), 133

SESSÃO 3 – NANOTECNOLOGIA, INOVAÇÃO E SOCIEDADE, 145

Edmilson Lopes Júnior, 147

Stephen J. Wood, 155

Pat Roy Mooney, 165

Henrique Rattner, 174

Debate (20/10/2005, manhã), 182

SESSÃO 4 – NANOTECNOLOGIA, INOVAÇÃO E AGRICULTURA, 195

Sílvia Ribeiro, 197

Paulo Cruvinel, 205

Frei Sérgio Gorgen, 214

Richard Domingues Dulley, 220

Debate (20/10/2005, tarde), 232

### SESSÃO 5 – NANOTECNOLOGIA, INOVAÇÃO E ÉTICA, 257

José Manuel Cozar Escalante, 259

Ricardo de Toledo Neder, 263

Ricardo Timm de Souza , 280

Debate (21/10/2005, manhã), 285

### SESSÃO 6 – NANOTECNOLOGIA, INOVAÇÃO E REGULAÇÃO, 307

Eliane Cristina P. Moreira, 309

Eronides F. da Silva Júnior, 314

Silvio Valle, 321

Debate (21/10/2005, tarde), 325

# APRESENTAÇÃO

“ 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 de pesquisa e desenvolvimento nas sociedades contemporâneas, mas com a condição de que sejam ambientalmente seguros, socialmente benéficos e eticamente aceitáveis.”

Henrique Rattner,  
*A nanotecnologia e a política de ciência e tecnologia.*

Foi com o espírito acima explicitado pelo professor Henrique Rattner que a Rede de Pesquisa em Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (Renanosoma) realizou, durante o período de 19 a 21 de outubro de 2005, o Segundo Seminário Internacional Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (II Seminanosoma), em conjunto com uma série de instituições promotoras deste evento – Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), Instituto de Estudos Avançados de Universidade de São Paulo (IEA/USP), Instituto de Economia Agrícola da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Governo do Estado de São Paulo (IEA/SAA), Instituto de Pesquisas Sociais da Fundação Universidade Regional de Blumenau-SC (IPS/Furb), Centro de Ciências Jurídicas e Econômicas da Universidade Federal do Espírito Santo (CCJE/Ufes), Renanosoma – e graças ao apoio financeiro e material do Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural (Nead) e do Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA), do governo federal.

A representante desse ministério em nosso II Seminanosoma, professora doutora Magda Zanoni, pôde expressar, na abertura do evento, as preocupações do ministério em relação à nanotecnologia, indicando, assim, uma identidade de questionamentos sobre a questão:

Em uma abordagem mais geral, as nanotecnologias colocam na ordem do dia variados elementos de suma importância, referentes à democratização das escolhas técnicas e científicas. Podemos citar alguns: por exemplo, a parte de investimentos consideráveis necessários a seu desenvolvimento e financiamento público; a ausência em muitos países, ainda hoje em dia, de um enquadramento legislativo de regulamentação. Ainda não é adotado em nível governamental em um grande número de países, senão em sua maioria, um sistema de regulamentação jurídica específica referente ao Estatuto das Nanopartículas, seus impactos sobre a saúde e o meio ambiente. No entanto, já circula no

mercado uma série de produtos que contêm nanopartículas. São, porém, insuficientes os estudos e pesquisas sobre sua toxicidade e também é pouco conhecida a mobilidade dessas partículas no corpo humano, sobretudo na pele, no cérebro, na placenta humana, assim como no meio ambiente e seus diversos componentes, solo, ar e água. Também seria desejável o rastreamento de objetos e de produtos realizados pelo emprego das nanotecnologias, e o conhecimento de suas conseqüências sociais.

Estas preocupações devem ser objeto de reflexão das Ciências Humanas no Brasil. E a importância deste seminário no campo das humanidades foi destacada pelo professor João Steiner, diretor do Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo (IEA/USP):

A nanotecnologia é uma dessas tecnologias que está entrando em moda, está prometendo um enorme impacto sobre nosso cotidiano, sobre nossas vidas, sobre nossa sociedade. E a preocupação com a nanotecnologia não deve ser assunto apenas para engenheiros, para cientistas que promovem as tecnologias; ela deve ser preocupação de toda a sociedade. Por isso são muito bem-vindas a reflexão e a preocupação, pela ótica das ciências sociais, pela ótica das humanidades, pela ótica da questão do meio ambiente, porque, certamente, o impacto ambiental será um dos aspectos com que a sociedade terá de se defrontar no futuro próximo.

Em síntese, como afirmou na abertura deste seminário o professor Guilherme Ary Plonski, superintendente do IPT, a importância deste evento está em tratar “de um tema que geralmente é visto sob uma ótica unidimensional, que é o avanço do conhecimento e sua apropriação pelo setor produtivo”, em uma perspectiva bastante mais ampla, fundada no campo da Ciências Humanas e, em particular, no campo das Ciências Sociais.

O seminário foi dirigido prioritariamente aos profissionais das Ciências Humanas, a fim de informá-los sobre o tema e fazer com que a nanotecnologia se torne cada dia mais um objeto desta área de pesquisa no Brasil. Isto vem acontecendo e pode ser constatado por meio do crescimento da Renanosoma que, por ocasião de sua fundação, durante o primeiro seminário em outubro de 2004, contava com 12 pesquisadores de 10 instituições, e passou a contar, em outubro de 2005, com 28 pesquisadores de 22 instituições.

Os objetivos do seminário foram alcançados, na medida em que essa tecnologia foi tratada sob diferentes ângulos, o que proporcionou uma rica qualidade de informações – presentes neste livro –, inclusive sobre as relações entre ética, agricultura e nanotecnologia, presentes pela primeira vez em nossos seminários. Alguns conferencistas elaboraram *papers* específicos para este evento, que aqui são reproduzidos. Outros optaram pela livre apresentação de suas idéias, que aqui estão registradas via transcrição das conferências.

A primeira parte deste livro corresponde à mesa coordenada por Paulo Roberto Martins, pesquisador do IPT e coordenador da Renanosoma, e tem por tema “Nanotecnologia, Inovação e Economia”. Nela, o leitor é contemplado com a palestra do professor Jürgen Altmann, do Experimentelle Physik III da Universidade de Dortmund, na Alemanha. Por intermédio de videoconferência, este pacifista e pesquisador das relações entre nanotecnologia e a questão militar brinda-nos com uma excelente exposição, na qual o tema é desvendado mediante a apresentação da diferença sobre inovação nas áreas militar e civil; dos problemas ligados à tecnologia militar; da pesquisa e desenvolvimento na área militar com nanotecnologia e com as tecnologias convergentes. Altmann termina sua exposição com uma avaliação sobre controle de armamentos, fazendo recomendações e comentários concludentes.

Em seguida, o leitor poderá contar com as reflexões de Renzo Tomellini, chefe da Unidade de Nanotecnologia da Diretoria Geral de Pesquisa da Comissão Europeia. Em sua palestra, o especialista europeu em políticas públicas voltadas à nanotecnologia apresenta o que a União Europeia está realizando, o estado da arte em nanotecnologia e também o que vem no futuro. Tudo isto fundamentado em uma série de dados que indicam a importância econômica da nanotecnologia. Sem dúvida, ter acesso a esta exposição detalhada sobre o que a União Europeia vem desenvolvendo no campo da nanotecnologia é um privilégio para todos os leitores.

Finalizando a primeira mesa, temos a palestra da professora Sonia Maria Dalcomuni, diretora do Centro de Ciências Jurídicas e Econômicas da Universidade Federal do Estado do Espírito Santo e também membro da Renanosoma. Em sua intervenção, esta pesquisadora trabalha em detalhes a emergência de um novo “paradigma tecnológico” – no qual está presente a nanotecnologia – influenciado por outro paradigma, no caso, o “paradigma da sustentabilidade”. Aborda os principais desafios apresentados às Ciências Econômicas para fazer face às necessidades de desenvolvimento de abordagens analíticas e de instrumentos e intervenção econômica para impulsionar os processos de inovação para o desenvolvimento sustentável em sua acepção ampla, qual seja: ampliação da riqueza material com equidade social, distribuição espacial das atividades humanas em harmonia com o meio ambiente natural, fundamentalmente numa perspectiva política e culturalmente democrática.

A segunda parte deste livro refere-se à mesa “Nanotecnologia, Inovação e Meio Ambiente”, coordenada pelo professor Marcos Antonio Mattedi, do Instituto de Pesquisas Sociais da Fundação Universidade Regional de Blumenau e membro da Renanosoma. Esta mesa teve também uma importância histórica para as Ciências Sociais no Brasil, em função da videoconferência realizada por Allan Schnaiberg –

pela primeira vez no Brasil –, professor de Sociologia da Universidade de Northwestern, Chicago, Estados Unidos. Allan Schnaiberg é um dos autores clássicos da sociologia ambiental estadunidense, com uma extensa produção de livros e trabalhos publicados e que tem no seu marco teórico, intitulado *The treadmill of production* (teoria da “roda da produção”) sua grande contribuição para a compreensão das relações entre sociedade e natureza.

Em sua intervenção, Allan Schnaiberg aborda três pontos. Em primeiro lugar, analisa não a nanotecnologia, mas como ela estará embutida na produção de mercadorias. Há muita coisa que não sabemos, especialmente sobre os sistemas nos quais a nanotecnologia estará embutida. A seguir, expõe a avaliação da nanotecnologia, os resultados socioeconômicos, em um contexto geral, e os motivos pelos quais o setor privado não é avaliado da mesma forma que o setor público; finalmente, expõe os riscos, tentando prever os resultados socioeconômicos e ambientais da nanotecnologia.

A seguir, o seminário tem a participação do professor José Manoel Rodriguez Victoriano, do Departamento de Sociologia e Antropologia Social da Universidade de Valência. Representante ilustre da terceira geração da “sociologia crítica espanhola”, em sua palestra aborda as diferentes dimensões da sociedade e o conceito de pesquisa a partir da perspectiva da sociologia crítica espanhola. Concretamente, sua intervenção centra-se nesta questão, consistindo em apresentar o conceito teórico de pesquisa como fenômeno social total a partir da perspectiva do sociólogo Jesús Ibáñez, um dos cientistas sociais mais relevantes na tradição da sociologia crítica espanhola, para pensar a interseção entre sociologia, ecologia política e transformação social. Aborda o nível de ruptura epistemológica, as perspectivas teóricas e a regulação metodológica na investigação sociológica dos problemas ecológicos e finaliza apresentando o conceito de Jesús Ibáñez de pesquisa como fenômeno social total.

Na seqüência, contamos com a palestra do professor Ignácio Lerma, também do Departamento de Sociologia e Antropologia Social da Universidade de Valência, cuja intervenção é sobre as relações entre o processo de produção, as relações trabalhistas e o meio ambiente – seu objeto de pesquisa há várias décadas na Espanha –, traçando um panorama destas inter-relações no caso europeu e espanhol e indicando os desafios postos pela nanotecnologia neste processo.

Finalizando esta mesa, temos a palestra de Paulo Roberto Martins, que procurou estabelecer um debate entre sua proposta teórica, sobre a constituição de uma “sociedade sustentável”, e a contribuição teórica de Allan Schnaiberg, materializada na teoria *treadmill of production*, especialmente nos pontos relativos à produção da escassez de recursos naturais pelo sistema capitalista de produção e à pos-

sível superação disto via a nanotecnologia, em que o domínio da tecnologia que proporciona o rearranjo das conexões entre átomos poderá levar à extinção deste problema importante para a teoria do professor Schnaiberg. Outra questão levantada neste debate foi sobre o quanto o rompimento da barreira entre o que é animado e inanimado, proporcionado pela nanotecnologia, pode ou não interferir na atualidade da proposta teórica de Allan Schnaiberg para a interpretação das relações entre sociedade e natureza nas sociedades capitalistas.

A terceira parte deste livro diz respeito à mesa “Nanotecnologia, Inovação e Sociedade”, coordenada pelo professor João Steiner, diretor do Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo. O primeiro expositor foi o professor Edmilson Lopes Júnior, do Departamento de Sociologia da Universidade Federal do Estado do Rio Grande do Norte. Sua palestra tratou dos desafios postos pela nanotecnologia às Ciências Sociais. Segundo este professor, um destes desafios consiste em que, por estarmos imersos numa prática cujos temas e produtos são sempre muito auto-referenciais, sentimo-nos, nas ciências sociais, “ameaçados por realidades nas quais a complexidade que se avizinha não mais é apreendida por meio dos esquemas mentais aos quais fomos nos conformando pela força inercial do *habitus* acadêmico. Assim, quando nos aproximamos do emergente campo da nanotecnologia, não raro queremos enfrentar o desafio de produzir narrativas significativas recorrendo aos velhos instrumentos. Desse modo, produzem-se questões sobre efeitos, impactos e riscos, como se fosse possível continuar mobilizando nosso idioma social para tratar da nanotecnologia. E o que nesse idioma é mais problemático é o quanto está presente nele, como pressuposto não-explicitado, uma separação entre os reinos sociais e físicos. Como se as inovações tecnológicas pudessem ser apreendidas desligadas da constelação de práticas sociais que as tornam possíveis.”

Stephen J. Wood, professor da Universidade de Sheffield, Inglaterra, é o próximo palestrante. Para este autor, “A nanotecnologia é vista como uma tecnologia emergente que vai alterar radicalmente as tecnologias em muitas áreas, na informática, na saúde, na área militar e na energia. Claro que há alegações de que é tão fundamental que vai acabar com a escassez de matérias-primas, e que vai até mesmo eliminar a morte, segundo algumas pessoas. Mas a nanotecnologia está sendo vista por pesquisadores, firmas e governos de forma mais prosaica e parece ser a próxima tecnologia, senão a principal nova tecnologia. Nós temos de estudar isso agora. É bem possível que muitas coisas apareçam e a área é realmente muito fragmentada. Isso dá a oportunidade ideal para nós, cientistas sociais, estudarmos algo à medida que está nascendo. Estamos no início, temos a oportunidade de estudar desde o início. A questão é: como podemos estudar, como podemos con-

tribuir para o debate, e não é só ciência e tecnologia, não é um fim em si mesmo. Temos realmente de ter bons debates.”

Em continuidade a esta mesa, temos a contribuição de suma importância de Pat Roy Mooney, diretor do ETCGroup, organização não-governamental canadense pioneira nos estudos da nanotecnologia do ponto de vista da sociedade civil. São inúmeras as publicações desta entidade sobre a questão das tecnologias bio e nano. Sua intervenção é de riqueza imensa em termos do que está sendo feito em pesquisas e produtos em nanotecnologia, bem como indica três áreas nas quais os cientistas sociais poderiam contribuir. Para Mooney, uma delas é entender o que acontece quando há uma mudança traumática nas economias, o que significa quando, de repente, uma economia cai devido a grandes mudanças. Como é que os cientistas sociais podem ajudar a trabalhar com governos para fazer a transição de forma mais segura possível, se é que precisamos de uma transição.

A outra área refere-se às implicações da nanobiotecnologia que são difíceis de julgar. É papel da sociedade civil e dos cientistas sociais tentar enxergar o futuro e avisar sobre as coisas – que podem ou não acontecer –, realizando alertas antecipados. A terceira área na qual os cientistas sociais podem contribuir é a questão da mudança do clima e suas relações com a nanotecnologia.

A contribuição final a esta mesa é dada pelo professor Henrique Rattner, decano brasileiro dos estudos das relações entre tecnologia e sociedade, que trata das relações entre nanotecnologia e a política de ciência e tecnologia. Uma de suas conclusões é que “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, ante 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 perguntar 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.”

A quarta parte deste livro é um espelho da mesa “Nanotecnologia, Inovação e Agricultura”, coordenada pela professora Magda Zanoni, representante do Ministério de Desenvolvimento Agrário. Este é um tema novo em nosso seminário, decorrente da constituição da linha de pesquisa “Nanotecnologia e Agricultura” da Renanosoma.

A primeira palestrante é a pesquisadora Sílvia Ribeiro, do ETCGroup, mesma instituição de Pat R. Mooney, referenciado anteriormente. Sua apresentação fundamentou-se em trabalhos coletivos dessa instituição, intitulados *Down on the farm*:



*the impact of nano-scale technologies on food and agriculture* e *The big down: from genomes to atoms*, ambos disponíveis em português<sup>1</sup>.

A quantidade de informações apresentadas pela pesquisadora é grande e elucidativa, bem como seus questionamentos sobre as conseqüências desta penetração da nanotecnologia na alimentação e agricultura. A nanotecnologia já tem profunda influência no que diz respeito a agricultores, pescadores, pastores e indústria de transformação de alimentos. Alerta Sílvia Ribeiro que já existem pelo menos cerca de 720 produtos no mercado sem que haja regulamentação para nenhum destes produtos e sem que os consumidores tenham informação a respeito. Já existem nanopartículas aplicadas nos campos via pesticidas, bem como elas já estão presentes em aditivos alimentares, sem que nenhum governo tenha até agora desenvolvido um regime que regulamente a nanoescala ou os impactos dessas nanopartículas para a saúde e o meio ambiente.

A palestra seguinte é a do pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias/Instrumentação Agropecuária de São Carlos, Paulo E. Cruvinel. Em sua intervenção, apresenta a metodologia utilizada pela Embrapa para elencar os assuntos críticos para o desenvolvimento regional e suas prioridades, constituindo com isto as denominadas “plataformas de desenvolvimento”. A partir deste conjunto de plataformas e com uma visão prospectiva da questão nanotecnológica é que esta empresa de pesquisa procura incorporar a nanotecnologia em seus estudos para a Rede de Inovação e Prospecção Tecnológica para o Agronegócio, concebida no âmbito do Fundo Setorial de Agronegócios e da própria Embrapa.

Em continuidade às exposições desta mesa, temos a palestra de frei Sérgio Gorgen, representante da Via Campesina e deputado estadual pelo PT do Estado do Rio Grande do Sul. Este palestrante propõe realizar o debate a respeito da ciência, da tecnologia, das inovações tecnológicas “a partir do enfoque dos pobres do campo, os camponeses, os índios, os pescadores, aqueles que normalmente têm muito pouco espaço na ciência, na tecnologia, nas universidades, no debate público, mas colocam a comida na nossa mesa: a maior parte da comida que todos comem vem da produção de algum camponês. Vem muito pouco do grande agronegócio.” É a partir desse enfoque que frei Sérgio Gorgen realiza sua exposição, indicando a existência de dois movimentos na sociedade contemporânea extremamente danosos para a ciência e para a agricultura, principalmente para a agricultura camponesa, mas para a sociedade como um todo também: o primeiro

---

<sup>1</sup> ETC GROUP. *Nanotecnologia: os riscos da tecnologia do futuro*. Porto Alegre: L&PM, 2005; \_\_\_\_\_. *Tecnologia atômica: a nova frente das multinacionais*. São Paulo: Expressão Popular, 2004.

deles é a privatização e a mercantilização da ciência; o segundo, a aplicação científica e a tecnologia.

O último expositor desta mesa é o pesquisador do Instituto de Economia Agrícola da Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Governo do Estado de São Paulo, Richard Domingues Dullely. O principal objetivo de sua intervenção é proporcionar um primeiro alerta formal aos produtores e consumidores de produtos agrícolas sobre a proximidade da ocorrência de drásticas mudanças tecnológicas na agricultura e até mesmo em seu papel na economia. A industrialização da agricultura poderá intensificar profundamente o processo de produção agrícola. A concretização da industrialização quase total da agricultura resultará da convergência dos mais recentes avanços no campo da biotecnologia e nanotecnologia molecular informática e microeletrônica. A natureza da nanotecnologia molecular no presente, seu estado das artes e a literatura atual disponível permitem inferir que esta poderá ter a capacidade de, em conjunto com outras tecnologias, alterar drasticamente as históricas características da agricultura.

A quinta parte do livro corresponde à mesa “Nanotecnologia, Inovação e Ética”, conduzida pelo professor Ruy Braga, do Departamento de Sociologia da Universidade de São Paulo e membro da Renanosoma.

O primeiro expositor é o professor José Manuel Cozar Escalante, da Universidade de La Laguna, Tenerife, Espanha. Este autor indica a complexidade do assunto e que ele não deve ser encarado em termos de contra ou a favor: “O que é significativo e desejável é dar bons motivos para que se apoiem ou rejeitem projetos e trajetórias específicas da nanotecnologia”. Para Cozar, o mais importante seria a questão de poder, “do ponto de vista da ética, pelo menos. Mas esse conceito está carregado de valores e, embora faça a tentativa de abordar diretamente as assimetrias na tomada de decisões a respeito de novas nanotecnologias, entre os diferentes grupos que têm interesses no processo [...], essa abordagem pode levar-nos a uma visão simplista das complexidades éticas que aparecem quando os elementos de uma nano-rede interagem.”

A seguir, o leitor encontrará a palestra do professor Ricardo de Toledo Neder, da Unesp de Rio Claro, que se propõe a discutir “os contornos de uma pesquisa social sobre ciência, tecnologia e inovações (CT&I) em áreas estratégicas que possa estabelecer bases sobre como grupos setoriais e coletivos de representação social dos interesses empresariais interpretam e reagem nas universidades públicas para dar um sentido de aplicação social ou enraizamento às inovações chamadas nanotecnologias. Nossa hipótese básica é de que, no interior de processos de escolhas e decisões, incertezas e conflitos, há um sujeito tecnocientífico que assume um conjunto de pressupostos normativos e político-institucionais lado a lado com

a base epistemológica dos processos cognitivos. Os fundamentos que orientam esse sujeito coletivo (pesquisadores) são diferenciados e os discriminei como ‘protocolos de valor’”.

O último conferencista desta mesa é o professor Ricardo Timm de Souza, do Departamento de Filosofia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Sua exposição está fundada na questão central de como conciliar a vontade de saber e seu exercício com o respeito fundamental pelo outro.

Para este autor, embora os conceitos de ciência e ética sejam oriundos de diferentes fontes, “De minha parte, prefiro uma definição contemporânea que combine estas sutilezas histórico-etimológicas: ética como sendo o agir, em um lugar determinado, de forma determinada, com fins determinados e não-neutros, na direção da promoção da vida. Por sua vez, ciência, [...] saber, iluminar, invadir a realidade, expor as essências, descobrir os núcleos da existência, ir até onde nunca outro ser humano tenha ido. Estes sonhos modernos, mas que já repousavam *in nuce* na pré-história do *logos*, todos eles têm como preocupação muito secundária o respeito por aquele que é o seu objeto, o objeto científico. Caso assim não fosse, não poderiam dissecá-lo, não poderiam analisá-lo. Mas a ciência não é analítica por natureza? Este é um dos dilemas centrais com os quais temos de conviver hoje [...]: como conciliar a vontade de saber e seu exercício com o respeito fundamental pelo outro?”

A sexta e última parte do livro, correspondente à mesa “Nanotecnologia, Inovação e Regulação”, foi coordenada pelo deputado federal Edson Duarte, do Partido Verde da Bahia. Este deputado apresentou na Câmara Federal proposta de projeto de Lei visando regulamentar as atividades de nanotecnologia no Brasil. Esta foi a razão para que coordenasse a última mesa do evento.

A primeira expositora é Eliane Cristina P. Moreira, coordenadora do Núcleo de Propriedade Intelectual do Centro Universitário do Pará, ex-secretária-executiva da CTNbio/MCT e membro da Renanosoma. Sua contribuição ao seminário foi uma reflexão no campo do Direito que, segundo esta pesquisadora, não está estruturado adequadamente para dar respostas aos desafios propostos pelas novas tecnologias. Identifica a necessidade de mais reflexão em relação à era dos direitos exercidos em face dos riscos tecnológicos, o que implica refletir sobre a questão da regulação. Como razões para esta reflexão, a conferencista indica a forte interação ciência-indústria, o enaltecimento do conhecimento científico e uma maior dependência social das ciências naturais.

Ressalta a pesquisadora que a proximidade da ciência com a indústria tem levado a mudanças em paradigmas científicos, resultando em pressão para resultados imediatos, que acabam por valorizar as especialidades e a exclusão dos não-

especialistas e com isto aumenta o fosso entre leigos e especialistas e especialistas em ciências da vida e especialistas em ciências sociais.

A seguir, a participação do professor Eronides F. da Silva Júnior, do Departamento de Física da Universidade Federal do Estado de Pernambuco e coordenador da rede de pesquisa Nanoseminat. Este pesquisador indica a previsão realizada pela universidade de Berkeley de que no ano de 2012, por meio das novas tecnologias, em sete ou oito anos o homem será potencialmente capaz de emular o cérebro humano. “Imaginem que se consegue emular o cérebro, que se consegue fazer teletransporte e que se consegue decodificar o DNA e fazer a manipulação nos aminoácidos, nas cadeias, da maneira que se quiser: não há mais nada para se fazer, já se fez tudo.” Diante desta previsão, ressalta o conferencista que é preciso entender as conseqüências de cada uma dessas coisas e encontrar as melhores maneiras de regular o desenvolvimento dessas tecnologias.

O último palestrante desta mesa e do seminário é Sílvio Valle, pesquisador titular e coordenador do curso de biossegurança da Fundação Oswaldo Cruz. Valle abordou o que, para ele, é a questão central: “é nanosseguurança, que é o conjunto de estudos e procedimentos que visa estabelecer o controle de eventuais problemas suscitados pelas pesquisas e por suas aplicações. Então, a pesquisa tem de ser feita com qualidade. Nós temos de nos preocupar com a segurança, é a minha área de trabalho, e há alguns pontos falhos nos programas do MCT e na política pública, tanto em relação a biotecnologia como para a nanosseguurança.” O palestrante aponta a inexistência de discussões sobre o avanço tecnológico e suas relações com a questão de segurança, como é o caso específico da nanosseguurança.

Após cada mesa apresentada, seguiram-se debates com a participação de um pesquisador (*key notes*) cuja função foi iniciar os debates mediante formulação de três questões e, a seguir, com a participação do público presente ao evento. Todos os debates estão aqui reproduzidos.

Este seminário é mais uma contribuição da Renanosoma para que a nanotecnologia se torne um objeto cada dia mais estudado pelas Ciências Humanas no Brasil, e pode também ser considerado um treino para a grande marcha em direção a uma democracia sustentável na qual as questões de ciência e tecnologia sejam objeto de um processo de engajamento público da população brasileira.

São Paulo, março de 2006.

Paulo Roberto Martins.

# PARTICIPANTES DO SEGUNDO SEMINÁRIO INTERNACIONAL NANOTECNOLOGIA, SOCIEDADE E MEIO AMBIENTE – II SEMINANOSOMA

## Conferencistas:

**Allan Schnaiberg** – Bacharel em Ciências, mestre e PHD em Sociologia, tem inúmeros livros publicados. Constituiu a disciplina de Sociologia Ambiental nos Estados Unidos. Professor da Faculty Associate, Institute for Policy Research da Universidade de Northwestern, Chicago, Estados Unidos. < schnaiberg@sbcglobal.net > .

**Edmilson Lopes Júnior** – Sociólogo, mestre em Sociologia, doutor em Ciências Sociais, professor doutor do Departamento de Ciências Sociais do Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Membro da Rede de Pesquisas em Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (Renanosoma). < edmilsonlj23@yahoo.com > .

**Eliane Cristina P. Moreira** – Advogada, mestre em Direito Ambiental pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Coordenadora do Núcleo de Propriedade Intelectual do Centro Universitário do Pará (Nupi/Cesupa), ex-secretária-executiva da Comissão Técnica Nacional de Biosegurança do Ministério da Ciência e Tecnologia (CTN-Bio/MCT) e membro da Rede de Pesquisas em Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (Renanosoma). < moreiraeliane@uol.com.br > .

**Eronides F. da Silva Júnior** – Físico, mestre em Física, PHD em Engenharia Elétrica. Professor doutor do Departamento de Física da Universidade Federal de Pernambuco e ex-coordenador da Rede de Pesquisas NanoSemiMat/Brasil. < eron@ufpe.br > .

**Frei Sérgio Gorgen** – Franciscano, filósofo, pós-graduado em Cooperativismo. Autor de diversos livros, militante e assessor dos movimentos que compõem a Via Campesina-Brasil. Deputado estadual pelo Partido dos Trabalhadores do Estado do Rio Grande do Sul (PT-RS). < frei.sergio@al.rs.gov.br > .

**Henrique Rattner** – Sociólogo, mestre em Sociologia, doutor em Economia Política. Consultor do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT-SP). Membro da Rede de Pesquisa em Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (Renanosoma). <rattner@ipt.br>.

**Ignácio Lerma** – Historiador, doutor em Sociologia, professor doutor do Departamento de Sociologia e Antropologia Social e decano da Faculdade de Ciências Sociais da Universidade de Valência, Espanha. <ignacio.lerma@uv.es>.

**José Manoel Rodríguez Victoriano** – Sociólogo, doutor em Sociologia com vários textos publicados. Professor do Departamento de Sociologia e Antropologia da Universidade de Valência, Espanha, onde coordena a linha de pesquisa em epistemologia e metodologia qualitativa. <jose.m.rodriguez@uv.es>.

**José Manuel Cozar Escalante** – Filósofo, mestre e doutor em Filosofia, professor titular do Departamento de História e Filosofia da Ciência da Universidade La Laguna, Tenerife, Espanha. <jcozar@ull.es>.

**Juergen Altmann** – Físico, pacifista, doutor em Física, professor doutor do Experimentelle Physik III, Universidade de Dortmund, Alemanha. <altmann@ep3.ruhr-uni-bochum.de>.

**Pat Roy Mooney** – Diretor-executivo do ETCGroup, autor de vários livros sobre políticas de biodiversidade e biotecnologia. Embora não tenha graduação universitária, é uma das maiores autoridades em biodiversidade agrícola e em impactos das novas tecnologias nas sociedades. Recebeu diversos prêmios honoríficos, entre os quais The Right Livelihood Award (Premio Nobel Alternativo/1985) e Pearson Peace (1998). <etcgroup@etcgroup.org>.

**Paulo Estevão Cruvinel** – Engenheiro eletrônico e eletrotécnico, mestre em Bioengenharia, doutor em Automação. Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (Embrapa)/Instrumentação Agropecuária, São Carlos-SP. <cruvinel@cnpdia.embrapa.br>.

**Paulo Roberto Martins** – Sociólogo, mestre em Desenvolvimento Agrícola, doutor em Ciências Sociais, pesquisador da Agência IPT de Inovação do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), coordenador da Rede de Pesquisa Cooperativa em Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (Renanosoma), coordenador do

Primeiro e do Segundo Seminário Internacional Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (Seminanosoma). <marpaulo@ipt.br>.

**Renzo Tomellini** – Químico, chefe da Unidade de Nanociência e Nanotecnologia da Diretoria-Geral de Investigação da Comissão Européia. <renzo.tomellini@cec.eu.int>.

**Ricardo Toledo Neder** – Sociólogo, mestre e doutor em Sociologia, pós-doutorando em Filosofia e História da Ciência no Departamento de Filosofia da USP. Docente e pesquisador doutor convidado no Departamento de Planejamento Territorial do Instituto de Geociência e Exatas da Universidade Estadual Paulista (Unesp), *campus* Rio Claro. Membro da Rede de Pesquisa em Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (Renanosoma). <rtneder@rc.unesp.br>.

**Ricardo Timm de Souza** – Graduado em Estudos Sociais e Filosofia, mestre em Antropologia Filosófica, doutor em Filosofia. Atualmente, é professor nos Programas de Pós-Graduação em Filosofia, Ciências Criminais e Ciências da Saúde da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS) e integra comitês científicos, editoriais e de ética nacionais e internacionais. <r.timmsouza@terra.com.br>.

**Richard Domingues Dulley** – Engenheiro agrônomo, mestre em Desenvolvimento Agrícola, doutor em Ciências Sociais pelo Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Estadual de Campinas (IFCH-Unicamp), pesquisador científico nível VI do Instituto de Economia Agrícola (IEA) da Secretaria de Agricultura e Abastecimento de Estado de São Paulo. Membro da Rede de Pesquisa em Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (Renanosoma). <dulley@iea.sp.gov.br>.

**Sílvia Ribeiro** – Jornalista, editora e pesquisadora em meio ambiente. Atualmente, é pesquisadora e gerente de programa do ETCGroup, baseada no México. Foi representante da sociedade civil em diversas negociações de tratados sobre meio ambiente conduzidos pela Organização das Nações Unidas (ONU). <silvia@etcgroup.org>.

**Sílvio Valle** – Médico veterinário com especialização em Biossegurança e Análise de Risco de Alimentos Geneticamente Modificados. Pesquisador titular e coordenador dos cursos de biossegurança da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Rio de Janeiro. <valle@fiocruz.br>.

**Sônia Maria Dalcomuni** – Economista, mestre em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade, PhD em Economia da Inovação e Meio Ambiente, especialista em Sistemas Tecnológicos. Professora dos cursos de graduação e mestrado em Economia da Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes). Diretora do Centro de Ciências Jurídicas e Econômicas da Ufes, membro da Rede de Pesquisa em Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (Renanosoma). <sdalcomuni@terra.com.br>.

**Stephen J. Wood** – Professor doutor do Institute of Work Psychology da Universidade de Sheffield, Inglaterra, onde exerce também o cargo de chefe de pesquisa. Co-diretor do ESRC Center for Organization and Innovation. Pesquisador associado do Centre for Economic Performance, London School of Economics. <s.j.wood@sheffield.ac.uk>.

### Coordenadores de mesas:

**Edson Duarte** – Técnico em Agropecuária e pedagogo, deputado federal pelo Partido Verde (BA), legislatura 2003-2006. <dep.edsonduarte@camara.gov.br>.

**Guilherme Ary Plonski** – Engenheiro químico, mestre e doutor em Engenharia da Produção, pós-doutor em Ciência e Tecnologia. Superintendente do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (AS/IPT). <plonski@ipt.br>.

**João Steiner** – Astrofísico, professor titular do Departamento de Astronomia do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo (IAG-USP). Diretor do Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo (IEA/USP). <steiner@usp.br>.

**Magda Zanoni** – Socióloga, mestre e doutora em Ciências Sociais. Pesquisadora do Núcleo de Estudos para o Desenvolvimento Rural do Ministério de Desenvolvimento Agrário (Nead/MDA). <magda@mda.gov.br>.

**Marcos Antônio Mattedi** – Doutor em Ciências Sociais pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e pós-doutor pelo Centre de Sociologie de l'Innovation/ENSMP/Paris. Atualmente é professor do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional e Diretor do Instituto de Pesquisas Sociais da Universidade Regional de Blumenau. Membro da Rede de Pesquisa em Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (Renanosoma). <mam@furb.br>.



**Ruy Gomes Braga Neto** – Sociólogo, mestre em Sociologia, doutor em Ciências Sociais, com vários livros publicados. Professor doutor do Departamento de Sociologia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo (FFLCH-USP). Membro da Rede de Pesquisa em Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (Renanosoma). <ruy.braga@uol.com.br>.

## Key notes:

**José Manuel Cozar Escalante**

**Paulo Roberto Martins**

**Petrus D’Amorim Santacruz de Oliveira** – Químico, doutor em Ciências dos Materiais, professor do Departamento de Química Fundamental da Universidade Federal de Pernambuco, coordenador do Laboratório Land-Foton (DQF/UFPE), coordenador de Inovação da Rede Renami (MCT/CNPq), diretor responsável pela empresa incubada Ponto Quântico Nanotecnologia. <petrus@renami.com.br>; <petrus@ufpe.br>.

**Renzo Tomellini**

**Ricardo de Toledo Neder**

**Sílvia Ribeiro**

## Relatores:

**Adriano Premebida** – Historiador, mestre em Desenvolvimento Rural, doutorando em Sociologia, membro da Rede de Pesquisa em Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (Renanosoma). <premebida@hotmail.com>.

**Noela Invernizzi** – Antropóloga, mestre e doutora em Política Científica e Tecnológica com pós-doutorado no Center for Science, Policy and Outcomes da Universidade de Columbia, Estados Unidos. Professora-adjunta no Setor de Educação da Universidade Federal do Paraná, em Curitiba. Membro da Rede de Pesquisa em Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (Renanosoma). <noela@ufpr.br>.



# ABERTURA

## Guilherme Ary Plonski

Muito bom dia a cada um, obrigado por terem vindo à abertura de um evento que, certamente, será marcante como foi o primeiro, por tratar, em uma perspectiva bastante mais ampla, de um tema que geralmente é visto sob uma ótica unidimensional, que é o avanço do conhecimento e sua apropriação pelo setor produtivo. Quero saudar, inicialmente, na ordem em que foram chamados à mesa, o professor João Steiner, ex-secretário das instituições de pesquisa vinculadas ao Ministério da Ciência e Tecnologia e atual diretor do Instituto de Estudos Avançados, o qual, pela própria função na universidade, é aquele espaço no qual temas novos são tratados e modelados para que possam depois permear o restante da universidade. Quero saudar a professora Magda, que aqui representa a visão do governo federal, parceiro também do evento. Obrigado por ter vindo de Brasília e por representar nosso ministro. Quero saudar o caro Paulo Roberto Martins, que é um batalhador, eu diria que quase um guerrilheiro, no sentido de, sem muito alarde, de repente conseguir montar um segundo evento internacional de grande porte, com videoconferência. É uma pessoa que abriu um espaço importante, no IPT e na USP, para essa visão mais ampla da nanotecnologia. A importância do tema é dispensável de ser realçada para quem está aqui, pois quem está aqui já acredita que o tema é importante. Eu queria apenas dar as boas vindas ao doutor Renzo Tomellini. Passo agora a palavra à doutora Magda e, depois, ao professor Steiner.

## Magda Zanoni

Bom dia a todos. Em nome do Núcleo de Estudos Agrários e Desenvolvimento Rural Nead e do Ministério de Desenvolvimento Agrário (MDA), quero saudar a todos os participantes deste seminário, nossos colegas pesquisadores que vieram de países distantes, da Espanha e das Ilhas Canárias, da Inglaterra, do México, do Canadá, igualmente aos colegas brasileiros e demais inscritos, a mesa, e fazer uma saudação muito particular a Paulo Roberto Martins, que organizou este seminário. Gostaria igualmente de fazer algumas breves considerações que refletem as discussões que o ministro Miguel Rosseto tem fomentado no Ministério do Desenvolvimento Agrário e que se interrogam sobre os usos das novas tecnologias pelos agricultores familiares e pelos assentados da reforma agrária. Essas considerações têm um fundamento e uma história. Elas provêm, em grande parte, da experiência

que nós tivemos, nestes dois últimos anos, sobre as questões e os debates em biotecnologia, em particular a questão dos transgênicos. Não vou entrar neste momento no mérito desse debate, que, aliás, penso não ter sido levado de forma suficientemente democrática no Brasil. Mas, a partir desta experiência, gostaria de tecer algumas considerações gerais sobre a questão das nanotecnologias. São reflexões que nos conduzem a algumas certezas, mas a muitas interrogações.

Em uma abordagem mais geral, as nanotecnologias colocam na ordem do dia variados elementos de suma importância, referentes à democratização das escolhas técnicas e científicas. Podemos citar alguns: por exemplo, a parte de investimentos consideráveis necessários a seu desenvolvimento e financiamento público; a ausência em muitos países, ainda hoje em dia, de um enquadramento legislativo de regulamentação. Ainda não é adotado em nível governamental em um grande número de países, senão em sua maioria, um sistema de regulamentação jurídica específica referente ao Estatuto das Nanopartículas, seus impactos sobre a saúde e o meio ambiente. No entanto, já circula no mercado uma série de produtos que contêm nanopartículas. São, porém, insuficientes os estudos e pesquisas sobre sua toxicidade e também é pouco conhecida a mobilidade dessas partículas no corpo humano, sobretudo na pele, no cérebro, na placenta humana, assim como no meio ambiente e seus diversos componentes, solo, ar e água. Também seria desejável o rastreamento de objetos e de produtos realizados pelo emprego das nanotecnologias, e o conhecimento de suas conseqüências sociais.

Além de um debate sobre os riscos ambientais e sobre a saúde humana, existem outras dimensões que podem ser abordadas e que estamos discutindo: os efeitos das ciências e das técnicas sobre as relações de trabalho e dominação, sobre a relação do homem com a natureza, sobre a relação com o conhecimento e sobre as possibilidades de uma proposta ética. O impacto destas tecnologias em termos de emprego, de demissões, de reemprego, portanto, de instabilidade, no nível dos atores locais já está sendo demonstrado: citaria, apenas como exemplo, o caso de empresas da cidade de Grenoble, na França, tais como a Hewlett-Packard, a STM, etc. Temos, também, de levar em consideração (e esta é também uma discussão importante para o ministério) a questão das prioridades das políticas públicas de pesquisa e de tecnologia. Em nossos países do Sul geralmente há uma grande deficiência de políticas e suas respectivas implementações na maior parte dos campos relacionados ao desenvolvimento sustentável, à saúde pública, toxicologia, ecologia, agricultura sustentável, agricultura orgânica, energias renováveis, engenharia verde. Esses setores necessitam de grandes esforços de pesquisa e investimentos para solucionar os desafios postos pelas epidemias e pandemias, pelas poluições e seus efeitos sobre a saúde humana e o meio ambiente, pelo desperdício

cio de energias não-renováveis, pela perda de biodiversidade, pelos endividamentos dos agricultores, pela reciclagem de dejetos, pelo êxodo rural, etc.

Porém, estas reflexões que estamos fazendo neste momento vão muito além das situações locais. Elas se ampliam, pelos seus significados, a escalas muito mais abrangentes, nacionais e internacionais. Do mesmo modo, as questões sobre as tecnologias, que se limitam freqüentemente aos desafios socioeconômicos do desenvolvimento, inserem-se em uma problemática mais ampla, de natureza filosófica que também diz respeito às opções de progresso científico e tecnológico que uma sociedade pode ter e que muito oportunamente serão abordadas na última sessão do colóquio. Atualmente, constata-se um aumento do posicionamento crítico por parte de cientistas das ciências humanas e sociais, mas também das ciências físicas e biológicas e da sociedade civil, da noção de progresso tal qual ela foi admitida no fim do século XIX e na primeira metade do século XX<sup>1</sup>. A contestação do progresso, de certo progresso, adveio, em grande medida, em função dos medos e dos desastres que são também fruto de certas tecnologias. E que sociólogos identificaram em sondagens especiais e *enquêtes*. Na França, eu citaria N. Farouki e seus colaboradores<sup>2</sup> – que identificaram os grandes medos da população em relação às nanociências e às nanotecnologias, cujos temas fundamentais são a “perda de controle” (experiências mal-sucedidas, com efeitos perversos, uso comercial de produtos cuja nocividade pode provocar efeitos negativos irreversíveis determinando a extinção da espécie humana, o desaparecimento do planeta), “o mau uso das descobertas” (um indivíduo ou grupo, uma empresa, um Estado, detendo um novo produto ou nova tecnologia, pode adquirir um poder de destruição considerável) e, finalmente, a “transgressão” (referindo-se aos aspectos morais, pelos quais o homem pretende ir além de seus limites e igualar-se a Deus). Não podemos deixar de incluir nestas contestações as críticas referentes ao avanço tecnológico e à sua incapacidade de resolver os grandes problemas da humanidade, tais como a fome. Queremos criar um novo mundo, queremos criar um novo planeta? Será ele humano ou artificial? Então, parece-me que tais questões estão diretamente envolvidas no quadro deste seminário. No Ministério do Desenvolvimento Agrário e particularmente em suas secretarias (Secretaria de Agricultura Familiar, Secretaria de Desenvolvimento Territorial e Secretaria de Reordenamento Agrário) nos congratulamos por este seminário, porque a discussão sobre ciên-

---

<sup>1</sup> (N. Org.). BOURG, D.; BERNIER, J.-M. *Peut-on encore croire au progres?* Paris: Presses Universitaires de France, 2000.

<sup>2</sup> (N. Org.). FAROUKI, N. e colaboradores. *Les progrès de la peur*. Paris: Le Pommier, 2001.

cia, tecnologia e sociedade e, no caso presente, sobre os aspectos sociais e ambientais das nanociências e nanotecnologias, é ainda incipiente no Brasil. No Fórum Social Mundial tivemos duas grandes oficinas, uma organizada pela Renanosoma e pela Fondation Science Citoyenne (Fundação Ciência Cidadã), da França, que conta com mais de mil pesquisadores, sobre as questões da relação da ciência com a sociedade.

Parece-nos essencial que esses debates sejam amplamente estabelecidos sob formas que devemos criar ou inovar, com a participação da população. Vimos muito bem, no caso dos transgênicos, que a população não participou do debate; ele foi circunscrito oficialmente a audiências públicas, limitadas aos deputados e senadores, nas quais os representantes da sociedade civil obtiveram apenas o estatuto de observadores ou, quando muito, de participantes minoritários nas mesas redondas das comissões do Congresso Nacional. A nanotecnologia – que revela também percepções ligadas ao domínio do fantástico, do imaginário que ultrapassam as percepções somente materiais, mobilizando sobremaneira o universo simbólico de uma sociedade –, permanece ainda desconhecida do grande público. Abordar esses assuntos de maior abrangência, ou seja, a interrogação central, que eu diria ser acerca de qual a sociedade que queremos construir, é a questão de fundo dos debates que os poderes públicos devem assumir e proporcionar.

As ponderações precedentes levam-nos novamente a ampliar o debate e a integrar temáticas que tenham como foco o modelo atual do desenvolvimento, as teorias que o embasam e as práticas por ele induzidas, suas conseqüências sobre a igualdade de acesso à educação, à informação, enfim, identificando quais são os verdadeiros problemas e problemáticas no contexto atual. Conseqüentemente, é essencial colocar no centro do debate os processos políticos e sociais que definem a escolha e a introdução das tecnologias em uma sociedade dada, a fim de discutir seus custos e benefícios morais e materiais. Retomando os trabalhos de Jean Pierre Dupuy<sup>3</sup> realizados a partir de ampla pesquisa, de cunho sociológico e filosófico, acerca das percepções da população sobre as nanotecnologias, entendemos por seus resultados o porquê de sua convicção sobre a necessidade da adoção de medidas para incluir as nanotecnologias no campo democrático, com ampla difusão de seus princípios, métodos, produtos e impactos. Para atingir esta democratização, devemos buscar novas formas de diálogo com as populações, com a sociedade civil. E podemos afirmar que estes debates não só se colocam em termos

---

<sup>3</sup> (N. Org.). DUPUY, J.-P. *Pour un catastrophisme éclairé*. Quand l'impossible deviene certain. Paris: Le Senil, 2004.

científicos e técnicos, mas também em termos políticos, porque se trata de escolha e definição de rumos para a humanidade.

Novas formas de contato com a população, das quais são exemplos as “butiques de ciência”, implementadas na Holanda e na Inglaterra, as conferências cidadãs a propósito das biotecnologias, as jornadas de debate democrático sobre a ciência em certas prefeituras (Ivry-sur-Seine, Bobigny, etc.), seminários *ouvrons la recherche* entre pesquisadores, agricultores e movimentos sociais realizadas na França, as ações originais de certas universidades, associações e organizações não-governamentais no Brasil, são iniciativas exemplares, porém ainda muito minoritárias e pouco reconhecidas pelos poderes públicos. Cabe a todos, pesquisadores, professores universitários, educadores, técnicos, responsáveis de movimentos sociais, introduzirem formas de debates que incluam o reconhecimento da diversidade de saberes e as percepções e posições sobre o progresso científico e tecnológico dos múltiplos grupos sociais. Porque, como dizia Hans Jonas em sua obra *O princípio responsabilidade*<sup>4</sup>, não é suficiente fazermos tecnologias; temos de escutar os medos, porque os medos da população têm um propósito heurístico. Eles nos ensinam a imaginar as novas pesquisas necessárias para discutir esses medos e não para impor nossas idéias sobre aqueles que têm medo.

## João Steiner

Muito obrigado. Professor Ary Plonski, professora Magda, professor Paulo Roberto Martins. É um prazer estar mais uma vez aqui, neste segundo evento, representando o Instituto de Estudos Avançados da USP. Nós já participamos do patrocínio do primeiro evento, no ano passado, e para o Instituto de Estudos Avançados é um prazer poder participar e promover esse tipo de evento. O Instituto de Estudos Avançados tem “avançado” no seu título e, às vezes, as pessoas me perguntam o que ele tem de avançado. Ele tem muito de avançado e um dos eixos em que ele é avançado é que ele é avançado no tempo, ele tem de olhar para o futuro, ele tem de olhar além das nossas preocupações cotidianas. Frequentemente, nós deparamos com importantes e urgentes. A universidade tem tantos afazeres que normalmente se dedica apenas às questões urgentes, e as questões importantes geralmente ficam para outra oportunidade. O IEA tem o compromisso de olhar para esses aspectos. Apenas como exemplo, nós, no instituto, estamos estudando a questão de mudanças climáticas globais há mais de 15 anos, quando ninguém ou

---

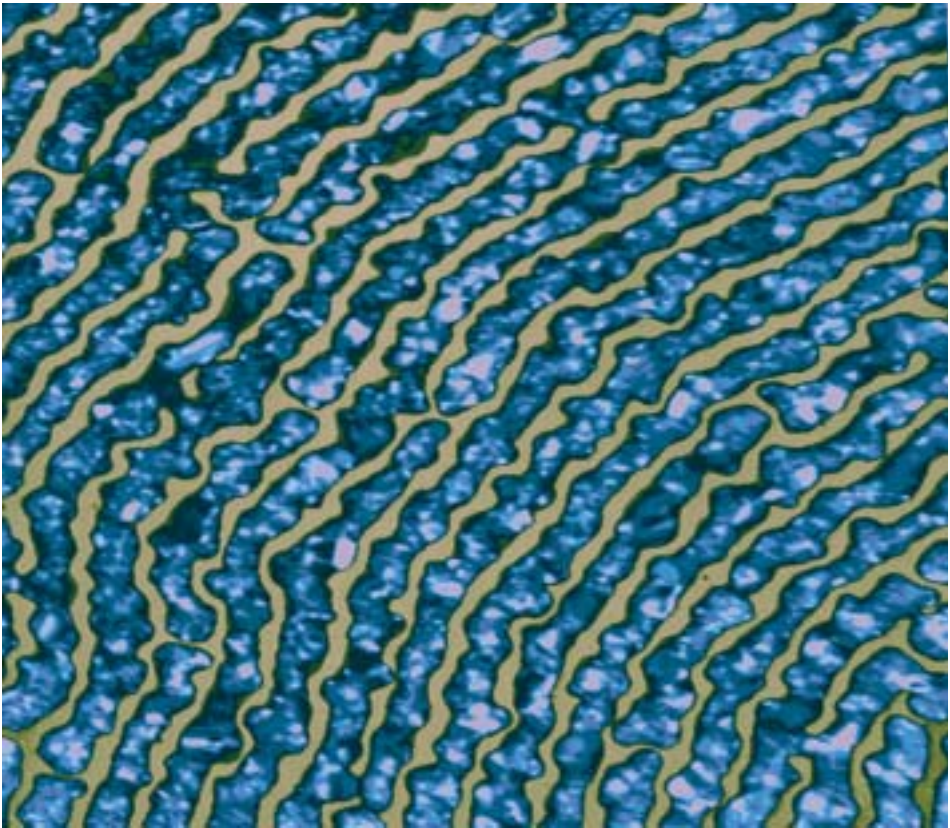
<sup>4</sup> (N. Org.). JONAS, H. *Le principe responsabilité: une éthique pour la civilisation technologique*. Paris: Ed. Du Cerf, 1990.

pouca gente no mundo refletia sobre essa questão, que hoje se está tornando uma preocupação em nosso cotidiano. Mas o instituto já fazia estudos há 15 anos, há publicações registradas sobre essa questão. A nanotecnologia é uma dessas tecnologias que está entrando em moda, está prometendo um enorme impacto sobre nosso cotidiano, sobre nossas vidas, sobre nossa sociedade. E a preocupação com a nanotecnologia não deve ser assunto apenas para engenheiros, para cientistas que promovem as tecnologias; ela deve ser preocupação de toda a sociedade. Por isso são muito bem-vindas a reflexão e a preocupação, pela ótica das ciências sociais, pela ótica das humanidades, pela ótica da questão do meio ambiente, porque, certamente, o impacto ambiental será um dos aspectos com que a sociedade terá de se defrontar no futuro próximo. Então, eu quero agradecer novamente pela oportunidade de o Instituto poder apoiar este evento, agradecer a presença e o esforço de todos e dizer que o IEA está aberto a esse tipo de debate e a outros debates que porventura forem oportunos no futuro. Muito obrigado.



# SESSÃO 1

## NANOTECNOLOGIA, INOVAÇÃO E ECONOMIA



Coordenador:

Paulo Roberto Martins

Conferencistas:

Juergen Altmann, Renzo Tomellini e Sônia Maria Dalcomuni

*Key note:*

José Manuel Cozar Escalante

Imagem de microscópio eletrônico com cores alteradas representando estrutura de nanofios de prata (University of Chicago)

## Nanotecnologia e a questão militar (Comunicação eletrônica)

Juergen Altmann

O tema é economia. Os assuntos que abordarei são: primeiro, a diferença sobre inovação nas áreas militar e civil; segundo, problemas ligados à tecnologia militar; terceiro, pesquisa e desenvolvimento na área militar com nanotecnologia e, depois, tecnologias convergentes, terminando com uma avaliação sobre controle de armamentos, recomendações e comentários concludentes. Quem quiser ler isso em detalhes, há um livro que está sendo lançado e que fala desse tópico.<sup>1</sup>

A diferença entre inovação militar e civil. Os militares são fortes em alta tecnologia e por meio da alta tecnologia. É verdade que a passagem da tecnologia da área militar para a civil já aconteceu, mas isso está diminuindo. Hoje em dia, os militares muitas vezes dependem de tecnologias prontas, comerciais, na prateleira. Isso se aplica especialmente à computação, e décadas de pesquisa em ciências sociais têm confirmado que o custeio do desenvolvimento militar não é uma forma eficaz de melhorar a competitividade dos mercados civis. Isso se dá por vários motivos. Antes de tudo, os militares têm requisitos extremos: os aviões, por exemplo, têm de fazer curvas muito rápidas, têm de sobreviver a tiros, têm de ter um assento ejetável para o piloto. Nada disso é necessário em um avião comum. A tecnologia militar é muito cara e, além disso, está ligada a sigilo, que torna a troca de conhecimento muito mais difícil.

Então, se a meta de uma economia é dar apoio ao desenvolvimento de produtos de nanotecnologia para grandes mercados civis, não é uma boa idéia dar verba do governo aos militares para pesquisa esperando que alguma coisa possa ser usada na área civil. É melhor dar o dinheiro para pesquisa na área civil, como acontece principalmente nos países em desenvolvimento, como o Brasil. Então, o Estado deve investir nas necessidades da maioria, especialmente da maioria pobre do país. A tecnologia militar e a tecnologia civil são muito diferentes. A tecnologia civil tem a ver com evitar a destruição, e na tecnologia militar trabalha-se para a destruição, a destruição rápida e eficaz. As coisas ruins que queremos evitar na sociedade civil acontecem por acidente ou por meio de criminosos; quando estamos falando da área militar, tais coisas são preparadas de forma organizada, em grande escala. O uso militar da tecnologia é justificado pelos mais altos interesses do país.

---

<sup>1</sup> (N. Org.). ALTMANN, J. *Military nanotechnology: potential applications and preventive arms control*. Londres: Nova York: Routledge, 2006.

Se necessário, trata-se de vencer um oponente por meio da força violenta. Esse é o objetivo dos militares.

A forma central a prevalecer nos conflitos tem sido por meio das novas tecnologias e a tarefa dos militares tem a tendência de ultrapassar os limites civis e também envolve muito sigilo. Os usos militares, contudo, às vezes não são analisados quando se pensa, por exemplo, nas questões éticas da nanotecnologia. Estou contente por ter sido convidado para falar desse problema. Eu fiz um estudo dessa área na Alemanha, que terminou há um ano e meio atrás e o livro vai ser lançado em breve<sup>2</sup>.

As armas não são uma coisa boa nas sociedades civis, na maior parte das sociedades civis elas são limitadas. Não sei como acontece no Brasil, mas em muitas sociedades as armas são limitadas e as exportações de armas de alta tecnologia podem ser boas para os empregos em casa, mas são perigosas para a vida e a saúde em outros locais onde há guerras civis ou guerras muito grandes. E, é claro, as armas e as tecnologias que exportamos podem voltar para casa e diminuir a segurança daqueles que as produziram, talvez pelo uso de criminosos ou terroristas no país de origem. Devemos ter em mente também que nossa nova tecnologia militar pode ser desenvolvida com o motivo de aumentar a segurança, mas pode fazer várias coisas: promover a corrida armamentista com outros, diminuir a estabilidade militar e, no caso da nanotecnologia, criar precedentes de manipulação de corpos que podem realmente trazer riscos. É algo que a sociedade quer debater, os riscos e os benefícios dessa tecnologia.

Agora, uma visão sobre a pesquisa e o desenvolvimento feitos pelos militares na área da nanotecnologia. Nas iniciativas de nanotecnologia nos Estados Unidos no ano 2000, as aplicações militares ou a pesquisa para a defesa receberam de um quarto a um terço da verba federal de pesquisa nos últimos quatro ou cinco anos. Mas uma boa parte dessa pesquisa e desenvolvimento é engenharia e ciência básica, e é feita em faculdades.

Vamos ver, então, as iniciativas de pesquisa em nanotecnologia feitas em universidades. Os projetos de pesquisa e desenvolvimento que receberam verbas em universidades são bem genéricos. Trata-se de pesquisa bem básica e será ligada a aplicações militares somente no futuro. O Massachusetts Institute of Technology é um instituto que foi fundado em 2002 para nanotecnologias para o soldado. Lá, muito dinheiro está sendo gasto: US\$ 50 milhões em cinco anos, do Exército, mais US\$ 30 milhões da indústria e até 150 universidades vão trabalhar nessas aplica-

---

<sup>2</sup> (N. Org.). ALTMANN, 2006.

ções para soldados. Começam com aplicativos para computadores, por exemplo, uma roupa especial que não só fornece aquecimento ou ar condicionado, conforme o necessário, mas é capaz de colocar uma compressa ao redor de um ferimento, ou uma roupa que fica dura, impedindo a entrada de projéteis e é segura contra agentes biológicos e químicos.

A segunda onda nos Estados Unidos que, em certo sentido, depois inclui a nanotecnologia, é a convergência de tecnologias. O primeiro seminário nessa área teve uma sessão especial naquilo que chamam de segurança nacional, ou seja, segurança nos Estados Unidos. Eles estabeleceram sete metas para a convergência de tecnologias, ou seja, nanotecnologia, biotecnologia, tecnologia da informação e ciências cognitivas para a segurança nacional. Eu não vou mencionar todas, mas tem a ver com sensores em miniatura, processamento em alta velocidade e o segundo ponto tem a ver com veículos de combate autônomos, ou seja, aviões sem pilotos, tanques sem motoristas e, ainda, a área de nanotecnologia para soldados. E a última é sobre melhorar o desempenho do ser humano, modificar a bioquímica e melhorar a sobrevivência, no caso de ferimentos.

Vou dar a vocês uma idéia de como pode ser o futuro com nanotecnologia. Os exemplos que darei ainda não usam nanotecnologia, mas incorporarão nanotecnologia em vários aspectos, pelo menos computação de alta velocidade e materiais leves e resistentes. Já temos um avião que é dirigido por controle remoto, sem piloto, com mísseis. No futuro, todos os sistemas poderão ser autônomos. Foi dada uma verba a um instituto alemão para desenvolver um microrrobô. Existem também microaviões, ainda não usam nanotecnologia, mas logo vão incorporar nanotecnologia. E devemos dizer que a eficiência militar desses dispositivos ainda não está clara. Talvez sejam frágeis demais, talvez não funcionem, mas pelo menos a pesquisa está sendo feita.

Há veículos de combate autônomos, em terra, sem motorista; e existem também experiências para receber sinais do córtex de um macaco, a fim de obter um tempo de reação mais rápido. Devo dizer que, com seres humanos, as experiências são não-invasivas, ou seja, os humanos receberiam sinais de fora, de forma não-invasiva, para serem mais rápidos. Essa experiência consiste em colocar eletrodos no cérebro de um rato para ele seguir um curso predeterminado no laboratório, sendo dirigido. As pessoas pensam que isso poderia ser aplicado a seres humanos. Se for feito para paraplégicos, que não têm movimentos, não há problema ético, mas se for aplicado a soldados, aí o problema começa. Sabemos que implantar sistemas artificiais nos corpos dos soldados já foi discutido abertamente nos Estados Unidos. Um seminário em 2001 tratou de sistemas artificiais dentro do soldado, mensuração, processamento de dados, comunicação e dis-

cussões sobre determinar onde estruturas podem ser colocadas no corpo, para monitorar o soldado.

Se compararmos o que outros países fazem em pesquisa e desenvolvimento na área militar – mesmo países muito ativos em tecnologia militar, como Reino Unido, França, Países Baixos, Suécia ou Israel –, o investimento destes é muito menor. Na Rússia, não há muito; na China, há pouco, mas eles foram capazes de fazer muitas coisas que os Estados Unidos começariam a fazer cinco anos mais tarde. Eu fiz uma estimativa da verba no mundo sobre nanotecnologia para uso militar e cheguei a US\$ 30 milhões ou US\$ 40 milhões por ano. Considerando a verba dos Estados Unidos, de US\$ 220 milhões, vemos que o resto do mundo gasta dez vezes menos. Mas isso pode mudar, à medida que outros países realmente acelerem seu trabalho na área de nanotecnologia para uso militar.

No projeto que eu fiz com verba de uma fundação alemã para pesquisa para a paz, elaborei uma longa lista de onde a nanotecnologia pode ser aplicada para usos militares. E a lista vai de computadores, produtos eletrônicos, comunicação, materiais, fontes de energia, até explosivos e propelentes mais eficientes, vários tipos de camuflagem variável e sensores baratos, mais leves; veículos mais ágeis, munição menor e mais precisa. Satélites em miniatura, robôs de tamanho macro e micro, armados e desarmados, inclusive híbridos entre sistemas artificiais e animais, como ratos; sistemas para soldados e novas armas químicas e biológicas. Mas devo acrescentar que a nanotecnologia molecular, ou seja, o que foi previsto por Drexler e colegas, ainda não é eminente, nem para uso civil nem para uso militar. Então, eu olhei a nanotecnologia que está sendo usada atualmente e as projeções para daqui a 15 ou 20 anos.

Se olharmos essas aplicações em potencial pensando em segurança internacional, não-nacional, poderemos usar o conceito de controle de armas preventivo. O que é isso? Se nós prepararmos um modelo do ciclo de vida de uma tecnologia de arma ou um sistema militar, este começa com pesquisa, depois sistemas concretos são desenvolvidos e testados e, se forem eficientes, aí são adquiridos, usados, modernizados e, finalmente, descartados. No controle de armas normal, por exemplo, permitindo a cada lado mil ogivas nucleares, isso envolve a questão do uso. O controle de armas preventivo funciona antes disso. A idéia é realmente impedir que essas tecnologias sejam adquiridas pelos militares antes de serem usadas.

Nós, na Alemanha, tivemos vários projetos conjuntos nesse conceito de prevenção e desenvolvemos critérios. O primeiro critério está ligado a um controle de armas eficaz, desarmamento e lei internacional. Sempre que novas tecnologias militares representam perigo para o desarmamento ou tratados, ou criam um problema para as leis humanitárias, ou podem ser utilizadas para a destruição em

massa, temos de pensar em limitações preventivas. O segundo grupo vincula-se a estabilidade: novas tecnologias militares não devem desestabilizar a situação militar entre oponentes, deve tentar impedir a corrida armamentista e não podemos ter uma proliferação vertical, horizontal de substâncias, conhecimentos ou armas. E o terceiro grupo de critérios diz respeito ao ambiente humano e à sociedade: novas tecnologias militares não devem, em tempos de paz, apresentar perigo para seres humanos, o ambiente ou o desenvolvimento sustentável, para sistemas políticos ou para a infra-estrutura da sociedade. Esses foram os critérios utilizados para avaliar 15 ou 20 aplicações em potencial de nanotecnologia em uso militar. Eu preparei uma tabela muito grande onde coloquei o sinal de mais, menos ou zero. Temos sinal de menos em várias áreas de aplicações, e apenas uma área em que a avaliação é positiva, que é a de sensores e formas para proteção ou neutralização contra a guerra química, que podem ser usados para proteger a população contra ataques terroristas. Outras aplicações não são perigosas e outras, como computadores pequenos e rápidos, estão tão próximas das aplicações civis que é quase impossível impedi-las na área militar, porque são quase iguais.

Em minha opinião, na tabela que elaborei há aplicações muito perigosas, que começam com pequenos sensores distribuídos. Pequenos sensores eficazes podem criar um problema para a estabilidade militar ou podem criar um problema se passarem para a sociedade civil, na área de sigilo, de confidencialidade. Depois, armas que podem criar problemas na sociedade civil, nos aeroportos. Depois, pequenos mísseis. Há uma grande preocupação sobre sistemas portáteis que foram dados pelos Estados Unidos para o Talibã, no Afeganistão. No futuro, com a nanotecnologia, poderemos ter mísseis de 30 centímetros e não de 1 metro, pesando 2 quilos e não 20 quilos, que poderão ser disparados da bolsa de uma senhora e derrubar um avião. Então, esse é um grande problema, se tais coisas forem produzidas e forem para a sociedade civil, para outros países e para terroristas.

Há um problema também com implantes e manipulação de corpos. O uso militar pode criar um precedente para que implantes sejam feitos, por exemplo. A sociedade deve discutir que tipos de implantes devem ser permitidos em uma pessoa. Existe também o perigo de ficarmos viciados ou de um *software* controlar o cérebro de uma pessoa. Então, a sociedade deve debater o que permitir e o que não permitir. Se os militares já estiverem usando isso em larga escala, implantes no corpo das pessoas, esse debate da sociedade talvez não seja eficaz, porque haveria já dezenas de milhares de pessoas usando esses sistemas. E também sistemas autônomos de luta e robôs bem pequenos, que poderiam ser usados para invadir a privacidade das pessoas na sociedade civil ou, talvez, para ataques terroristas visando autoridades ou a diminuir a estabilidade entre oponentes. O mesmo aconte-



ce na parte de estabilidade, pequenos satélites, pequenos lançadores. As coisas estão ficando perigosas, com novas armas químicas e biológicas. Então, se não formos bem-sucedidos em limitar essas aplicações tão perigosas de nanotecnologia, isso poderá criar problemas globais profundos.

Em meu projeto, pensei em como solucionar esses problemas e desenvolvi recomendações, o que fazer nessas oito áreas nas quais encontrei a maior parte dos problemas. Penso que não devo mencionar todos; quero apenas mencionar o problema, que consiste em não permitir sistemas sem pilotos. Não creio que seja bom, por exemplo, termos aviões sem piloto, um veículo sem motorista. Se isso não for possível, devemos exigir que a decisão de atirar e a liberação de armas, ou seja, matar, que nunca seja feita sem uma decisão humana. Não sei se isso poderá ser feito quando houver centenas ou milhares de sistemas autônomos, sem piloto. Mas devemos exigir isso, que a decisão de matar seja feita por um humano, não por uma máquina.

Concluindo. Quando olhamos a pesquisa e o desenvolvimento de nanotecnologia na área militar, devemos dizer que os Estados Unidos não têm grandes desafios em termos de ter um grande oponente. Os Estados Unidos não têm um grande inimigo. Então, os Estados Unidos estão organizando uma corrida armamentista consigo mesmo. Isso pode trazer vários perigos. Seria possível realmente se chegar a um acordo internacional sobre limites, mas para isso seria necessária a compreensão, por parte dos Estados Unidos, de que os limites são do seu interesse. E fica claro que, com a administração atual, essa compreensão não existe.

A seguir, uma visão sobre os sistemas internacionais. As novas tecnologias que já chegaram, em parte, mas que se tornarão bem mais potentes, como engenharia genética, redes de computação por toda parte, nanotecnologia, serão poderosíssimas e vão apresentar grandes riscos em termos de mal-uso. Portanto, conter esses riscos vai necessitar de verificação e de um sistema para processar criminosos semelhante àqueles que temos na sociedade civil, tudo isso em nível internacional. Nós sabemos e aceitamos esses procedimentos em questões como segurança no trabalho, lei ambiental e assim por diante. Então, se houver um perigo, a polícia poderá entrar em uma empresa química, parar o processo, prender alguém, etc. E, provavelmente, vamos precisar da mesma coisa em nível internacional. Isso ainda não é possível porque os Estados realmente valorizam muito sua autonomia e pensam que têm de garantir a segurança através das Forças Armadas. Mas a inspeção intensa de que necessitamos, com esse controle, não é compatível com o trabalho das Forças Armadas. Eles querem sigilo, querem avanço, mas temos de olhar intensamente o que eles fazem e, se olharmos, se tivermos informação, eles vão achar que não são eficientes. Então, no médio e no



longo prazo, a segurança pede o reforço das instituições nacionais e internacionais, inclusive a lei criminal internacional. Temos algumas indicações, mas isso tem de ser fortalecido, inclusive a lei internacional sobre crimes. Temos algumas informações sobre isso, mas essa lei tem de se reforçada. E a dependência de tudo isso tem de ser reduzida.

Com respeito aos debates internacionais que acontecem, com respeito ao uso da nanotecnologia e da pesquisa em desenvolvimento responsáveis, é necessário usar o potencial da nanotecnologia para a humanidade, para evitar perigos. Precisamos de governança global nessa área e orientação sobre valores humanos. Essa é uma chamada para que sociedade e organizações não-governamentais participem e analisem os perigos dos usos militares e trabalhem para mudar a posição dos Estados Unidos sobre essa questão. É realmente importante que nos Estados Unidos haja pesquisa, mas também uma crítica com respeito a isso. Um bom código de conduta para pesquisa em nanotecnologia. Esses debates têm de ser reforçados e, visto que é uma questão internacional, também devem incluir em sua agenda segurança internacional. Devemos envolver organizações internacionais como Unesco, Organização Mundial de Saúde, as Nações Unidas nessas discussões sobre o uso militar da nanotecnologia, seus perigos e como podemos impedi-los. Para finalizar, quero deixar uma questão: talvez haja um papel para o Brasil, para reforçar as iniciativas internacionais nessa área.

## Nanotecnologia: um ponto de vista da Europa

Renzo Tomellini

Depois do que o professor Altmann falou sobre o que pode acontecer, aplicações potenciais, quero falar sobre o que está acontecendo, sobre o que estamos fazendo e o que é o estado da arte, e vamos também ver o que vem no futuro. A nanotecnologia é uma abordagem muito complexa, com respeito a ciência e tecnologia. Primeiro, alguns dados sobre verbas, mostrando a distribuição do custeio. Visto que o tema é nanotecnologia e economia, eu trouxe a vocês este dado. A primeira informação importante são os gastos em pesquisa relacionada a nanotecnologia da ordem de 8 bilhões de dólares ou euros, dependendo da taxa de câmbio, em gastos públicos e privados. Digamos que um dólar tenha o mesmo poder de compra de um euro. Então, a segunda informação importante: em 2004 os gastos privados ultrapassaram pela primeira vez os gastos públicos. E isto é importante no momento em que pensamos sobre a economia. A indústria está investindo cada vez mais e está muito interessada na nanotecnologia. Em termos de distribuição dos investimentos, tendo em conta os países da União Européia mais Suíça, Estados Unidos, Japão e outros, vemos que muito dinheiro público está sendo investido, especialmente na Europa. A Europa gasta mais dinheiro público do que outras áreas. Onde vemos a Europa fraca e outros países fortes é na área do setor privado. Na Europa, as indústrias estão descapitalizadas e esse é um problema para nosso sistema, que também se reflete na nanotecnologia.

Outra informação é que, na Europa, a maior parte dos gastos vem dos Estados membros e apenas um terço é da Comissão Européia e do programa que eu gerencio. Isso mostra que a Comissão Européia é a principal entidade que gasta em nanotecnologia; mas não é a mais importante se levarmos em conta o total dos gastos, o que não acontece nos Estados Unidos. Lá, vemos que o governo gasta muito mais do que os outros. A nanotecnologia tem um grande potencial; a nanotecnologia não é um mercado em si, é uma cadeia de valor, é uma abordagem para ciências materiais e vai ocasionar inovações em todos os setores, inclusive naquilo que o professor Altmann mencionou, na área militar. O que podemos ver hoje, que é um pouco diferente de outros setores, é o seguinte: estamos acostumados a considerar materiais na indústria de transformação, aço e outros, e vemos que o valor agregado está no final da cadeia de suprimentos, no produto final. Por exemplo, o aço, temos o minério da África do Sul, do Brasil e levamos para a Europa. O vidro também, colocamos nos fornos, colocamos nos conversores. Faze-

mos aço, fazemos produtos laminados. No final de tudo isso, precisamos de três quilos de aço para comprar um cafezinho no bar. Isso mostra como é dramática a situação da cadeia de suprimentos, da indústria de transformação. Em alguns setores, o valor agregado está no produto final. Na nanotecnologia, é diferente. O momento é diferente. Podemos comparar isso com a eletrônica, quando vimos o desenvolvimento dos *chips*. Na nanotecnologia, vemos muito valor agregado nos produtos intermediários. E o produto final não muda o preço. Então, para promover a competitividade, deve-se manter o preço do produto final. Portanto, no caso da nanotecnologia o valor está nos produtos intermediários. Isso é interessante e é peculiar, neste momento de desenvolvimento da nanotecnologia. Podemos dizer que, no futuro, quando a tecnologia molecular for em escala industrial, quando tivermos essa abordagem de baixo para cima, teremos muitas inovações, produtos completamente novos, tecnologias completamente novas, e aí teremos um panorama diferente. Mas hoje vemos, na cadeia de valor, que a nanotecnologia agrega valor nos produtos intermediários.

Todos os analistas estão prevendo um grande aumento de produtos e serviços de nanotecnologia no mercado e os maiores números estão no valor dos produtos que contêm nanotecnologia. Por exemplo, alguém compra um vaso sanitário que tem um revestimento que não permite sujar. Então, ele nunca suja. Nesse caso, não se compra nada invisível; compram-se produtos cuja inteligência está em uma solução de nanotecnologia, como o vaso sanitário que não suja.

Agora, quero comentar sobre outros pontos. A nanotecnologia não é uma indústria em si, é uma tecnologia subjacente em vários setores. E nosso objetivo não é só dar apoio à pesquisa. Os Art. 163 a 173 do Tratado de Amsterdã<sup>1</sup> dizem que a comissão tem de reforçar a base tecnológica da indústria europeia e, depois, temos de alcançar metas. E as metas não são pesquisa. Nossas metas são as metas políticas da Comunidade Europeia: melhorar a qualidade de vida dos cidadãos, melhorar a competitividade da indústria, ou seja, tornar a Europa mais competitiva, sendo uma sociedade baseada em conhecimento.

O objetivo, então, é desenvolver algo útil e a nanotecnologia é um meio para desenvolver algo útil. No caso da área farmacêutica, temos algumas pessoas que conseguiram maior tempo de vida, a nanotecnologia já permitiu que algumas pessoas vivessem, pessoas que normalmente teriam ido a óbito. Então, precisamos de conhecimento, não sabemos o suficiente. Precisamos também de regulamentação, patentes, financiamento de pequenas e médias empresas, financiamento para

---

<sup>1</sup> (N. Org.). Disponível em: <<http://europa.eu.int/eur-ex/lex/en/treaties/dat/11997D/htm/11997D.html>> .

inovação e falar ao público sobre os riscos da nanotecnologia. Temos de investigar os riscos e avisar a todos sobre os riscos. A Comunidade Européia decidiu propor para a Europa uma pesquisa integrada e responsável. Temos de integrar todos os fatores de sucesso: pesquisa, infra-estrutura, pessoas, porque precisamos de tudo isso para desenvolver tecnologia. É como um automóvel, se você não tiver as rodas, o motor, a carroceria, ele não vai andar. Então, precisamos de todos os elementos para termos sucesso e podermos usar a tecnologia para algo útil. Queremos desenvolver medidas custo/eficiência seguras, normas, padrões. A comissão emitiu dois documentos, que nós chamamos de comunicações, são documentos políticos. Um é um documento sobre a visão, a estratégia da Europa para a nanotecnologia. O outro é um plano de ação. Por que dois? Primeiro, porque precisamos da visão, e ela foi passada para os Estados membros; eles comentaram e recebemos respostas muito positivas. Eu também fiquei contente com isso, é claro. E então, o Conselho Europeu emitiu conclusões também muito positivas e pediu que preparássemos um plano de ação. Então, disseram: “Comissão, ótimo. O que temos de fazer para avançar?” O conselho também disse outra coisa: “Façam um plano de ação, mas desenvolvendo um diálogo internacional sobre um código de conduta, sobre uma estrutura de princípios compartilhados. Com respeito à estratégia, tivemos também uma consulta pública que foi respondida por 750 pessoas. Normalmente, recebemos muita crítica, que o que estamos fazendo é errado, é ruim; ao contrário, recebemos 750 respostas positivas. Cada um insistia em uma coisa: mais pesquisa no meio ambiente, ou esqueçam o meio ambiente e façam pesquisa para a indústria, ou então, façam pesquisa na universidade, e cada um “puxava” para o seu lado. Mas as respostas foram todas positivas. E também do Comitê Social. Não tivemos comentário do Parlamento Europeu porque era época de eleição.

Após essas reações favoráveis, o plano de ação foi preparado e adotado e tudo isso foi comunicado ao Conselho Europeu. A estratégia envolve oito ações e para cada ação temos dois capítulos: o que a comissão vai fazer e o que a comissão pede que os Estados membros façam. Então, alguma coisa pode ser feita na Europa e outras coisas podem ser feitas de forma melhor nas regiões, Estados, nações, comunidades e assim por diante. Entre os oito grupos estão pesquisa, infraestrutura, educação, inovação industrial, todos os gargalos que podem desacelerar o desenvolvimento de uma tecnologia. No passado, a Europa sofreu do que se chamava de “paradoxo europeu”. A Europa era a primeira a introduzir a ciência, mas não tecnologia; nós exportávamos idéias e importávamos tecnologia, por isso nosso povo pagava duas vezes. Os professores de faculdade faziam pesquisa e depois compravam tecnologia de outros países. E isso não é muito inteligente. Então, quais

são os gargalos que temos para podermos produzir novas idéias, novos conhecimentos e, também, gerar tecnologia, empregos e riquezas? Porque a pesquisa gasta dinheiro para criar conhecimento e depois temos inovação industrial, ou seja, usar isso para criar riquezas e gerar empregos. É isso que nós queremos fazer.

Abordando outro ponto, integrando a dimensão da sociedade, cidadãos e suas preocupações. Nós gastamos dinheiro público e temos, então, o dever moral de consultar as pessoas, ver o que elas querem. Eu, por exemplo, tenho de convencer minha mãe que ela tem de pagar impostos da sua pensão para pagar professores, universidades, e ela me pergunta por que. De fato, se eu pude convencer minha mãe, posso convencer qualquer pessoa. E também saúde pública, e regulamentações, nanoentidades, por exemplo, se as leis atuais estão certas para nanotecnologia, e cooperação internacional e coordenação para tudo o que fazemos. Se olharmos a pesquisa rapidamente, teremos os números. Esse programa está aí, inclui os outros países, 20 bilhões de euros estão sendo dedicados e uma parte disso foi para pesquisa em nanotecnologia. O plano de ação para a nanotecnologia não tem dinheiro próprio, mas ele usa dinheiro de outros programas e a integração envolve também outras linhas. Vocês devem entender que a situação é complexa. E é por isso (e não só para nanotecnologia) que inventamos a palavra governança. E governança é isso, estamos em uma situação que não é mais linear. Como fazer algo acontecer em uma situação que não é linear? Essa é a parte difícil. E uma das coisas, especialmente em nosso campo de nanotecnologia, é que temos de considerar tudo ao mesmo tempo e ter uma visão global. Então, como os ecologistas dizem, pensar de forma global, agir de forma local e mudar de forma pessoal. Precisamos dessa visão global e também dessas abordagens integradas. E, para fazer isso, temos de ter todos os atores, todos os que estão interessados ao redor de uma mesa, para alcançar as metas que queremos.

É muito complicado de dizer e muito difícil de fazer. Outros atores, a Comissão Européia, os países membros, universidades, bancos. O Banco de Investimento Europeu, o Fundo de Investimento Europeu e outros esquemas para pequenas e médias empresas. O Centro de Patentes da Europa, o Instituto de Normatização e assim por diante.

Se quiserem saber quanto gastamos nos últimos anos, temos os contratos assinados. Então, não é o que vamos fazer, mas o que já fizemos. São os contratos assinados em 2004 e 2005. Nós passamos de 30 milhões de euros para 45 milhões de euros ao ano, para 370 milhões em 2004, 450 milhões em 2005 e temos também outros contratos, além de novos projetos de pesquisa que estão sendo avaliados. O professor Juergen Altmann vai querer saber o que foi escolhido e são coisas muito interessantes. Eu posso dizer que toda proposta que analisamos sempre passa por

uma revisão ética. Para cada proposta, se não houver questões éticas, tudo bem. Mas quando houver algo que envolve seres humanos ou animais ou a vida em geral, ou privacidade, aí temos uma avaliação dupla: uma avaliação que é a normal, para alocar fundos públicos, e uma avaliação ética, para entendermos se está de acordo com os critérios que a Europa usa com respeito a limites éticos. E, no caso de tecnologias convergentes, quando começamos a “brincar” com neurônios, sinapses e outras coisas, é claro que a questão ética fica muito importante.

Uma visão do que vai acontecer no futuro. O professor Altmann mencionou nanotecnologia molecular e eu mencionei melhoria dos produtos atuais e bens atuais e, cada vez mais, vamos usar matéria. Hoje estamos trabalhando de cima para baixo, ou seja, vamos diminuindo o tamanho. No futuro, vamos trabalhar de baixo para cima, vamos começar com átomos e, aí, criar produtos. Para isso, precisamos de muita pesquisa e, mais uma vez (não estou aqui para falar só do potencial da nanotecnologia), os benefícios em potencial e os benefícios que já alcançamos são impressionantes.

Alguns exemplos e projetos da nossa carteira de projetos: nanotubos, auto-organização da matéria, arquitetura supermolecular, máquinas moleculares e, daqui a 30 anos, nanorobôs, se é que vão existir, porque ainda estão na parte da ficção. Também córneas artificiais e sistemas de esfriamento de *chips*, coisas bem diferentes. Separação e recuperação de componentes e aqui vemos países como França, Suíça, diferentes países coordenando projetos desse tipo. É uma coisa que interessa a todos, esses estudos estão em todos os países, assim como o uso seguro de materiais, toxicologia.

Um dos pontos-chave é que temos de fazer tudo isso antecipadamente. Temos de fazer estudos, entender o que estamos fazendo antes de fazermos. Não é esperarmos que aconteça um problema para depois estudarmos; ao contrário, temos de fazer esses estudos, essas pesquisas, otimizar tudo, alcançar resultados e entender os problemas. Toda tecnologia tem problemas, pode ter problemas, porque não é a tecnologia, é o uso da tecnologia que causa problemas. Isso deve ser entendido desde o início.

Com respeito a segurança e toxicologia, temos alguns projetos em andamento e temos selecionado novos. Aprovamos seis novos projetos, 12 milhões de euros. A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos gastou US\$ 5 milhões por ano, nós aprovamos US\$ 12 milhões em outubro de 2005. Isso além de reuniões e seminários, discutir ou ouvir sobre o que temos de fazer, o que é muito importante também. E fazemos isso regularmente, não com tanta frequência porque não podemos viajar muito, mas de vez em quando. E vemos as necessidades de pesquisa, desenvolvimento de instrumentos. Não sabemos, não temos instrumentos sufici-

entes para mensurar nanopartículas. Sabemos que aqui, neste local do seminário, temos 20 mil nanopartículas por centímetro quadrado; na praia, 50 mil; na floresta, 100 mil nanopartículas. E sabemos que as nanopartículas são diferentes em seu potencial toxicológico. Por exemplo, se são sólidas ou líquidas, solúveis ou insolúveis, são diferentes. É claro, temos de estudar o risco e estudar o risco significa estudar o perigo e a exposição. Se eu sei que, por exemplo, a luminária não está bem fixa e há o perigo, a possibilidade de a luminária cair, se eu não estiver debaixo da luminária, meu risco é zero. Se eu estiver sob a luminária, o risco existe. Se no primeiro andar houver gente dançando, o risco é mais alto. É isso o que temos de compreender. Hoje, não há evidência de que o que fazemos seja perigoso, da forma como estamos fazendo. Temos evidência toxicológica de que nanopartículas podem penetrar no corpo, fazer isso e aquilo, mas em condições que, hoje, não são realísticas. Então, no momento, a primeira mensagem é que sabemos que não sabemos o suficiente, mas sabemos que aquilo que sabemos nos diz que a situação é encorajadora e não estamos fazendo nada errado. Não significa que temos de desacelerar. Temos de saber mais e mais.

Com respeito aos riscos, eles devem ser estudados, mensurados e comunicados de forma pontual, para que as pessoas aceitem ou não aceitem. Não sou sociólogo, sou químico, mas compreendo que as pessoas aceitam o risco quando há um benefício importante. Por exemplo, 10% de risco se houver 90% de possibilidade de uma grande melhoria. Só que isso deve ser dito, deve ser transparente, deve ser discutido. É importante que isso seja também colocado, para que tenhamos um debate público. Vocês podem ir para a internet a partir do dia 25 de outubro de 2005, vamos ter um *press-release* sobre a opinião da Comissão Européia para novos riscos e riscos emergentes. É uma opinião que estará na internet e haverá uma consulta pública durante três meses. Isto é de outra diretoria, a diretoria de Saúde e Proteção ao Consumidor, não é da minha área. Agora, indo para a minha área, além de coordenar o que é feito na comissão, eu cuido da parte de pesquisa, como já disse. Temos um novo programa de pesquisa, o número é sete. São verbas dadas por alguns anos e temos a nanotecnologia e nanociências como prioridades. A comissão propôs um aumento muito grande no orçamento, 70 bilhões de euros no total. Os Estados membros já disseram que nunca vamos receber tanto dinheiro. Mas haverá mais pesquisas sendo feitas na Europa em nanociências e nanotecnologia, e vão receber verbas no futuro. Essa é a mensagem.

Eu acho que, com isso, posso concluir. Só quero dizer, de novo, que não fazemos apenas pesquisa conjunta restrita à UE. Abrimos as nossas pesquisas para quase todos os países do mundo, exceto com alguns países onde temos problemas políticos. Então, todos no Brasil podem realmente fazer pesquisa conjunta. Não só po-

dem trabalhar junto, mas também podem receber verbas. Se tiverem interesse, podem também ter verbas, podem ir ao Programa Marie Curie, se você é pesquisador pode acessar. E temos também estágio de cinco meses em nossos escritórios, brasileiros podem também fazer estágio e ver como trabalhamos. Somos abertos, não somos fechados. E temos pouquíssimos brasileiros trabalhando em nossos projetos. Portanto, minha proposta é realmente motivarmos reuniões de pesquisadores brasileiros e europeus. De 10 a 14 de outubro de 2005, foi feita uma avaliação disso e algo bom vai acontecer. Porque algumas das propostas envolvem a América Latina e tiveram notas muito favoráveis, e isso é importante porque meu trabalho é abrir a estrutura. Há autoridades que disponibilizam a verba; depois, é importante que alguém faça a ponte e esse é o meu trabalho, os interessados têm de saber quem querem conhecer, com quem vão ter a interface na Europa e no resto do mundo, para que haja um trabalho conjunto.

A nanotecnologia poderá ser usada não só para matar pessoas e fazer coisas ruins, mas também para atender às metas da Declaração do Milênio. Temos projetos agora para câncer e Aids, temos tratamento de água, sabemos que a maior parte das doenças vem por causa da água, e hoje não conseguimos limpar a água. Seria ridículo se não fosse dramático. A energia, a produção local de energia, fotossíntese e artificial, são coisas que podemos fazer e, por exemplo, se temos água nós sabemos que temos energia. Eu não quero entrar em outras áreas. Um dos pontos mencionados em nível internacional, a Comissão Européia propôs um código de conduta, e isso pode ser encontrado em todos os artigos; eu estou trabalhando pessoalmente nisso.

Gostaria de agradecer a todos, à professora Magda Zanoni, ao professor Paulo Roberto Martins. Muito obrigado por seu convite a este seminário.



# Inter-relações fundamentais para o desenvolvimento sustentável

Sônia Maria Dalcomuni

## Introdução

Evoluções recentes nas áreas de nanotecnologia, biotecnologia de terceira geração e tecnologias de informação, com ênfase para o conhecimento e a cognição, vêm conformando, em nossa visão, a emergência de um novo “paradigma tecnológico”. Em grande medida, tais transformações vêm sendo também influenciadas pelo que se vem denominando de “paradigma da sustentabilidade”, significando o desafio de harmonização do desenvolvimento socioeconômico com a preservação e recuperação do meio ambiente natural e o desenvolvimento humano em sentido amplo. Nesse contexto, pretendo abordar os principais desafios apresentados às ciências econômicas para fazer face às necessidades de desenvolvimento de abordagens analíticas e de instrumentos e intervenção econômica para impulsionar os processos de inovação para o desenvolvimento sustentável em sua acepção ampla, qual seja: ampliação da riqueza material com equidade social, distribuição espacial das atividades humanas em harmonia com o meio ambiente natural, fundamentalmente numa perspectiva política e culturalmente democrática. Assim, as inovações nanotecnológicas, centrais no paradigma emergente, em isolado ou em conjunção com inovações biotecnológicas e tecnologias de informação, requerem novos princípios norteadores de seu desenvolvimento de modo a permitir de fato evoluções positivas à humanidade. Penso que o desenvolvimento sustentável, entendido nessa acepção ampla, pode contribuir para a construção de uma nova ética para o desenvolvimento da sociedade contemporânea, o que exige mudanças culturais significativas e urgentes no entendimento dos papéis da ciência, tecnologia e economia nesse desenvolvimento. A definição de princípios gerais direcionadores para o desenvolvimento do novo paradigma é a única forma de otimizar suas potencialidades e evitar possíveis e muito prováveis efeitos nocivos, nos mais diversos aspectos, às sociedades contemporânea e futura.

## O desafio da sustentabilidade do desenvolvimento

A literatura internacional identifica quatro períodos diferenciados de “ondas de conscientização ambiental” e suas respectivas inter-relações com a economia<sup>1</sup> :

---

<sup>1</sup> DALCOMUNI, S. M. *Dynamic capabilities for cleaner production innovation: the case of the market pulp export industry in Brazil*. Tese (PhD em Economia da Inovação e Meio Ambiente) – Universidade de Sussex, Sussex, Reino Unido, 1997. Cap 2; 8.

a) período pré-1960 – Nesse período, observava-se pouca ou nenhuma inter-relação entre questões ambientais e econômicas. A ciência econômica concentrava-se, então, nas questões de crescimento, com a geração de emprego e renda dominando as preocupações acadêmicas e governamentais. Parecia funcionar como se vigorando um “pacto social tácito” segundo o qual os impactos ambientais eram considerados um preço que a sociedade estava disposta a pagar pelo progresso material. Este último, por sua vez, parecia ser ilimitado. O jargão que melhor caracterizaria esse período poderia ser o que segue: “a maior poluição é a pobreza”.

b) período de 1960 a final dos anos 1970 – A revolução cultural estadunidense dos anos 1960, com o movimento *hippie*, fez emergir questionamentos ao padrão de industrialização e ao “consumismo” estadunidense, propiciado por quase cinco décadas de vertiginoso e ininterrupto processo de crescimento econômico nos Estados Unidos, o qual em verdade vivenciou um interregno de apenas cerca de três anos à época do *crack* da bolsa de Nova York, em 1929. A intensidade do uso dos recursos naturais e os efeitos poluentes da produção e consumo foram focos de questionamentos.

A chegada do homem à Lua adicionou ingredientes culturais a tais questionamentos, ao ressaltar as limitações e finitude dos recursos naturais, a exemplo do salientado no clássico artigo de K. Boulding<sup>2</sup> “The economics of the coming spaceship Earth”, escrito em 1969 e no qual o autor faz uma analogia entre o planeta Terra e uma espaçonave, em alusão à limitação de recursos vivenciada pelos astronautas no interior da Apolo 11, nave que os levou à Lua.

A política internacional dos Estados Unidos, cujo epicentro consubstanciava-se na guerra do Vietnã, ceifando milhares de vidas entre os jovens estadunidenses, também adicionava ingredientes à onda de protestos e movimentos sociais por “paz e amor”. Nesse período, entretanto, as manifestações ambientais apresentavam-se como protestos de grupos “alternativos”, sem maiores influências na academia e nas políticas públicas dos diversos países.

Em linhas gerais, sem o intuito de estabelecer descrições caricaturais, pode-se afirmar que, para as “visões de direita”, os questionamentos ambientais eram feitos por segmentos da sociedade despreparados e não-comprometidos com a geração de emprego e renda, “verdadeira base do bem-estar social”. Nas “visões de esquerda”, os movimentos ambientalistas eram igualmente rejeitados por serem entendidos como reações pequeno-burguesas que desviavam a atenção da “verdadeira questão social”, qual seja a exploração do homem pelo homem e sua

---

<sup>2</sup> Apud DALCOMUNI, 1997.

necessária superação pela destruição do capitalismo e conseqüente construção de uma sociedade socialista. Tais pressões ambientais, entretanto, ao progressivamente atingirem segmentos das classes médias estadunidenses, resultaram em pressões eleitorais, exigindo daquele Estado a criação de um órgão de regulação ambiental, a Environmental Protection Agency (EPA), e crescente implementação de regulação ambiental das atividades industriais, fenômeno, em grande medida, circunscrito apenas aos Estados Unidos.

Entretanto, gradativamente os protestos por conscientização ambiental entraram a academia, atingindo seu ponto máximo de influência quando, em 1972, na Conferência de Estocolmo, na Suécia, uma equipe de cientistas do Massachusetts Institute of Technology (MIT) publicou o relatório *Limites ao crescimento*<sup>3</sup>.

Nesse relatório, por meio de sofisticados modelos quantitativos, argumentava-se que, se o padrão e o ritmo do crescimento econômico vivenciados pelos Estados Unidos no período de 1920 a 1972 fosse generalizado para o restante do planeta, o crescimento econômico seria inviabilizado pela insuficiência de disponibilidade de recursos naturais para insumos e pela incapacidade do meio ambiente natural em absorver os impactos poluentes desta produção e consumo ampliados. A partir de então, acirrou-se o antagonismo político entre crescimento econômico e ambientalismo, internacionalizando-se esse debate e inserindo-se de forma expressiva esta questão nas agendas acadêmicas e governamentais dos países do Hemisfério Norte, em especial. Esse período poderia ser caracterizado pela defesa da tese radical do “crescimento zero”.

c) período final dos anos 1970 a meados dos anos 1980 – As abruptas elevações dos preços do petróleo, em 1974 e 1979 (choques do petróleo), fizeram recuar as pressões ambientais, e, em conseqüência da desaceleração econômica observada especialmente em países da Europa e América do Norte, fruto dos ajustamentos para fazer face aos novos custos da matriz energética centrada no petróleo naqueles países, as preocupações com a geração de emprego e renda voltaram a ser as preocupações de destaque internacionalmente.

No início dos anos 1980, com vistas a equacionar o remanescente e crônico antagonismo entre crescimento econômico e meio ambiente, a Organização das Nações Unidas (ONU) constituiu a comissão Brundtland, coordenada pela primeira-ministra da Noruega, Gro Brundtland, com a função de realizar um estudo global buscando-se a conciliação entre crescimento e meio ambiente.

---

<sup>3</sup> MEADOWS et al. *apud* DALCOMUNI, 1997.

d) período de meados dos anos 1980 aos dias atuais – Superada a crise do petróleo, a retomada do crescimento econômico no Hemisfério Norte vem acompanhada pelo rico processo de transformações políticas e institucionais consubstanciados nas estratégias de integração européia. Estimulada, ainda, pela incidência de vários acidentes ecológicos de impacto e repercussão internacionais – a exemplo de Bopal, na Índia, e Chernobyl, na União Soviética –, além da emergência de preocupações ambientais globais como o efeito estufa e mudanças climáticas, chuva ácida, dentre outras, reaviva-se a conscientização ambiental. Desta feita, a referência geográfica das pressões ambientais, que nos anos 1960 situava-se nos Estados Unidos, desloca-se para a Europa.

Em 1987, o relatório *Nosso futuro comum*, da Comissão Brundtland, é publicado e, na busca de conciliar o crescimento econômico com a conservação ambiental, oficializa o conceito de desenvolvimento sustentável: “Desenvolvimento que permite à geração presente satisfazer as suas necessidades sem comprometer que as gerações futuras satisfaçam suas próprias necessidades”<sup>4</sup>.

### **Do frágil conceito de desenvolvimento sustentável ao paradigma da sustentabilidade**

À época de sua publicação, pode-se argumentar que o conceito de “desenvolvimento sustentável” suscitou muito mais críticas do que aceitação. Criticado enquanto um conceito vago e ambíguo, não parecia, então, que tal concepção poderia vir a exercer influência relevante nos valores e ações da sociedade como vem fazendo até a atualidade. Em princípio, desenvolvimento sustentável significava um alerta quanto à possibilidade de exaustão dos recursos naturais e uma cobrança de responsabilidade intergerações no uso destes recursos. Ou seja, significava a exigência de incorporação da dimensão do meio ambiente natural aos conceitos e implementação do desenvolvimento econômico. Nesse sentido, desenvolvimento sustentável passa a se firmar sobre três pilares básicos: suas dimensões econômica, social e ambiental.

Passadas duas décadas destas formulações iniciais, viu-se ampliado o conceito de desenvolvimento sustentável de forma substantiva, bem como observa-se sua crescente influência nas mais diversas áreas de atividades e valores econômicos e sociais. Desenvolvimento sustentável passa, então, a ser focado em cinco dimensões fundamentais, resgatando-se em grande medida contribuições teóri-

---

<sup>4</sup> COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. *Nosso futuro comum*. Rio de Janeiro: FGV, 1987, *apud* DALCOMUNI, 1997, p. 20.

cas já desenvolvidas desde os anos 1970, quais sejam as dimensões econômica, social, ambiental, político-cultural e geográfico-espacial<sup>5</sup>.

a) Dimensão econômica – base do desenvolvimento, significa a ampliação dos bens e serviços produzidos pela sociedade para uma população que cresce e sofisticada suas necessidades;

b) Dimensão social – distribuição equitativa dessa produção ampliada, significa o acesso social à riqueza material produzida;

c) Dimensão ambiental – Significa a busca do desenvolvimento econômico em harmonia com o meio ambiente natural, entendido este não apenas como fonte de recursos naturais enquanto insumos, mas principalmente como patrimônio natural, ou seja, algo cujo valor deve não apenas ser mantido, mas, se possível, melhorado.

Essa última dimensão cria importante espaço para reflexões e ações, não apenas com o intuito de mitigação dos impactos ambientais das atividades humanas, mas também o resgate de passivos ambientais como a recuperação da qualidade do ar, de mananciais hídricos, de fauna e flora degradadas, enfim, o cuidado e o uso da natureza como fonte de qualidade de vida.

Num primeiro momento, portanto, ênfase e preocupações concentravam-se nos riscos de exaustão dos recursos naturais enquanto insumos produtivos. Tratava-se, pois, do enfoque na ecoeficiência, na exploração racional dos recursos naturais, ou o que denominamos de desenvolvimento sustentável em sentido estrito. Na atualidade, avança-se para uma percepção da natureza enquanto patrimônio. O mais importante a ressaltar quanto a essa dimensão é o fundamental desafio de generalização desse valor basilar de toda a concepção contemporânea de desenvolvimento sustentável, o que significa uma drástica mudança cultural de nossa sociedade antropocêntrica, avalizada para utilizar toda e qualquer forma a natureza enquanto estoque de recursos, para outra concepção diametralmente oposta na qual o ser humano, em todas as suas dimensões, é apenas mais um elemento integrante da natureza e que em sua preservação e melhoria residem as bases de nossa qualidade de vida.

Nesses termos, pode-se fundamentar um dos principais pilares de uma nova ética de desenvolvimento para a humanidade:

a) Dimensão geográfico-espacial – significa a percepção e o desafio de harmonização da distribuição espacial das atividades humanas, produtivas ou não, as quais impactam de forma decisiva a sustentabilidade do desenvolvimento.

---

<sup>5</sup> SACHS, 1974, *apud* DALCOMUNI, 1997.

b) Dimensão político-cultural – Significa a participação democrática nas decisões de produção e acesso à riqueza material produzida, num contexto de respeito à diversidade étnico-cultural existente na sociedade. Esse parece constituir-se no segundo principal desafio para a generalização da sustentabilidade do desenvolvimento e complemento fundamental dos princípios da nova ética do desenvolvimento acima preconizada. Assim, por progressivamente espriar-se em termos globais, influenciando as mais diversas áreas do pensamento e das atividades econômicas e sociais, esse processo de evolução conceitual permite a perspectiva de que, na defesa em torno da persecução do desenvolvimento sustentável na acepção ampla aqui proposta, pode-se assentar a construção social de uma nova ética para o desenvolvimento da humanidade, representando talvez uma nova utopia a ser perseguida.

### **Desafios do paradigma da sustentabilidade à economia**

Sempre houve na história do pensamento econômico autores que, de alguma forma, inter-relacionaram economia e natureza. Porém, tais iniciativas mostraram-se esparsas, incapazes de se estabelecerem como pontos de partida para desenvolvimentos teóricos sistemáticos e integrados nessa área.

Assim, já no século XIX os fisiocratas franceses adotavam uma analogia a um organismo vivo para descrever a estrutura e o funcionamento do sistema econômico, com os agentes econômicos sendo representados pelos órgãos e os fluxos produtivos pela corrente sanguínea, oxigenando e alimentando todo o sistema.

Entre os economistas clássicos, David Ricardo celebrou sua teoria da renda da terra, segundo a qual o contínuo processo de integração de terras progressivamente menos férteis e mais distantes necessárias ao crescimento da produção tendia a elevar a renda da terra e a comprimir, no longo prazo, as taxas de lucro no sistema.

Malthus, por sua vez, teorizou sobre as limitações à continuidade de provimento de alimentos a uma produção e população crescentes numa perspectiva que se assemelha, mantendo-se as devidas proporções, à do relatório *Limites ao crescimento*, publicado em 1972 pelo MIT.

Karl Marx, que também desenvolveu uma teoria da renda da terra, complexa, deixou como principal legado a concepção de que o capitalismo transforma tudo em mercadoria, sintetizada na idéia de “subsunção da natureza ao capital”. Se em linhas gerais há verdade nas prospecções marxistas, evidente também o é que a grande maior parte dos problemas ambientais não decorre de sua transformação em mercadoria. Para a maior parte deles, só agora se buscam desenvolvimentos similares à organização de mercados, a exemplo dos mecanismos financeiros no

âmbito do mercado de carbono. Adicionalmente, a degradação ambiental também não se tem manifestado como problema exclusivo das sociedades capitalistas, conforme observável na crise ambiental também presente nas experiências do socialismo real, vide poluição na cidade de Pequim, por exemplo. Tal fato denota que a equação de um desenvolvimento econômico-social e humano qualitativamente melhor às experiências contemporâneas requer posturas e buscas de soluções diferentes e mais complexas que as até agora testadas.

Em 1920, atendendo à demanda específica do governo dos Estados Unidos para o desenvolvimento de mecanismos de intervenção estatal visando à mitigação de efeitos negativos de atividades produtivas, o economista Arthur Pigou teorizou que as atividades econômicas podem gerar efeitos ambientalmente negativos a terceiros. Ou seja, segundo Pigou, os custos marginais individuais (CMg individuais) podem ser diferentes dos custos marginais sociais (CMg sociais), configurando a existência de externalidades ambientais negativas, diferencial este que o mercado falha em solucionar. Assim, para Pigou cabe ao Estado a correção dessa falha de mercado, desenvolvendo mecanismos de internalização das externalidades negativas nos custos das atividades produtivas individuais.

Apenas décadas mais tarde, sob as pressões e desafios suscitados pela conscientização ambiental, é que as idéias de Pigou foram revisitadas, tornando-se, a partir dos anos 1980, referência para a emergente área do conhecimento da Economia da Poluição.

Em 1931, o economista americano Harold Hotelling escreveu o clássico artigo “The economics of the exhaustible resources”, no qual elaborou o argumento central de que deve haver responsabilidade de uma geração para com as gerações subsequentes quanto ao uso dos recursos naturais que são exauríveis, a partir do que propõe métodos de cálculo para determinar o uso ótimo dos recursos naturais, considerando-se o período de tempo necessário à sua renovação. Décadas depois, Hotelling torna-se referência para o desenvolvimento da emergente área do conhecimento da Economia dos Recursos Naturais. A Comissão Brundtland também resgata de Hotelling a idéia de responsabilidade intergeracional na formulação do conceito de desenvolvimento sustentável publicado em 1987. Kenneth Boulding, já referido anteriormente, é o outro principal autor resgatado na literatura sobre economia do meio ambiente em desenvolvimento nas últimas décadas.

É, pois, a partir dos anos 1990 que de fato começam a convergir esforços mais sistemáticos para o desenvolvimento da área do conhecimento da Economia do Meio Ambiente, constituída em linhas gerais em duas subdivisões principais: economia dos recursos naturais e economia da poluição. Os desdobramentos em agendas de pesquisa, reflexões teóricas e busca de instrumentos de intervenção espri-

am-se progressivamente para todas as áreas de investigação e de intervenção em Economia: macroeconomia, microeconomia, economia internacional, economia da inovação, economia do bem-estar, economia institucionalista, dentre outras, exigindo atualizações e adaptações curriculares na formação e atuação profissional em Economia, numa perspectiva de desenvolvimento sustentável.

De forma diferenciada, a questão ambiental está hoje internacionalizada e faz parte das agendas envolvendo estudos e tomadas de decisão nos âmbitos acadêmico, privado, público e está presente nas publicações e ações das mais diferentes inspirações ideológicas.

### **Integrando a natureza na função agregada de produção**

Interessante contribuição teórica para a integração da concepção de desenvolvimento sustentável na função agregada de produção foi desenvolvida por Binswanger<sup>6</sup>, como segue:

Tradicionalmente, o Produto Nacional Bruto sempre foi entendido como o resultado da combinação de capital (K) e trabalho (L), ou seja:  $Y = f(L, K)$

Em 1987, Robert Solow, economista e professor do MIT, foi laureado com o prêmio Nobel em Economia pelo seu pioneirismo em novas teorias do desenvolvimento econômico. A conclusão central de seus trabalhos era a de que a mudança tecnológica é muito mais importante para o crescimento econômico do que os investimentos em capital financeiro e, em suas palavras, era a exemplos como o Vale do Silício que ele se referia. Assim, segundo esse autor, o simples aprendizado nas universidades em pesquisa básica e aplicada foi de alguma forma mais importante para o desenvolvimento industrial estadunidense do que todo o capital financeiro jamais investido por Wall Street na economia dos Estados Unidos.

Solow argumentou, pois, que capital e trabalho não explicavam a totalidade do processo de desenvolvimento econômico e que a parcela não explicada era resultante da mudança técnica (A) introduzida no sistema produtivo. Mudança técnica é, então, conceituada como melhorias tecnológicas, melhoria de processos gerenciais, nos fluxos de informação, na educação e treinamento da força de trabalho, reescrevendo assim a função agregada de produção:  $Y = f(K, L, A)$

Apesar do avanço de Solow para uma discussão integrada entre economia e desenvolvimento tecnológico, por meio da ampliação da função de produção, a

---

<sup>6</sup> BINSWANGER, H. C. Fazendo a sustentabilidade funcionar. In: CAVALCANTI, C. (Org.). *Meio ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas* 4. ed. São Paulo: Cortez; Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 2002. Cap. 2.



contribuição da natureza para o desenvolvimento permanecia excluída da equação, contemplada apenas parcialmente em sua função de fonte de recursos naturais, contabilizados como elementos de capital (insumos produtivos).

A concepção de desenvolvimento sustentável amplia as funções da natureza, de fonte de insumos para também – e talvez o mais importante – fonte de qualidade de vida, as quais, em conjunto, compõem a riqueza da sociedade. Assim, a riqueza social ( $g$ ) é composta pelo produto nacional ( $Y$ ) e pela qualidade do meio ambiente ( $E$ ):  $g = (Y, E)$

Ressalte-se, ainda, que tanto na função de fonte de recursos quanto na função de qualidade de vida muitos são os processos naturais não-mediados pelo mercado, isto é, que não foram subsumidos pelo capital conforme preconizara Marx.

Deriva desse raciocínio que, portanto, estão subestimadas as funções agregadas de produção em uso, propondo Binswanger sua reformulação, conforme explicitado a seguir:  $g(Y, E) = f(K, L, N, A)$

Ou seja, a riqueza social (produto nacional mais a qualidade do meio ambiente) é uma função da combinação do capital, do trabalho, da natureza e da mudança técnica que compõem a sua produção.

Essa equação ampliada, ao apresentar a qualidade do meio ambiente como parte da riqueza social, contribui para a visão da natureza enquanto patrimônio, e do ser humano como ator mais complexo do que apenas um agente econômico produtor ou consumidor de bens e serviços mediados pelas relações de produção e pelo mercado.

### **O caráter sistêmico do desenvolvimento tecnológico contemporâneo**

No Primeiro Seminário Internacional de Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente, norteamos nossos argumentos e a busca de contribuição ao debate integrado “inovações nanotecnológicas *versus* economia *versus* meio ambiente” em torno da pergunta: “Enquanto sociedades brasileira e mundial, estamos preparados para a emergência, em curso, do novo paradigma pautado no desenvolvimento integrado nas áreas de nanotecnologia, biotecnologia e tecnologias de informação?”

As ricas discussões daquele encontro explicitaram que a resposta àquela inquietante questão é que nem a sociedade mundial e ainda menos a sociedade brasileira estão preparadas para uma participação ativa e para o direcionamento desses desenvolvimentos tecnológicos, que já estão impactando de forma profunda (ora contribuindo para soluções, ora inquietando quanto à amplificação de possíveis efeitos nocivos), tanto no que se refere à reflexão acadêmica quanto, e principalmente, pelo enfrentamento dos desafios institucionais de diversos “matizes”

que influenciam e influenciarão o cotidiano em nossa sociedade. Para este Segundo Seminário Internacional da Renanossoma, propomos a seguinte questão: como nos prepararmos, enquanto sociedade, de forma a gerarmos o máximo possível de resultados socialmente positivos e ao mesmo tempo prever, reduzir ao máximo ou eliminar os efeitos nocivos do novo paradigma para o desenvolvimento atual e futuro da humanidade e, em especial, do Brasil?

Na busca de respostas a essa questão, as reflexões e argumentos que aqui apresentamos assentam-se fundamentalmente na necessidade urgente de uma “definição social” de princípios abrangentes e norteadores da evolução tecnológica, econômica e institucional pela sociedade contemporânea. Isto requer drásticas e urgentes mudanças nos entendimentos e ações que vêm historicamente norteando o desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia, em termos de atores ou agentes e de funções econômicas e sociais. Faz-se necessária a construção de uma nova ética para o desenvolvimento. Reiteramos que defendemos aqui a possibilidade de fazê-lo a partir da busca de generalização dos valores contidos na idéia de desenvolvimento sustentável na acepção ampla já evidenciada anteriormente, por entendermos que, apesar de polêmico, por ser já mais conhecida e parcialmente aceita em vários segmentos da sociedade, facilita a construção do complexo diálogo necessário à objetivada participação social nos rumos das nanotecnologias, mais do que sua substituição por outros conceitos menos conhecidos e igualmente polêmicos. Retornaremos a essa questão mais adiante, tornando-se primeiramente necessário explicitar, a partir de uma perspectiva de economista, as inter-relações fundamentais entre desenvolvimento tecnológico, ciência, inovação e economia para o desenvolvimento sustentável.

Em decorrência da complexidade dessas questões, optou-se por refletir sobre elas aos poucos, interligando primeiramente as vertentes: ciência, tecnologia, inovação e economia, retomando a base teórica utilizada no primeiro seminário da Renanossoma, qual seja o enfoque da economia da inovação numa perspectiva evolucionista. Posteriormente, buscar-se-á incluir nessas interligações o desenvolvimento sustentável em sua acepção restrita (ou seja, da ecoeficiência no uso dos recursos naturais) e, finalmente, avançar nas proposições do desenvolvimento sustentável em acepção ampla como pilar para a busca de uma nova ética para o desenvolvimento humano em geral.

### **Ciência, tecnologia, inovação e economia**

Considerando desnecessária a “reinvenção da roda” quanto a essa discussão, o texto que segue reproduz reflexões explicitadas pelo economista inglês

Cristopher Freeman e o economista holandês Luc Soete<sup>7</sup>, reeditadas em 1997, porém já adiantadas em 1974 por Freeman, o que dava a errônea impressão entre alguns de nós, profissionais da área de economia da inovação, de já se tratar de entendimento generalizado e superado há décadas sobre as inter-relações-chave entre ciência, tecnologia e inovação (C, T & I). Especialmente nas discussões sobre nanotecnologia do primeiro seminário, percebeu-se que remanescem entendimentos muito diversos nas diversas áreas envolvidas.

Embora para alguns autores, mesmo no século XIX, as relações entre ciência e tecnologia fossem bem maiores do que normalmente registra a literatura<sup>8</sup>, aquele século ficou conhecido como o período da combinação entre invenção e empreendedorismo. Exemplos daquela época são nomes como Eli Whitney – que era ferreiro, fabricante de pregos, inventor de máquinas-ferramentas para a indústria têxtil e inovador –, homens relativamente comuns entre os inventores nas sociedades britânica e estadunidense, aos quais é creditada grande parte do sucesso da Revolução Industrial inglesa, por exemplo.

No século XX, vivenciou-se a transição da era dos “grandes individualistas” para a profissionalização de equipes e departamentos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e a necessidade de interações entre cientistas em universidades ou laboratórios com inventores e empreendedores. Em muitos casos, programas especiais de guerra propiciaram financiamentos governamentais para o trabalho integrado de destacados cientistas de universidades para desenvolver tecnologias que não poderiam ser desenvolvidas sem bases em princípios teóricos complexos. Assim, tecnologias como a bomba atômica e o radar, dentre tantas outras que dependem de conhecimentos científicos como química macromolecular, química física e eletrônica, jamais teriam como serem desenvolvidas apenas por intermédio da observação casual, da habilidade artesanal ou por tentativa e erro em adaptações de tecnologias pré-existentes.

O mesmo ocorre hoje com as tecnologias que estão servindo de base para a emergência do novo paradigma tecnológico: nanotecnologias, biotecnologias e tecnologias de informação e comunicação. Considera-se, pois, desnecessário repetir aqui os inúmeros exemplos que ilustram a base científica da grande maior parte das inovações na atualidade. Porém, se por um lado é consenso o entrelaçamento fundamental entre ciência e inovações tecnológicas, o mesmo não se pode

---

<sup>7</sup> FREEMAN, C.; SOETE, L. *The economics of industrial innovation*. 3. ed. Londres: Pinter, 1997. Introdução; cap. 8; 18.

<sup>8</sup> JEWKES et al., 1958, *apud* FREEMAN; SOETE, 1997.

dizer sobre os diversos entendimentos quanto ao papel da ciência e criatividade e das demandas da economia e sucesso mercadológico das inovações, o que gera desencontros e dificuldades de comunicação entre os cientistas em algumas áreas envolvidas com nanotecnologia, por um lado, e tecnólogos, engenheiros e economistas, por outro, com implicações diretas no sucesso da elaboração e implementação de políticas públicas de C&T pelo setor público e na implementação de estratégias empresariais pelos agentes econômicos.

Relembrando Schmookler<sup>9</sup>, inovação é essencialmente uma atividade de dois lados, comparados às lâminas de uma tesoura. Por um lado, inovação envolve o reconhecimento de uma necessidade ou, mais especificamente, utilizando-se os conceitos em economia, um mercado para um produto ou um processo. Por outro lado, inovação envolve conhecimento tecnológico, o qual pode estar disponível de forma generalizada, mas freqüentemente também inclui novos conhecimentos científicos e tecnológicos, o resultado de uma pesquisa original.

Na literatura sobre inovação há tentativas de construir uma teoria predominantemente em uma ou outra das “lâminas da tesoura”:

a) alguns cientistas têm enfatizado o elemento da pesquisa original ou da invenção e negligenciado ou subestimado o mercado (teoria da inovação *science push*);

b) economistas têm freqüentemente enfatizado o lado da demanda com a máxima: “a necessidade é a mãe de todas as invenções” (teoria da inovação *demand pull*);

Durante as décadas de 1970 e 1980, desenvolveu-se um longo debate relatando-se inúmeros exemplos isolados de inovações que podem ser usadas para dar suporte a uma ou outra dessas teorias, os quais não é do nosso interesse aqui reproduzir. Como desfecho desse debate, pareceu-se chegar ao consenso de que tais teorias, ao invés de excludentes, são em verdade complementares. Assim, concluiu-se que, embora haja situações nas quais uma ou outra teoria pode aparentemente predominar, qualquer teoria da inovação satisfatória necessariamente tem de considerar simultânea e complementarmente as abordagens *technology push* e *demand pull*.

Saliente-se, ainda, que, pelos economistas, inovação tecnológica é definida como a primeira aplicação comercial ou produção de um novo processo ou produto; conseqüentemente, nessa interpretação o papel do empreendedor é crucial para fazer a ligação entre as novas idéias (as invenções) e o mercado. Esse em-

---

<sup>9</sup> SCHMOOKLER, 1966, *apud* FREEMAN; SOETE, 1997.

preendedor pode ser uma empresa, uma cooperativa, um produtor familiar rural, enfim, aquele que faz com que haja a produção e a venda ou uso comercial. No extremo oposto, pode haver casos em que uma nova descoberta científica automaticamente comande um mercado, sem adaptações ou aperfeiçoamentos posteriores. Entretanto, a grande maioria das inovações situa-se entre esses dois extremos e envolve alguma combinação criativa de novas possibilidades técnicas. Assim, “a necessidade pode ser a mãe da invenção, porém a procriação ainda requer um pai”<sup>10</sup>.

Seguindo essa linha de raciocínio, pode-se argumentar que inovações focadas em apenas um desses lados (ciência ou mercado) têm muito menos possibilidades de tornarem-se bem-sucedidas. Os cientistas-inventores ou engenheiros que negligenciam os requisitos específicos de mercados potenciais ou de custos de seus produtos em relação ao mercado tenderão a falhar como inovadores (EMI e AEI em computadores e muitas firmas britânicas em radares).

Por outro lado, empreendedores ou inventores que não têm a competência científica necessária para desenvolver de forma satisfatória seus produtos ou processos falharão como inovadores, apesar de dotados de ótima percepção de mercado e de potencial de venda.

Adicione-se a isso o fato de que o insucesso das firmas ou outros agentes em seus esforços em inovação advém tanto de incertezas técnicas inerentes às inovações quanto à possibilidade de julgamentos equivocados quanto aos mercados e à concorrência futuros, mesmo porque tecnologias e mercados estão continuamente mudando.

Inovação é, pois, um processo sistêmico que exige a combinação, em primeiro lugar, de gente criativa com interações econômicas e institucionais que lhe permitam o sucesso mercadológico e, portanto, sua aceitação social é empreitada cada vez mais difícil de ser efetuada por atores sociais isolados, em decorrência da constante mutação de tecnologias e mercados exigindo conhecimentos, habilidades e institucionalidades cada vez mais diversificadas e complexas em conteúdo e abrangentes em termos geográficos.

Inovação não é apenas um processo sistêmico e social por envolver agentes econômicos, setor público e indivíduos, mas também é historicamente dada, na medida em que as instituições e a cultura (os valores) vigente em cada época e lugar “sancionam” ou viabilizam seleções específicas quanto ao ritmo e direcionamento do progresso técnico.

---

<sup>10</sup> FREEMAN; SOETE, 1997, p. 201.

O que significa integrar o desenvolvimento sustentável em sentido estrito nas interações C, T, I e economia até aqui desenvolvidas?

O uso da ciência e da tecnologia para o atingimento de metas ambientais constituem um novo foco para a política de CT & I. Políticas de inovação podem buscar, então, desempenhar um papel fundamental aos desafios de mudança de padrões de produção e de consumo. Freeman e Soete ressaltam, ainda, fatores adicionais de por que o foco em questões ambientais é uma forma útil de ressaltar os desafios que emergem da mudança técnica e da inovação, quais sejam:

a) desenvolvimento ambientalmente sustentável é tipicamente um objetivo de política pública de longo prazo, requerendo talvez mais 30 ou 40 anos para se generalizar;

b) a complexidade do tema requer abordagem sistêmica, envolvendo uma miríade de tipos de políticas, atores econômicos e mudanças nas instituições econômicas, sociais e culturais existentes;

c) uma razão final e de peculiar interesse em tecnologias ambientais e em desenvolvimento sustentável é a íntima relação entre interesses públicos e privados. O objetivo do desenvolvimento sustentável é primeiramente um objetivo público; porém, ele não pode ser atingido sem que se assegure que o setor privado, terceiro setor e indivíduos sejam capazes e que seja viável seu ajustamento às mudanças requeridas. Além disso, os Estados em si também precisam capacitar-se técnica e culturalmente para esses novos papéis que os desenvolvimentos contemporâneos lhes impõem. O grande desafio passa a ser, pois, a busca do equilíbrio entre interesses públicos e privados, econômicos e socioambientais.

Superficialmente, as afirmações acima poderiam aparentar um retorno à ênfase de programas de desenvolvimento de C&T efetuados nos Estados Unidos e Inglaterra nas décadas de 1950 e 1960, como, por exemplo, programas de defesa nuclear e programas aeroespaciais. Entretanto, os novos projetos para dar suporte ao desenvolvimento sustentável são fundamentalmente diferentes, pois exigem a combinação de demandas com muitas outras políticas de modo a promover um efeito abrangente em toda a estrutura de produção e consumo na sociedade. Isso requer uma abordagem mais sistêmica para a definição de políticas. Assim, mesmo considerando-se apenas o desenvolvimento sustentável em sentido estrito, a escolha de quais opções de políticas usar depende menos de sua força ou fraqueza teórica e sim da habilidade de construir um “consenso social” para a adoção de opções específicas, o que abre espaço para a busca de construção de uma nova ética para o desenvolvimento, como preconizamos. Desafio que se amplifica de forma sem precedentes se incluímos um novo conceito de natureza, além de democracia, respeito à diversidade e preocupações quanto à espacialização das atividades humanas.

Reiteramos, pois, que qualquer tecnologia de *per se* não é nem boa nem má; entretanto, também nunca é neutra em termos socioeconômicos e seu caráter ou resultado dependerá do “pacto social” que orientou seu desenvolvimento e uso.

Encaminhando-nos para o final das reflexões propostas para esse artigo, faremos menção a alguns desenvolvimentos recentes em nanotecnologias, à forma como vêm sendo desenvolvidas no Brasil, referenciando-a às “lâminas da tesoura” das teorias de inovação e culminando com a explicitação das conclusões a que nos propomos.

### **Inovações nanotecnológicas e desenvolvimento sustentável**

A histórica palestra de Feynmann, em 1959<sup>11</sup>, explicitou com clareza ímpar o ímpeto do cientista de busca do desconhecido, numa perspectiva que ia muito além de sua área específica de investigação, prospectando múltiplas possibilidades de aplicação técnica para os inventos, a necessidade da interação entre diferentes áreas do conhecimento para sua obtenção, possíveis impactos em atividades profissionais, influências na economia, enfim, elementos típicos da visão de indivíduos especiais, dotados do invejável toque de genialidade que lhes permite verem muito além de seu próprio tempo.

Ali, o que ele queria falar era sobre o problema de manipular e controlar coisas em escala atômica. Iniciava com o questionamento: por que não podemos escrever os 24 volumes da Enciclopédia Britânica na cabeça de um alfinete? E, apenas descrevendo técnicas simples, disponíveis à época, sugeria formas de fazê-lo. Prosseguia, então: “E como escrever tão pequeno?” Da mesma forma, conjecturando sobre diversas adaptações de técnicas e instrumentos existentes, afirmava ser possível. Insistia: “Por que, então, ninguém ainda o fez?”

De forma instigante, prosseguia: “E quanto de espaço seria necessário para reproduzir todos os livros do mundo?”, calculando para um total de 24 milhões de volumes a necessidade de uma área de apenas 2,5 metros quadrados. Interrompia o raciocínio para especular como ficaria o trabalho de uma bibliotecária nessa realidade e nas possibilidades de armazenamento e recuperação de informações perdidas ou danificadas. O até aqui exposto, entretanto, situava-se ainda na dimensão de que há espaço lá em baixo; porém, sua questão era bem mais profunda e partia da afirmação de que *há muito espaço* lá embaixo e de que isso muda tudo.

---

<sup>11</sup> FEYNMANN, R. P. There is plenty of room at the bottom. In: CALIFORNIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY. *Engineering and science*. Califórnia, 1960. Palestra apresentada no Annual Meeting of the American Physical Society, 1959.

Ou seja, se a reprodução da enciclopédia fosse efetuada não pela recuperação de imagens, mas por intermédio de códigos, de bits, para a reprodução dos 24 milhões de volumes de livros seria necessário apenas um cubo de material com um ducentésimo de polegada de largura, o que é menor do que uma partícula de poeira, possível de ser visualizada pelo olho humano. Completando: não me falem de microfilmes.

Para Feynmann, essa visão já era familiar aos biólogos em seus estudos sobre a estrutura e manipulação do DNA (biotecnologia). Para viabilizar tais avanços na física, Feynman desafiava seus colegas a aperfeiçoarem o microscópio eletrônico. Os teoremas da época o atestavam como impossível. Insatisfeito, questionou: “por que não mudar os teoremas?”

A partir da biologia, enfatizava que não basta simplesmente armazenar informação, seria necessário saber o que fazer com ela (noção atual de conhecimento). Haveria aspectos econômicos relevantes na criação das coisas muito pequenas (o *feeling* das duas lâminas da tesoura)?; quais as implicações de miniaturizar o computador com circuitos de apenas alguns angstroms de largura (antevisão do entrelaçamento das nanotecnologias com as tecnologias de informação)?; quais as possibilidades para máquinas diminutas, porém móveis? Como seria a lubrificação dessas máquinas? Talvez fosse desnecessária. Qual seria sua utilidade? Talvez pudessem ser úteis em cirurgias. Outras poderiam ser permanentemente incorporadas aos organismos para assistir algum órgão deficiente (visão cósmica das bionanotecnologias de fronteira em desenvolvimento nos dias atuais). Como fazê-las? E sistemas servo-mestre (nanorrobôs)? Como fazer e usar? Essas primeiras reflexões referiam-se aos métodos hoje denominados de *top-down*.

Porém, a ousadia de Feynmann sintetizava-se em sua afirmação: “não tenho medo de considerar no futuro longínquo a possibilidade de podermos arranjar os átomos da maneira que queremos”. O que isso significaria? Seria possível, portanto, emitir luz de todo um conjunto de antenas como emitimos ondas de rádio para a Europa? Se sim, seria possível transmitir luz em intensidade muito alta em direção definida.

A manipulação do átomo cria oportunidades completamente novas para *design* porque, conforme a mecânica quântica reduz a dimensão da escala, trabalha-se com leis da mecânica quântica, diferentes. É possível tal produção em massa. Na física, pode-se também fazer síntese química. Siga as orientações do químico e o físico sintetiza (visão de interação interdisciplinar). Por diversão, Feynmann propunha uma competição escolar: uma escola de ensino médio em Los Angeles enviar para um aluno em Veneza uma mensagem numa cabeça de um alfinete perguntando: “Como vão as coisas aí?”, e receber de volta o alfinete, e no ping do



i escrito: “Está muito quente”. Porém, apenas a economia poderia motivá-los a participar da competição; propunha, então, dois prêmios em dinheiro para os desafios em nanoinvenções, introduzindo, assim, o fator econômico (percepção da duas “lâminas da tesoura”).

Embora Feynmann não tenha lidado explicitamente com o meio ambiente nem com questões relativas à ética aqui discutidas, sua palestra, além de representar um marco para o desenvolvimento da nanotecnologia, também cumpre aqui a missão de revelar a visão de um cientista-inventor com sensibilidade interdisciplinar e a interação necessária entre invenções-oportunidades econômicas e implicações abrangentes, elementos que, embora não sejam suficientes, são, em nossa visão, fundamentais na busca de uma nova ética para o desenvolvimento da humanidade.

Antes dele, como já amplamente difundido, vários foram os que utilizaram princípios nanotecnológicos sem o saber, para usos diversos, como os chineses, com o fabrico da tinta nanquim, de utilidade indiscutível, e os vidreiros da Idade Média que, ao alterarem os níveis de retenção da luz e a coloração do objeto, criaram vitrais de grande beleza, visíveis até hoje, especialmente em igrejas. Ou seja, sem conhecimento científico, esses dois exemplos revelam a criação de utilidades e de beleza. Antagonicamente, muitas foram as invenções eivadas de base científica que a um só tempo não trouxeram nem beleza nem felicidade, deixando marcas indelévels de destruição. Exemplo extremo à época: a bomba atômica.

O argumento basilar aqui é que o desenvolvimento da ciência e da tecnologia de *per se* não garantem maior beleza, afluência material ou bem-estar; se não houver um direcionamento, provavelmente prévio, para o seu desenvolvimento, apenas como exemplos isolados ou obra do acaso isso ocorrerá.

Assim sendo, considerando os rápidos e profundos avanços em nanotecnologia, no Brasil o que queremos? Seremos vidreiros medievais abençoados por Deus? Cientistas renomados que, depois de espalhar a destruição, apenas se desculpam e permanecem laureados pelo avanço científico? Ou exploramos uma infinidade de outras opções, que sem dúvida existem entre esses extremos opostos?

### **Do sonho de Feynmann aos avanços atuais em nanotecnologia: refletindo a experiência brasileira num mundo em mutação**

Sem o intento de reproduzir o já exposto no primeiro seminário da Renanossoma sobre os trabalhos das redes de nanotecnologia no Brasil, refletiremos um pouco sobre o principal desafio para o Ministério de Ciência e Tecnologia, que é de que maneira integrar a nanotecnologia na política industrial, tecnológica e de comércio exterior. Ou seja: como a nanotecnologia pode contribuir para o de-

envolvimento industrial? Como fazer com que esteja presente nos novos processos e produtos? Como fazer com que contribua para os setores tradicionais e para o agronegócio? Ousamos deixar aqui questões para uma reflexão crítica quanto às possibilidades dessas proposições governamentais.

Em primeiro lugar, a forma de estruturação e funcionamento das redes de nanotecnologia hoje em funcionamento no Brasil e a política de C&T a ela subjacente não estariam ainda pautadas no velho modelo linear ciência-tecnologia-inovação-economia (desenvolvimento industrial, competitividade, etc.)? Será que com essa visão de mundo e modelos lineares consegue-se efetivamente o sucesso da inovação desejado? Ou as planejadas rodadas de discussão entre cientistas e empresários criarão apenas “pontes ilusórias” entre eles, ecoando como um decepcionante diálogo entre surdos? O que está sendo feito internacionalmente? O que fazemos para melhor influenciarmos o desdobramento desses jogos na sociedade brasileira?

Sem ser redundante, é urgente generalizar a informação no Brasil do que já se sabe internacionalmente: do simples ao complexo. Assim, repitamos:

a) há dois métodos de obtenção de nanoinvenções: De cima para baixo (*top-down*, tecnologias de *etching*), por meio de corrosão dos materiais, litografia; e de baixo para cima (*bottom-up* ou nanotecnologia molecular), manipulação de átomos e moléculas e reações químicas, propiciando a criação de estruturas inorgânicas, orgânicas ou híbridas, átomo por átomo, molécula por molécula.

b) a redução à escala nanométrica altera as propriedades da matéria:

- propriedades mecânicas: os materiais tornam-se mais resistentes, mais fortes e mais leves;
- propriedades óticas: possibilitam o controle da cor da luz pela escolha seletiva do tamanho do nano-objeto (*lasers*, diodos com frequências diferentes e apropriadas a diversos usos);
- propriedades magnéticas: mudam conforme o tamanho. Exemplo de aplicação: cabeçotes de leitura e gravação de discos de computadores.

Trabalhando nessas propriedades, tem-se efetuado a síntese de novos materiais envolvendo, até agora, as áreas de Química, Física, Biologia e Engenharia.

Até recentemente, as nanotecnologias concentravam-se em eletrônica, computadores, telecomunicações e novos materiais; atualmente, a principal fronteira da nanotecnologia é a biomédica (diagnóstico, terapêutica, biologia molecular e bioengenharia).

Se por um lado, como já enfatizado, o desenvolvimento científico e tecnológico em si não é capaz de automaticamente resolver os problemas dos países em desenvolvimento (podendo até agravá-los) nem reduzir a distância entre pobres e ricos, por outro, acreditamos que as inovações, com ênfase nas nanotecnológicas,

objeto desta discussão, podem ser usadas para a promoção desse desenvolvimento. Para isso, faz-se necessário que seu desenvolvimento se dê por meio desses objetivos (*targeted development*).

Sallamanca -Buentello e outros<sup>12</sup> sintetizaram numa reportagem seus resultados em um estudo elaborado pelo Canadian Program in Genomics and Global Health (CPGGH) do Joint Center for Bioetics da Universidade de Toronto, o qual visava estudar e propor uma agenda para o uso de nanotecnologias para a solução dos problemas mais urgentes nos países em desenvolvimento, quais sejam pobreza extrema e fome, mortalidade infantil, degradação ambiental e cura de doenças como malária e Aids.

Os autores relacionaram, ainda, os impactos das nanotecnologias com as Oito Metas do Milênio para 2015, acordadas em 2000, identificando as dez principais aplicações da nanotecnologia com maiores possibilidades de impacto nos países em desenvolvimento nos próximos dez anos, nas áreas de água, agricultura, nutrição, saúde, energia e meio ambiente.

A reportagem começa de forma instigante:

Um dia, numa vila remota no mundo em desenvolvimento, um profissional de saúde colocará uma gota de sangue em um pedaço de plástico de tamanho aproximado ao de uma moeda. Em minutos, um diagnóstico completo estará pronto incluindo a bateria usual dos exames de sangue, mais análise de doenças infecciosas como a malária e a Aids, desequilíbrios hormonais e mesmo o câncer. O plástico é denominado “*lab-on-a-chip*” e é um dos mais revolucionários produtos e processos atualmente emergindo das pesquisas em nanotecnologia, com o potencial de transformar a vida de bilhões dos habitantes mais vulneráveis do planeta.

As dez prioridades de aplicação das nanotecnologias propostas pelo estudo são: 1) produção, estocagem e conversão de energia: área considerada como a de maior e mais rápida aplicação. Material nanoestruturado tem sido usado para construir uma nova geração de células para energia solar, células para hidrogênio combustível e novos sistemas de armazenagem de hidrogênio que gerarão energia limpa para os países que ainda baseiam suas matrizes energéticas em combustíveis poluentes e não-renováveis; adicionalmente, avanços na criação de nanomembranas sintéticas assentadas em proteínas são capazes de transformar luz em energia química; 2) aumento da produtividade na agricultura; 3) tratamento e melhoria da qualidade da água: nanomembranas e nanobarro são baratos, portáteis e

---

<sup>12</sup> SALLAMANCA-BUENTELLO, F. et al. *Nanotechnology and the developing world*. Toronto: University of Toronto. Disponível em: <<http://www.utoronto.ca/jcb/home/newsnanodev.countries>>. Acesso em: 2004.

facilmente limpam sistemas de purificação, desintoxicação e dessalinização da água de forma muito mais eficiente que os tratamentos convencionais com filtros à base de bactérias e vírus. Os pesquisadores também já desenvolveram um método de produção em larga escala de filtros de nanotubos de carbono para a melhoria da qualidade da água. Há, ainda, a tecnologia de sistemas de tratamento de água baseados em dióxido de titânio em partículas nanomagnéticas. Foco de extrema importância e urgência em diversos países do globo e fundamental para o enfrentamento da crônica e indefensável insuficiência de tratamento de esgotos no Brasil, com conseqüências desastrosas de saúde pública. Hoje, mesmo sem o uso de qualquer nanotecnologia, o tratamento de esgoto no Brasil é um problema urgente e de solução imediata. Se a fronteira tecnológica recoloca esta questão na agenda internacional, tanto melhor; 4) diagnóstico de doenças; 5) sistemas de administração de remédios; 6) processamento e estocagem de alimentos; 7) poluição atmosférica; 8) construção; 9) monitoramento da saúde; 10) Detecção e controle de vetores de doenças.

### **Conclusão**

Os avanços em nanotecnologia têm sido muitos e rápidos. Os riscos – em especial nas áreas militares e nos sistemas agroalimentares, aqui não mencionados – também o são, porém no âmbito deste artigo e numa perspectiva construtiva propomos como conclusão: nem vidreiros medievais, nem cientistas produtores de *the mother of all bombs*, e sim uma sociedade agindo em prol de uma nova ética para o desenvolvimento, para a qual o desenvolvimento sustentável em sentido amplo seja o pilar principal. Porém, o conceito que cada um adotar é o que menos importa. Importante mesmo é que de fato desencadeemos ações convergentes, com princípios éticos norteando as ações individuais de cada agente, única forma, em nossa visão, de colocar as nanotecnologias como instrumentos de obtenção da ampliação da produção material, equidade social, harmonia com a natureza, democracia, respeito pela diversidade cultural e harmonia na distribuição espacial das atividades humanas, produtivas ou não.

Utopia? Quem sabe? Cabe a nós aceitarmos ou não esse desafio!

## Debate (19/10/2005, manhã)

**José Manuel Cozar Escalante** – Em primeiro lugar, um comentário rápido sobre o professor Juergen Altmann e sua apresentação. Eu gostaria de sugerir que a inovação militar representa uma amostra excelente, mas às vezes trágica de desenvolvimento, que pode ser bem-sucedido quando contribui para a vitória dos exércitos que o usam; mas também pode ter um objetivo social quando a serviço de intervenções legítimas. Então, a nanotecnologia pode ser um problema quando fracassa, quando não atinge os objetivos, mas pode ser um problema mesmo quando entrega produtos eficientes. Falando de uma terceira possibilidade, às vezes os produtos podem ser usados pelos Estados ou ir para o mercado, mas, visto que nossas sociedades são tão pluralistas e não querem forçar uma posição ética ou política e outras, mesmo quando lidamos com coisas perigosas como aplicações militares, mesmo nesse domínio temos de enfrentar ambigüidades e o único remédio para isso é transparência, acesso igual, debates, acesso a informações e, também, um processo democrático. E sabemos que isso, às vezes, é uma utopia.

Com respeito à palestra do professor Renzo Tomellini, que foi tão clara, fiquei contente de ouvi-lo falando de Platão. Platão pensava que as técnicas devem atender aos ideais da República, aos objetivos maiores. É claro, eu não concordo com a visão autoritária, não obstante sua importância para a filosofia ou para a cultura ocidental. Falando agora da política da Comissão Européia: ela está começando a fazer esforços significativos para lidar com os aspectos sociais e ambientais das inovações na área de nanotecnologia, especialmente em comparação com políticas de outros países. Eu me pergunto se, com as dimensões globais dos desafios, devemos chegar a uma estratégia global, um acordo global com respeito às regras do jogo. Então, quero saber mais sobre a posição da União Européia e sua opinião pessoal sobre essa questão.

E, finalmente, quero também falar da apresentação da doutora Sônia Dalcomuni. Todos nós estamos ouvindo falar sobre sustentabilidade, especialmente desde o Relatório Brundtland, da década de 1980. E, enquanto isso, a situação planetária está piorando, eu não preciso entrar em detalhes. A minha pergunta é bem simples: a senhora disse que o desenvolvimento sustentável é uma frase cheia de retórica, um termo usado para disfarçar outras questões. Eu acho que a senhora falou algo mais ou menos assim. Ficaria mais fácil substituir isso por termos mais concretos? O que temos disponível com respeito a esse conceito? Há algo disponível? Será que o Brasil pode ser um laboratório para se fazerem experiências sobre sustentabilidade?

**Stephen J. Wood** – Eu tenho uma pergunta para o professor Altmann. O senhor poderia falar mais sobre a fonte dos seus dados e a cooperação ou falta de cooperação que o senhor teve das fontes que o senhor pesquisou? Talvez o senhor os tenha obtido na internet. Se foi, gostaria de saber. Eu acho que não deve ser da internet. E também sabemos que deve existir muita informação sensível, sigilosa, que o senhor não deve ter obtido. Não tem nada a ver com sua integridade, é apenas a fonte dos dados.

**Paulo Roberto Martins** – Nós vamos ouvir mais duas ou três perguntas nesta rodada e depois passaremos a palavra ao professor Altmann. Alguém mais? Por favor, identifique-se.

**Participante** – Bom dia, meu nome é Kazuê Nakanishi, sou doutorada em Tecnologia Nuclear Básica, trabalhei durante 25 anos no Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares da Comissão Nacional de Energia Nuclear. Sou aposentada e, atualmente, convivo com os microempresários do Centro de Incubadoras Tecnológicas (Cietec), localizada no Ipen. Eu assisti ao seminário e minha participação é exatamente ver as tendências, como está a situação da nanotecnologia no Brasil e, principalmente, dentro da USP. O que eu tenho percebido é que existem grupos que estudam nanotecnologia, que seria o desenvolvimento de conhecimento, e está muito difícil chegar na inovação, que é a parte que cabe aos empresários. Então, teria de haver uma política, uma estratégia para diminuir esse intervalo de tempo. Outra coisa que foi comentada pelo palestrante anterior, o interesse militar pelo desenvolvimento, nós tivemos uma experiência que podemos tirar até como modelo, eliminando os erros e melhorando o que já foi feito, que seria a área nuclear. Quando a doutora Sônia Dalcomuni diz “bomba nuclear”, eu substituo por “energia nuclear”. Pela bomba nuclear, vocês pensam o lado negativo, mas há o lado muito positivo da energia nuclear, que, se fizéssemos os balanços, sairia ganhando. Então, eu acho que poderíamos, junto com o MCT, promover uma discussão política e estratégica de como fazer o desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil. Obrigada.

**Juergen Altmann** – Com respeito à primeira pergunta, foi uma confirmação da minha opinião. Sim, podemos ter sucessos tecnológicos, mas chegarmos a resultados problemáticos. E isso se aplica não só a sistemas militares, mas também a outras áreas. No meu caso, isso certamente se aplica aos usos militares. Não podemos entrar em mais detalhes, a não ser que alguém faça alguma pergunta específica. Não entendi a segunda parte, o pluralismo de opiniões e que não devemos

forçar a nossa opinião. Uma forma de entender significaria que eu sou pacifista demais e que há opiniões legítimas sobre essas coisas serem boas ou más, ter os processos militares e alta tecnologia na área militar para atingir os objetivos bons. Eu não vou contestar esse conceito, minha abordagem é objetiva. Neste momento, pelo menos, ou neste contexto, eu não questiono a utilidade das Forças Armadas em geral. Apenas estou falando do mundo com países altamente militarizados. Se continuarmos assim, se tivermos veículos e aviões sem piloto, se tivermos navios autônomos e também torpedos disparados por máquinas, vamos ter um grande problema de estabilidade. E se tivermos robôs militares pequenos, baratos, fáceis de construir, a tecnologia vai se espalhar, não vai ficar nas mãos dos Estados Unidos. Essa tecnologia não vai ficar nas mãos da Rússia ou da China, e alguns exportadores de armas vão espalhar essa tecnologia e também sistemas completos no mundo, que vão voltar na forma de ferramentas de terroristas. Já pensou, um inseto artificial passando por baixo de uma porta ou entrando por uma janela no escritório de um político, de uma autoridade e picando a autoridade, injetando veneno? Isso está fora da realidade no momento, mas poderia ser uma realidade em 15 anos.

Estes são problemas que podemos facilmente prever se analisarmos o potencial das aplicações em nanotecnologia. Eu listei as oito aplicações mais perigosas e pensei como poderiam ser limitadas e contidas por esforços internacionais. Nesse sentido, embora várias pessoas talvez tenham a opinião de que as forças militares ainda serão necessárias no futuro – eu também penso assim em casos de operações para combater genocídios ou violações de direitos humanos –, independentemente do que você pensa, se você é um pacifista moderado ou radical, esse desenvolvimento pode ser visto e temos de fazer algo a respeito. Eu acho que o mundo tem bons motivos para enxergar problemas nessa área.

Agora, a terceira pergunta, sobre a fonte dos meus dados, tenho a dizer que a maior parte da pesquisa e desenvolvimento em nanotecnologia, no momento, está sendo feita nos Estados Unidos. Independentemente de algum aumento no sigilo desde setembro de 2001, os Estados Unidos realmente são fortes e a internet é muito boa. Você pode ir à internet e ter uma lista de todos os projetos da Agência de Defesa, inclusive páginas mostrando o que está sendo pesquisado na universidade. Nem tudo é publicado, mas dá para ter uma boa idéia. Na Alemanha, eu não posso ir a uma biblioteca para ter nem 5% dessa informação. Tudo é sigiloso, tudo é confidencial. Então, em termos concretos, sobre os Estados Unidos eu dependi principalmente dos dados do orçamento no Congresso e outros laboratórios de pesquisa das Forças Armadas. Eu escrevi para o Ministério de Defesa da Alemanha e eles disseram que não estão trabalhando com nada em termos de *hardware*, apenas um estudo sobre o potencial. Esse estudo está pronto e vai ser impresso

daqui a alguns meses. Escrevi para autoridades e pessoas na França e eles não responderam; escrevi para uma autoridade competente na Inglaterra e disseram que, infelizmente, não podiam responder. Tentei obter informação dos Países Baixos, não fui bem-sucedido. Mas, em todos os casos, podemos julgar a partir de informações publicadas. Houve duas conferências sobre nanotecnologia e defesa em Londres, nas quais algumas pessoas do Planejamento da Inglaterra mostraram *slides*, e eu pude acessar isso comprando o CD do organizador comercial do evento. Tentei encontrar informações sobre o que está acontecendo na Rússia e na China e, visto que eu não queria detalhes do que os países estão fazendo, não dediquei muito tempo e esforço a isso. É óbvio que alguma coisa está acontecendo. Dá para ler nas entrelinhas e, às vezes, encontramos pequenos artigos sobre perspectivas e promessas da nanotecnologia para uso militar. Mas não há muita informação concreta. Por outro lado, é seguro dizer que, no momento, não há muito em andamento. Mas a Rússia e a China estão contemplando os desenvolvimentos nos Estados Unidos e, aqui, a transparência dos Estados Unidos pode ter seu lado bom e ruim. É uma espada de dois gumes. De um lado, esses oponentes em potencial talvez se convençam de que algumas coisas não estão sendo feitas. Mas, por outro lado, vêem grandes gastos em pesquisa, em nanotecnologia. Então, eles devem concluir que isso é algo que eles devem fazer para não terem surpresas daqui a cinco ou dez anos. Por isso, estou confiante de que essas atividades de pesquisa e desenvolvimento logo vão aumentar na China e na Rússia.

Quero acrescentar mais um comentário. Nós achamos que a Guerra Fria terminou, mas descobrimos um exemplo bom (ou não tão bom) de aumento de medo e ameaças. Há uma pessoa nos Estados Unidos chamada Pillsbury, e isso está em um dos meus artigos<sup>1</sup>, que é especialista em assuntos relacionados à China e trabalhava no Departamento de Defesa dos Estados Unidos. Ele escreveu um livro<sup>2</sup> sobre a revolução e assuntos militares nas Forças Armadas chinesas. Nesse livro, ele comenta um artigo de um general chinês sobre armas nanotecnológicas. De acordo com esse autor, o general escreveu: “Nós estaremos aptos a produzir robôs microscópicos que poderão destruir os sistemas militares e civis dos Estados Unidos. Eles poderão ficar lá por muito tempo e sob nosso comando; irão destruir esses sistemas de dentro dos Estados Unidos, quando a ninguém é permitido fazer isso.

---

<sup>1</sup> (N. Org.). ALTMANN, J. *Military nanotechnology: potential applications and preventive arms control*. Londres: Nova York: Routledge, 2006; ALTMANN, J.; GUBRUD, M. Anticipating military nanotechnology. *IEEE Technology and Society Magazine*, n. 23, v. 4, p. 33-40, inverno 2004.

<sup>2</sup> (N. Org.). PILLSBURY, M. (Ed.). *Chinese views of future warfare*. Washington, DC: National Defense University Press, 1998. Disponível em: [http://www.ndu.edu/inss/books/books%20\\_%201998/](http://www.ndu.edu/inss/books/books%20_%201998/)



Então, isto será uma nova ferramenta muito boa para guerrear contra nossos inimigos em potencial.” E depois, daí a um ou dois anos, Pillsbury editou um volume com alguns dos artigos originais<sup>3</sup>, traduziu isso para o inglês e, analisando tais textos, é possível ver que o que o general escreveu foi uma descrição, para uma platéia chinesa, de projetos estadunidenses, e ele disse: “Talvez a nanotecnologia nos dê [às Forças Armadas da China] a possibilidade de termos sistemas pequenos penetrando nas forças inimigas e atacando na hora em que planejarmos”. Então, eu diria que eles estão “de olho”.

A falta de transparência por parte da China cria esses ciclos de ação e reação, conforme tínhamos na Guerra Fria. Então, eu quero que os Estados Unidos sejam mais corretos e escrevam sobre a situação chinesa e peçam à China para que seja mais transparente sobre sua pesquisa e desenvolvimento nessa área militar.

**Renzo Tomellini** – Apenas um comentário curto. Juergen, você deve ter visto no jornal *The Daily Star*, do Líbano, que o ministro iraniano declarou que a nanotecnologia é a prioridade para a defesa do Irã. E você sabe o que a professora Sonia Dalcomuni nos mostrou, aquelas células vermelhas e os nanorobôs. Há coisas que nunca vão acontecer, porque vão contra a lei da Física, e aquilo que vai contra a lei da Física não pode existir neste mundo. Então, temos de ser realistas. De qualquer forma, para a pergunta que foi feita a mim, a resposta é sim. Há espaço para fazer coisas em nível global. Na Europa, somos especialistas nisso, há coisas que fazemos melhor em nível local, nacional, regional, em nível europeu. Temos uma contribuição do Reino Unido, por exemplo. Há coisas que podemos fazer também em nível global e há três motivos: o meio ambiente é o mesmo, o ambiente é o mesmo, há apenas um; a saúde humana é uma só, nós não temos saúde européia, brasileira, nem branca ou negra, a saúde é a mesma. E o mercado também é global. Então, se o mercado é global, há espaço para fazermos muita coisa juntos: padronização, metrologia, toxicologia. E eu propus trabalharmos junto com agências dos Estados Unidos. E estamos trabalhando com quatro agências: a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, a Fundação Nacional de Ciência, a Fundação de Saúde e Ciência e o Instituto Nacional de Saúde Ocupacional, para todos trabalharem juntos. Teremos um seminário no final de 2006 sobre toxicologia, para produzirmos dados juntos. A comissão propôs um código de conduta para explorar, em nível internacional, o desenvolvimento da nanotecnologia. Há ações

[Chinese%20Views%20of%20Future%20Warfare%20-Sept%201998/chinacont.html](#)> . Acesso em: 27 out. 2003.

<sup>3</sup> (N. Org.). PILLSBURY, M. (Ed.). *China debates the future security environment*. Washington DC: National

pontuais. Na área de políticas, a comissão adotou algumas das resoluções das duas comunicações já referenciadas anteriormente e os Estados membros – se analisarmos o que o Conselho de Ministros falou para a imprensa – ampliaram dizendo que não só o desenvolvimento, mas o uso civil da nanotecnologia tem de ser normatizado, e assim por diante. No momento, a comissão não fala da área militar, está fora do nosso mandato. Então, isso é algo que podemos desenvolver juntos. E, se você abrir a página sobre nanotecnologia em meu folheto, toda a informação está lá, e está atualizada. Vocês podem ver que trabalhamos com um esquema multilateral. Eu posso entrar em detalhes, mas não quero tomar muito tempo.

Um debate multilateral e, também, esquemas de reuniões bilaterais. Se você ler as conclusões da reunião do presidente Bush com o presidente Barroso em junho de 2005, eles falaram novamente de encontrar princípios comuns. Isso é muito importante, porque se o mercado é global e se o ambiente e a saúde são os mesmos no mundo todo, na realidade não há um fórum, não existe um fórum atual. A Organização Mundial do Comércio, o G-7/G-8, a OCDE, esses não são fóruns adequados. Cada fórum tem suas peculiaridades. Então, há espaço para discutirmos tudo isso juntos e entendermos quais são os princípios comuns. A palavra “ética”, por exemplo, é difícil de usar. Os asiáticos têm uma compreensão diferente. Nós temos o limite entre humanos e não-humanos, animais. Em outros países, não existe essa distinção. Outros países podem envolver outras coisas. Há muitas dificuldades. O ponto é: o que podemos definir como pontos em comum? Temos de colocar isso no papel e, então, podemos ter metrologia, padronização, toxicologia. Tudo isso pode ser feito de forma conjunta, juntar os dados, fazer isso juntos, começando das partes mais fáceis.

Uma coisa que eu sei que Paulo Martins quer que eu comente: é que já temos uma experiência ruim, aquilo que chamamos de paraísos fiscais. Paraísos fiscais são países sem regras e as pessoas recorrem a eles para não pagar impostos para nenhum país, eles “desaparecem” nesses paraísos fiscais. Se tivermos lugares em que possamos produzir conhecimento sem regras, aí criamos um paraíso tecnológico. Então, além do paraíso fiscal, um paraíso tecnológico, e podemos discutir se isso pode ser perigoso ou não. Isso é algo que podemos debater, se é o que queremos ou se é perigoso. A professora Sonia Dalcomuni mencionou um conceito de desenvolvimento sustentável. Altmann falou da política. Vemos agora uma sociedade mais dinâmica e a produção de conhecimento é um fator de sucesso. E o capital vai para onde o conhecimento está. O conhecimento não vai para o capital, o capital vai para o conhecimento. Então, o desenvolvimento de conhecimento, a produção de conhecimento é importante e também o gerenciamento de conhe-

cimento ou regras. Estamos engajados nessas coisas e, no momento, estamos em uma fase em que temos trabalhos em andamento. E a comissão está explorando essas questões em nível global.

**Paulo Roberto Martins** – Para encerrar nossa atividade da manhã, vamos ouvir a professora Sônia.

**Sônia Maria Dalcomuni** – Em relação a Kazuê, sem desmerecimento nenhum ao trabalho dos físicos nucleares, muito pelo contrário, e entendendo a sua dificuldade em uma incubadora, como é que se faz essa ponte, é aí que eu chamo a atenção, porque eu acho que tem uma dificuldade mesmo de visão de mundo para possibilitar esse diálogo efetivamente. Porque, quando Einstein desenvolveu a bomba atômica, ele foi contratado para construir uma bomba, mesmo. E, depois, você tem o uso civil e você tem “n” outras tecnologias militares, o *laser*, etc. que também têm funções benéficas hoje. Você pode, realmente, transformar alguma coisa que é maléfica e destruidora em algo benéfico.

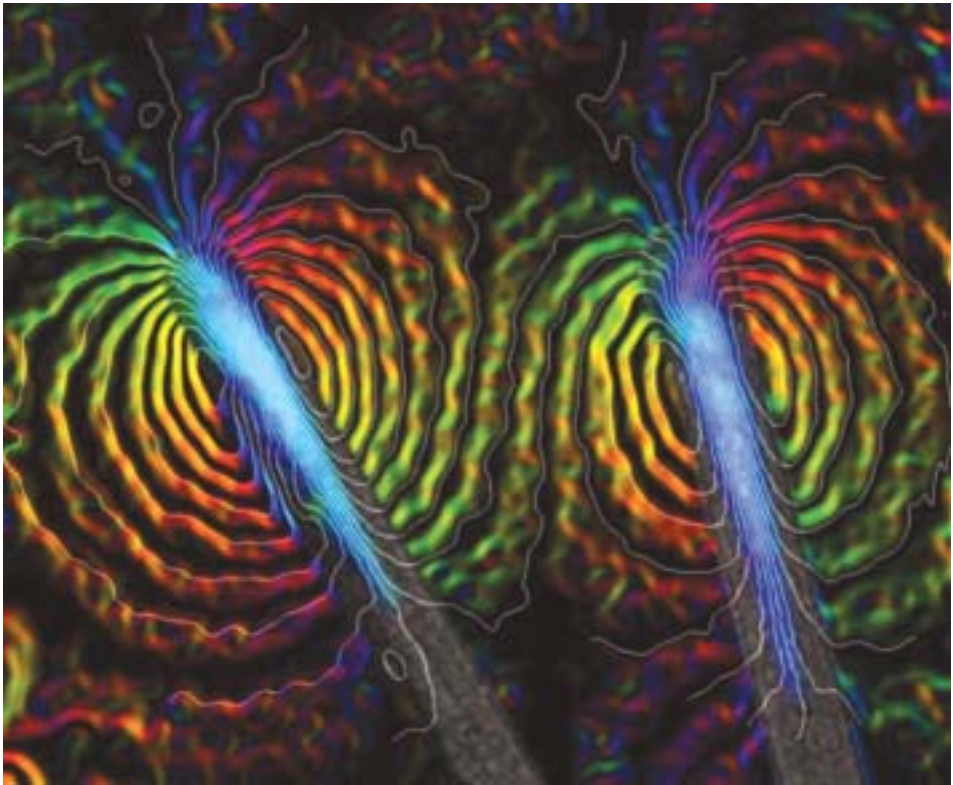
Em relação ao *keynoter*, o professor José Manuel Cozar Escalante, concordo plenamente que tem se falado de sustentabilidade há séculos e não se chegou a isso. Então, por que não pular essa fase? Eu diria que nós temos falado há mais tempo ainda sobre igualdade social e em temos conceituais, em economia, isso foi retirado, já resolvido em 1960. Desenvolvimento já significa crescimento com distribuição. E, no entanto, ainda a iniquidade está aí. Tanto que, se você for procurar os centros de pesquisa mais ricos no Hemisfério Norte, são exatamente aqueles que estudam a pobreza. O fato de ter um conceito não significa que basta, não basta desenvolver o conceito da equidade, que ela se estabelece no mundo. Então, eu insisto, a sustentabilidade pode ter sido um termo desgastado, mas é um termo retrabalhado, assim como a gente não pode abrir mão da idéia de equidade social simplesmente porque ela é falada há décadas e não acontece. Muito obrigado.

**Paulo Roberto Martins** – Eu gostaria de agradecer imensamente ao professor Juergen Altmann. Agradeço à sua atenção, pela sua contribuição desde a Alemanha. E agradeço especialmente a Renzo Tomellini que, dentro de seus afazeres, encontrou tempo para vir aqui compartilhar conosco aquilo que a Comunidade Européia está fazendo e deverá fazer. Agradeço a Sônia M. Dalcomuni, nossa colega da Rede desde o início e que a cada ano vem acrescentando suas contribuições



## SESSÃO 2

# NANOTECNOLOGIA, INOVAÇÃO E MEIO AMBIENTE



Coordenador:

Marcos Antonio Mattedi

Conferencistas:

Allan Schnaiberg, José Manoel Rodríguez Victoriano, Ignacio Lerma e Paulo Roberto Martins

*Key note:*

Sílvia Ribeiro

Nanotubos de 70-100 nm de diâmetro. As cores representam a intensidade e a direção de um campo magnético e os contornos as linhas desse campo (Cambridge University).

## **Contradições nos futuros impactos socioambientais oriundos da nanotecnologia**

Allan Schnaiberg

Eu quero cobrir três tópicos. Em primeiro lugar, quero falar, não sobre nanotecnologia, mas sobre como ela estará embutida na produção de marcadoras. Há muita coisa que não sabemos, especialmente sobre os sistemas nos quais a nanotecnologia estará embutida. Alguns estão alarmados, outros têm outra explicação. Eu não sei nada sobre nanotecnologia, mas sei muito sobre sistemas de produção. Depois, quero falar sobre a avaliação da nanotecnologia, resultados socioeconômicos, e quero falar disso em um contexto geral e por que o setor privado não é avaliado da mesma forma que o setor público. E, finalmente, sobre os riscos. Vou tentar prever os resultados socioeconômicos e ambientais da nanotecnologia.

Nos últimos dois meses, em minhas leituras sobre nanotecnologia, consultei principalmente a internet e voltei aos artigos de Kenneth Gould distribuídos no seminário do ano passado, que também se tornaram um estudo rápido sobre nanotecnologia. Penso que a questão é que há uma contradição, ou seja, muito debate sobre os grandes investimentos necessários, especialmente no futuro próximo, para desenvolvermos e aplicarmos a nanotecnologia. Há muitos anos atrás, falei da diferença entre a ciência da produção e a do impacto. Depois, falei sobre ciência aplicada, em termos de engenharia. E a parte crucial disso foi a questão do dinheiro, capital. Passar de um laboratório para uma planta-piloto, isso requer muito dinheiro. E passar de uma planta-piloto para uma instalação de produção, mesmo uma nanoinstalação, creio que vai custar mais dinheiro ainda, vai haver uma grande necessidade de capital. Então, a questão é por que esse capital está sendo investido, como está sendo investido e qual será o resultado dessas aplicações. A não ser que o mundo esteja para mudar, de forma que eu não consiga antecipar depois de estudar um século de ciência aplicada e tecnologia, acredito ter uma idéia de onde estão as realidades e onde estão as fantasias na nanotecnologia. Eu descrevo a diferença entre o otimista e o pessimista e quem conhece meu trabalho nunca vai me classificar como um otimista. Mas, depois de ler meu texto, minha filha disse que eu não estava tão pessimista quanto ela imaginava. Creio que há uma divisão entre a visão otimista, entusiástica, da nanotecnologia e a visão alarmista. Eu acho que as diferenças estão embutidas em estruturas sociais. Acredito que a abordagem da nanotecnologia

está fortemente embutida no setor privado, no Brasil e em todos os lugares. E o setor privado tem muito capital para alocar para o que eles chamam de “cientistas responsáveis”, que louvam a nanotecnologia porque seu trabalho envolve nanotecnologia.

De outra parte, temos os movimentos sociais, analistas, como eu, muitos universitários participam desse debate também. A Universidade de Valência eu conheço, já dei uma palestra lá há alguns anos. Em muitos desses setores, há um viés de que tudo o que o setor privado produzir já é algo suspeito. Até certo ponto, isso foi expresso recentemente no debate sobre o princípio da precaução. Isso mostra que há uma preocupação sobre a alocação do capital. Eu inicio minhas aulas dizendo que a causa mais forte dos problemas ambientais não é aquela que se pensa. A maior causa dos problemas ambientais é que há muita liquidez no sistema econômico do mundo. Eu passo o resto do trimestre convencendo meus alunos de que essa é a verdade, ao passo que entendo que os pais deles são grandes atores nessa alocação e agregação de liquidez. Então, eu acho que a primeira questão é olhar a lógica por trás do seguinte: como a nanotecnologia vai ser aplicada, por quem vai ser aplicada e para que objetivo vai ser aplicada. Eu tenho cinco resultados para o investimento. O primeiro, que a nanotecnologia vai aumentar os lucros, a lucratividade de cada unidade e a lucratividade total. E, também, o aumento na lucratividade por unidade.

O segundo são os efeitos de economia de mão-de-obra por meio da nanotecnologia. Com respeito à nanotecnologia, sabemos que envolve menos mão-de-obra, talvez mão-de-obra mais cara, mas menos mão-de-obra. E sabemos que contribui para aquela primeira meta, que é aumentar os lucros. Nos últimos anos, tentei obter uma redefinição de produtividade em uma sociedade industrial avançada. Para mim, produtividade significa menos mão-de-obra, menos trabalhadores. Então, quando falamos de maior produtividade, a única coisa que eu vejo são os trabalhadores sendo demitidos das fábricas, oficinas e, hoje em dia, até das universidades. Então, a produtividade é um dos marcos dos argumentos a favor da nanotecnologia. Mas, realmente, diminui a mão-de-obra, inclusive mão-de-obra qualificada.

Contudo, há dois outros tipos de boas notícias daqueles que defendem a nanotecnologia. Primeiro, que vai conservar energia e, segundo, que vai conservar materiais. Energia e materiais. Kenneth Gould, no ano passado, falou da lei Gould-Schnaiberg, de que se você diminuir as necessidades de energia e de materiais para a produção, você pode contrabalançar esses ganhos produzindo mais daquele produto. E, de fato, é isso que nós temos em muitas áreas nos últimos 40 anos de inovação ambiental. Temos soluções tecnológicas que realmente diminuem o im-



pacto ambiental, mas não diminuem o impacto total. A questão desses limites, com respeito a emissões, em que uma empresa pode comprar a capacidade ambiental de outra, isso simplesmente redistribui os problemas da produção. Isso não baixa o custo da produção, os custos para quem mora perto dessas fábricas, onde a poluição é forte. E o último ponto, o último dos motivos é a melhoria da qualidade de vida.

Agora, é interessante começar com essa lista porque eu imagino que sou a imagem, eu sou uma espécie de comercial da nanotecnologia. A nanotecnologia é mostrada como tendo bons efeitos sociais; também se mostra como vai diminuir o impacto ambiental, conservando energia e matéria-prima. E, ao passo em que há uma certa honestidade nesses argumentos, no final da lista diz-se que pode haver benefícios para gerentes, acionistas, investidores dessas empresas. Na minha opinião, se quisermos entender o papel da nanotecnologia, temos primeiro de olhar o que aconteceu com as aplicações já existentes em nanotecnologia. Eu não vejo literatura sobre isso. Em segundo lugar, podemos ver o clima e em que a nanotecnologia vai ser aplicada. Os argumentos a favor da nanotecnologia dizem respeito a produtividade, e isso sempre vai para o setor privado. O papel do Estado é facilitar isso por meio de investimentos diretos, benefícios fiscais e uso de locais para descarte de refugo. O setor privado quer que o Estado realmente invista nessas áreas, mas o Estado não colhe os benefícios, são os investidores privados que o fazem. Eu chamo isso de corrida entre acionistas e quem tem interesses envolvidos. Infelizmente, não é como a lebre e a tartaruga. A lebre nunca desacelera e a tartaruga nunca vence. E vocês podem nunca saber quem é representado pela tartaruga. São aqueles que não são os acionistas, os outros, aqueles.

Podemos ver também as instituições multinacionais, uma delas é o Banco Mundial. Meu colega Michael Goldman está produzindo um livro maravilhoso sobre o Banco Mundial e como ele funciona. Ele compartilhou uma parte do material comigo. O Banco Mundial fala de ganhos sociais, ambientais, mas qual é o cerne da preocupação do Banco Mundial? É “comoditização”. Por exemplo, a água é essencial para a vida humana, para a agricultura e outras coisas, e o Banco Mundial está propondo torná-la um *commodity*, ou seja, muitos subsistemas e grupos sustentáveis terão menos acesso à água. Aí entendemos como será o clima político para a nanotecnologia. Eu costumava dizer que eu sei que o Messias ambiental chegaria quando os ambientalistas estivessem presentes em conselhos econômicos. Isso ainda não aconteceu, pelo menos em meu país eles não estão na mesa. O inverso aconteceu, os economistas é que estão nas comissões, com poder de processo decisório, dizendo que os processos de limpeza são caros demais, não são produtivos. E tudo isso é consistente com a produção, que continua.

Então, se a nanotecnologia está entrando em um mundo onde o Banco Mundial, que investe capital do Estado em outros Estados e empresas e está promovendo essa “comoditização”, por que poderíamos esperar que a nanotecnologia não estivesse totalmente embutida na mentalidade, na estrutura social?

Para dizer a verdade, quando eu tinha sete ou oito anos, não entendia o debate. Eu levei mais alguns anos para entender, mas o que me deixa surpreso (e outros analistas sociais também ficaram surpresos) é como a tecnologia era vendida como uma tecnologia que melhorava a vida. Os sociólogos tinham teorias sobre a sociedade do lazer, o que parece ser uma piada. Hoje em dia estamos trabalhando mais, e não menos. E diziam que todos poderiam descansar porque as tecnologias modernas iriam produzir tudo o que precisávamos com menos trabalho, com menos suor e poderíamos simplesmente nos divertir. Isso é o que se falava. E essa imagem realmente foi a que dominou.

Agora estamos novamente olhando a energia nuclear, porque é limpa em termos de aquecimento global. É interessante que há 30 anos estamos coletando resíduos que ninguém quer no seu quintal, não importa quanto se pague. E sabemos que esses resíduos irão durar mais do que nossas vidas. Eu não tenho competência para dizer até que ponto a nanotecnologia vai ter os mesmos problemas da energia nuclear, mas ela tem muitas características. Ela está sendo vendida. Realmente, ela não está sendo vendida com os objetivos certos. O objetivo é o lucro.

Outras inovações mais recentes e que foram exploradas por meus alunos anteriores, inclusive David Pillow, envolvem os *chips* de computação, no Vale do Silício. O que Pillow descobriu em sua pesquisa foi a ironia de que a indústria que promoveu o uso de salas limpas na realidade é uma indústria muito suja em termos de poluição tóxica e resíduos químicos. E também em termos de locais tóxicos para muitos trabalhadores. Isso continuou por muitos anos porque os trabalhadores eram imigrantes, não eram autorizados, precisavam muito dos empregos e levaram o trabalho até para casa, expondo suas famílias aos resíduos tóxicos. E, ao mesmo tempo, a indústria falava dessa idéia de sala limpa. Então, há muitas contradições na história, dizendo que qualquer nova tecnologia vai ser usada de formas que beneficiarão o público.

Mesmo que a nanotecnologia fosse totalmente custeada pelo setor público, o setor privado encontraria uma forma de conseguir mais produtividade dele. Durante muitos anos isso aconteceu com a energia nuclear, com *chips* de computação. Ao tempo em que o governo não fabricava, o Departamento de Defesa investia milhões de dólares nos sistemas de produção. Quando eu me formei, quando havia dinossauros na Terra, um dos mitos que se desenvolviam era uma coisa chamada “pesquisa de avaliação”. Isso se desenvolveu de várias formas após a guerra

contra a pobreza nos Estados Unidos e outros programas públicos que visavam, pelo menos no papel, melhorar a vida para grupos e cidadãos. As pessoas começaram a ouvir o argumento de que esses programas não estavam fazendo o que se propunham a fazer. E os sociólogos começaram a entrar em uma nova área para tratar a inovação como uma experiência, como uma coisa experimental. Rapidamente descobrimos que nenhum programa alcançou sua meta. E ninguém sugeriu que essa lógica seria apropriada para contratos do setor privado liderados pelo governo. Nenhum projeto do setor privado era avaliado naquele período, nem mesmo agora. Então, quando olhamos a nanotecnologia, o que aconteceu com outras tecnologias? Não sabemos. Só sabemos pequenas partes, como o *chip* de silício, *chip* de computador, porque o David Pillow fez uma pesquisa durante alguns anos. Temos estudos esporádicos, mas não temos nada que diga: se você investir “x” milhões de dólares em um projeto que a General Dynamics ou a General Motors está promovendo, você vai ter “xyz” como resultado. De forma interessante, toda vez que olhamos isso vimos que o setor privado não estava indo melhor em relação ao setor público e, em muitos casos, estava pior do que o setor público. No início, nos primórdios da análise ambiental, um dos argumentos usados era que deveríamos olhar a produtividade do capital. O que se avaliava é que muito capital estava sendo dirigido para coisas ineficientes. Contudo que os capitalistas pudessem jogar esses custos para o setor público, eles continuavam lucrativos. Mas a produtividade do capital era baixa. Então, é como usar uma marreta para quebrar um ovo. Não sei se alguém já tentou, ninguém iria querer fazer uma omelete desse jeito.

Então, temos essa situação interessante de promoção por meio de indústrias existentes e indústrias que esperam, depois, alcançar novos níveis de lucratividade, lucratividade e lucratividade. E todas dizendo que estão fazendo tudo em nome do bem público. E não há nada que possamos usar para verificar isso. Como sociólogo, eu fiz durante alguns anos, por exemplo, pesquisa sobre o impacto das rodovias, porque pagavam bem. Mas era bem difícil, porque não havia dados para comparar um projeto com o outro. O mesmo se dá com a nanotecnologia. Muitos países têm muitas estradas e sabemos que há um custo ambiental e econômico, e se vocês já visitaram as cidades centrais nos Estados Unidos podem ver que os grupos de baixa renda ficaram encapsulados no meio de super-rodovias e ficaram presos no fosso, ao invés de entrarem no castelo. Então, descobrimos que as promessas não são cumpridas. Um grupo de cidadãos analisou o acordo de livre comércio da América do Norte (Nafta) e fizeram uma coisa simples: voltaram a todas as afirmações, para ver todas as afirmações de gerentes de empresas estadunidenses sobre o número de empregos que seriam gerados e analisaram, cinco anos mais tarde, quantos empregos foram gerados. E a resposta é que em

todos os casos o número de empregos tinha diminuído, e não aumentado. E o motivo para isso é que essas organizações que estão terceirizando para o México não estão pagando aos mexicanos um salário suficiente para eles comprarem seus produtos. Então, não há aumento na demanda dos produtos. E isso tem sido uma grande surpresa para muitos de nós.

Nós temos as peças do quebra-cabeça, mas ainda não juntamos tudo. Nós analisamos os investimentos no México e vemos que os ganhadores são os investidores nos Estados Unidos, não os trabalhadores nem os investidores mexicanos. Assim, essas avaliações tornam difícil, para mim, ser otimista com respeito à nanotecnologia porque, além da escala, não há nada mais que a separe dos seus precursores, das outras tecnologias. E os precursores quase sempre fizeram alegações muito parecidas com as alegações feitas a respeito da nanotecnologia.

Então, a pergunta agora é: o que dizer sobre a nanotecnologia? Vocês vão ficar surpresos: eu não vou dizer que não tenha investimentos em empresas de nanotecnologia, porque eu não sei onde meu fundo de pensão investe. Provavelmente, não quero saber, também. Nós temos os pensamentos de Tanigushi e Drexler, um deles foi físico e nenhum dos dois tinha especialização nas questões ambientais, sociais da nanotecnologia. Rapidamente, um grupo oponente explicitou o temor daquilo que chamamos de *grey goo*<sup>1</sup>. O temor de que essa tecnologia vá destruir os ecossistemas. O mundo não vai terminar com uma explosão e também não vai terminar com a nanotecnologia, mesmo que os piores temores se tornem uma realidade. E se eu estiver errado, vocês não vão poder me processar porque nem vocês nem eu estaremos vivos. Eu acho que as versões mais extremas de oposição à nanotecnologia, um desastre ecológico, por exemplo, não irão acontecer porque o modelo é muito simplista. Por outro lado, há outros temores, de que a nanotecnologia seja controlada por terroristas ou por organizações terroristas chamadas de concorrentes. Ou seja, seus concorrentes no mercado. E podemos imaginar guerras entre empresas para maximizar a produtividade e a lucratividade. E a regra é: você pode maximizar produção ou ecologia, mas não os dois. E aprendemos que isso é verdade, em muitos ecossistemas que destruímos, especialmente com resíduos tóxicos, e mesmo com resíduos orgânicos que sobrecarregam a biocapacidade dos sistemas. Então, vimos alguns pontos.

Eu acredito que a nanotecnologia, na melhor hipótese, não vai distribuir as coisas, vai manter a distribuição atual de renda e de tudo. Eu acho que vai ser uma

---

<sup>1</sup> (N. Org.). *Grey goo* ou *gray goo* é um termo para se referir a um hipotético fim do mundo, decorrente do domínio da nanotecnologia molecular, que produziria nanorrobôs auto-replicantes fora de controle (dos humanos), que consumiriam todo elemento vivo do planeta para sua auto-reprodução.

distribuição mais negativa, transferindo a renda dos trabalhadores para um lucro maior dos investidores. Nos últimos 30 anos temos visto isso. Poucas vezes analisamos, por exemplo, a situação na Europa e como ficaria sob diferentes modos de proteção ambiental. E, mesmo assim, deveríamos analisar isso. As empresas realmente pecam dessa forma, a distribuição negativa. Mas eu quero lembrar que todos nós vivemos em países que no último quarto de século realmente se tornaram países onde a distribuição de renda ficou cada vez mais negativa. Portanto, quando falamos de *status quo*, falamos de manter as enormes desigualdades com essa tecnologia. Então, no melhor caso não vamos ter melhoria de qualidade de vida, especialmente dos que moram nas favelas, aqueles que têm poucas qualificações. Nós vamos aumentar aquilo que temos hoje, a desigualdade. Para mim, como economista, a melhor previsão para os resultados socioeconômicos da nanotecnologia são as tendências recentes. E as tendências recentes têm demonstrado que a inovação tecnológica tem beneficiado os investidores e não os trabalhadores. Eu devo dizer a vocês que minha pensão vai aumentar em 4% no ano que vem. Nenhum investidor aceita 4% de retorno para investir. Então, sabendo dessa mudança na distribuição de lucros e a ideologia associada, especialmente com variações de neoliberalismo, podemos ver como os benefícios públicos, necessidades públicas, como tudo isso vai ser cuidado pela nanotecnologia.

O Estado está subsidiando e passando os benefícios. Por exemplo, a rede de segurança para os cidadãos tem diminuído. Louis Manfred, em seu livro de 1934, *Técnicas e civilizações*, falou de meios neotécnicos, que é o meu argumento quando David Pillow diz que a nanotecnologia vai continuar causando uma distribuição desigual.

Há muitos exemplos contemporâneos: Chants, no sul dos Estados Unidos, e a guerra no Iraque, foram arenas em que quem mais precisava recebeu menos. Essa é a lição que eu aprendi em ciências sociais. Como no caso do impacto do furacão, no caso do Iraque mais dinheiro ainda vai ser desviado dos projetos sociais e, ao mesmo tempo, grandes investidores estão sendo recompensados com redução nos impostos que pagam. Deve ser o nirvana do neoliberalismo.

Concluindo, entendo que, ao passo que podemos pensar que o Brasil pode dar um salto quântico – especialmente com sua recuperação econômica – usando nanotecnologia, temos de analisar as outras coisas também. Por exemplo, um dos meus alunos fez uma pesquisa na British Petroleum. Ela está investindo 5% de seu faturamento em projetos de sustentabilidade, e isso é bem mais do que os outros estão fazendo no setor privado. Mas também sabemos que os outros 95% do dinheiro do faturamento estão sendo usados para aumentar a produção de combustíveis fósseis. Muitas vezes, não percebemos que há um mercado competitivo aí

fora, um mercado difícil, e isso não ajuda a sociedade. A absorção, a fusão de empresas costuma aumentar os lucros e diminuir os empregos. Então, agora temos pessoas dando atenção porque agora são os nossos empregos que estão em jogo. Eu vejo algo muito parecido no caso da nanotecnologia, e isso em qualquer país. Acho muito difícil seguir na direção oposta com a nanotecnologia.

# Intersecções entre sociologia e ecologia: a pesquisa como fenômeno social total a partir da perspectiva crítica de Jesús Ibáñez

José Manoel Rodríguez Victoriano

A palavra informação articula dois significados: *informar-se de* (extrair informação mediante a observação) e *dar forma a* (injetar neguentropia<sup>1</sup> mediante a ação).

Os sociólogos e ecólogos limitam-se a extrair informação sobre a realidade positiva, os socialistas e os ecologistas tentam injetar neguentropia para levar essa realidade a um de seus estados possíveis. Mas o rompimento gerou sociólogos e ecólogos mancos (podem dizer o que quiserem, de modo que não façam nada), socialistas e ecologistas cegos (podem fazer o que quiserem, mas como não sabem o que fazem não lhes serve para nada). Assim, toda a informação se concentra acima, toda a neguentropia abaixo; só os que mandam podem mandar.<sup>2</sup>

Jesús Ibáñez, *A contracorriente*.

## Os modelos teóricos na investigação dos conflitos socioecológicos

Quando o sujeito sabe o que faz, já se transformou em matemático: matemática não é mais do que a autoconsciência da própria atividade (da atividade real e – sobretudo – da atividade possível: o universo matemático é mais rico do que o universo real). Podemos transformar a frase que encabeça este capítulo (“um pesquisador quantitativo é o que não sabe o que faz e um pesquisador qualitativo é o que sabe o que faz”) por esta outra: um qualitativo é um quantitativo que sabe matemática.<sup>3</sup>

A segunda sessão do Segundo Seminário Internacional Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente, intitulada “Nanotecnologia, inovação e meio ambiente”, foi concebida como um debate, mediante videoconferência, com o professor Allan Schnaiberg, da Universidade de Northwestern, em Chicago, e sua importante obra

---

<sup>1</sup> Neguentropia: conceito procedente da teoria da informação. O inverso da entropia, a disponibilidade energética, a capacidade de organizar. Curiosamente, como a entropia é uma medida de uma falta, de uma indisponibilidade, ela é sempre negativa, e portanto a neguentropia é positiva, apesar do nome. O conceito de neguentropia tornou-se importante no estudo da complexidade, quando se constatou que sistemas abertos têm a capacidade de gerar organização, como os seres vivos.

<sup>2</sup> IBÁÑEZ, J. *A contracorriente*. Madri: Fundamentos, 1997. p. 44.

<sup>3</sup> IBÁÑEZ, J. Las medidas de la sociedad. *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, Madri, n. 29, p. 88, 1985b, tradução nossa.

teórica e investigadora. Nesse debate participamos Paulo Roberto Martins, coordenador do seminário e principal artífice desse encontro científico, Ignácio Lerma, professor do Departamento de Sociologia e Antropologia Social e decano da Faculdade de Ciências Sociais da Universidade de Valência, e eu mesmo.

Naquela sessão, nossas intervenções iniciais tiveram como objetivo introduzir os elementos do debate: a importância da obra de Allan Schnaiberg na tradição da sociologia ecológica; as relações entre o processo de produção, as relações trabalhistas e o meio ambiente; e, em terceiro lugar, as diferentes dimensões da sociedade e o conceito de “pesquisa” a partir da perspectiva da sociologia crítica espanhola. Concretamente, minha intervenção centrou-se nesta última questão, consistindo em apresentar o conceito teórico de pesquisa como fenômeno social total a partir da perspectiva do sociólogo Jesús Ibáñez<sup>4</sup>, um dos cientistas sociais mais relevantes na tradição da sociologia crítica espanhola, para pensar a interseção entre sociologia, ecologia política e transformação social. As páginas que se seguem reproduzem a dita intervenção. Do primeiro tópico, no qual se relacionam o nível de ruptura epistemológica, as perspectivas teóricas e a regulação metodológica na investigação sociológica dos problemas ecológicos, passamos a um segundo, que resume livremente a perspectiva do sistema social de Jesús Ibáñez; para concluir, no último item abordamos seu conceito de pesquisa como fenômeno social total.

Partindo da perspectiva epistemológica que inicia com Gastão Bachelard<sup>5</sup> e continua com Pierre Bourdieu<sup>6</sup>, Jesús Ibáñez<sup>7</sup> e Boaventura de Sousa Santos<sup>8</sup>, na interseção entre ciências sociais e ecologia podemos observar uma estreita vinculação entre o nível de ruptura epistemológica no qual se situa o conhecimento científico, o tipo de construção teórica e os modelos metodológicos de pesquisa que proporciona a interseção entre ciências sociais e ecologia. Em grandes linhas, podemos distinguir três rupturas epistemológicas<sup>9</sup>. A primeira constrói a ciência

---

<sup>4</sup> A influência de Jesús Ibáñez junto aos sociólogos espanhóis Alfonso Ortí e Ángel de Lucas foi decisiva na consolidação de uma tradição crítica na sociologia espanhola. Falecido em 1992, suas duas obras centrais – *Mais além da sociologia: o grupo de discussão técnica e crítica* (1979) e *Do algoritmo ao sujeito: perspectivas da pesquisa social* (1985a) – fundamentam os pilares epistemológicos, teóricos e metodológicos dessa corrente.

<sup>5</sup> BACHELARD, G. *La formación del espíritu científico*. Madri: Siglo XXI, 1982.

<sup>6</sup> BOURDIEU, P.; CHAMBOREDON, J. C.; PASSERON, J. C. *El oficio del sociólogo*. Madri: Siglo XXI, 1976.

<sup>7</sup> IBÁÑEZ, J. *Más allá de la sociología*. Madri: Siglo XXI, 1979.

<sup>8</sup> SANTOS, B. de S. *A crítica da razão indolente: contra o desperdício da experiência*. São Paulo: Cortez, 2000.

<sup>9</sup> RODRÍGUEZ VICTORIANO, J. M. Los discursos sobre el medio ambiente en la sociedad valenciana (1996-2000). *Quaderns de ciències socials*, València, n. 8, 2002; RODRÍGUEZ VICTORIANO, J. M. El oficio de la reflexividad. Notas en torno a Pierre Bourdieu y la tradición cualitativa en la sociología crítica española. In: ALONSO, L. E.; MARTÍN CRIADO, E.; MORENO PESTAÑA, J. L. *Pierre Bourdieu, las herramientas del sociólogo*. Madri: Fundamentos, 2004. p. 299-316.



moderna contra o sentido comum dominante. A segunda estabelece os limites da ciência clássica e se abre para o paradigma da complexidade. A terceira ruptura dirige o conhecimento científico para o senso comum<sup>10</sup>, informa-o cientificamente e o transforma em um novo senso comum de caráter emancipador. Três dimensões caracterizam esta terceira ruptura. Em primeiro lugar, o senso comum emancipador exige um conhecimento científico prudente para uma vida digna. Não despreza a aventura científica e a tecnologia nem seus usos, mas as subordina ao conhecimento de suas conseqüências e à sabedoria prudente da vida. Em segundo lugar, o senso comum emancipador está construído para privilegiar e ser usado pelos grupos sociais excluídos, marginalizados e oprimidos em seus processos e práticas de reconquista da emancipação social. Por último, a solidariedade enquanto forma de conhecimento é a condição necessária da solidariedade como prática política. Esta relação só é possível a partir de um senso comum, cientificamente informado de caráter emancipador.

Deste modo, se analisamos a interseção entre sociologia e ecologia desde a primeira ruptura epistemológica, comprovamos que os desenvolvimentos teóricos advindos desta ruptura a que dão lugar não consideram o ecossistema natural, seja a partir do etnocentrismo ocidental, seja a partir da excepcionalidade dos seres humanos; ou bem, a integram como ecologia humana. No limite da primeira ruptura epistemológica situa-se o novo paradigma ecológico de Canton e Dunlanp<sup>11</sup>.

Em conjunto, apesar de suas diferenças internas a respeito do grau de condicionamento, estas propostas assumem o condicionamento da vida social pelo entorno natural. Seu espaço acadêmico próprio é o da sociologia ambiental. O objeto que constrói a sociologia ambiental é um entorno natural tratado como uma “coisa” social no sentido que Durkheim<sup>12</sup> dava a este termo. Metodologicamente, a

---

<sup>10</sup> Boaventura de Sousa Santos caracteriza o senso comum do seguinte modo: “O senso comum é prático e pragmático, reproduz-se junto com as trajetórias e as experiências de vida de um grupo social dado, e nessa relação de correspondência inspira confiança e segurança. O senso comum é transparente e evidente, desconfia da opacidade dos objetivos tecnológicos e do esoterismo do conhecimento em nome do princípio de igualdade de acesso ao discurso, a competência cognitiva e lingüística. O senso comum é superficial porque desdenha as estruturas que estão mais além da consciência e, por isso mesmo, está numa posição privilegiada para captar a complexidade horizontal das relações conscientes entre as pessoas e as coisas. O senso comum é indisciplinar e não-metódico; não resulta de uma prática especificamente orientada para o produzir, reproduz-se espontaneamente no suceder cotidiano da vida. O senso comum privilegia a ação que não produza rupturas significativas no real. O senso comum é retórico e metafórico, não ensina, persuade e convence [...]” (SANTOS, 2000, p. 108)

<sup>11</sup> CANTON, W. R.; DUNLANP R. E. Environmental sociology: a new paradigm. *American sociologist*, Morgantown, WV, n. 13, p. 41-49, 1978.

<sup>12</sup> Durkheim pergunta o que é uma coisa; sua resposta é a seguinte: “À coisa se opõe a idéia como àquilo que é conhecido a partir de fora se opõe aquilo que se conhece a partir de dentro. É coisa todo objeto de conhecimento que não é naturalmente compreensível pela inteligência, tudo aquilo de que não podemos

perspectiva predominante de investigação da percepção ambiental na primeira ruptura epistemológica é a distributiva<sup>13</sup>. A pesquisa estatística de opinião, com seu modelo de pergunta-resposta, é a técnica mais usada, o que não exclui, como destaca a perspectiva teórica do construtivismo, enfoques qualitativos simplificadores.

No âmbito da segunda ruptura, podemos ter desenvolvimentos teóricos e metodológicos que possibilitam uma integração maior entre sociologia e ecologia, desde modelos que partem da economia política<sup>14</sup> até modelos que colocam a ênfase na crítica ao processo de modernização sociológica a partir da perspectiva dos limites ecológicos<sup>15</sup>. Seu espaço acadêmico próprio é o da sociologia ecológica. O objeto social que constroem é o meio ambiente como intercâmbio de informação e energia. Quanto à regulação metodológica, a perspectiva de investigação social predominante é a estrutural. As práticas qualitativas, como o grupo de discussão ou as entrevistas abertas, são seus métodos privilegiados. A complementaridade entre a pesquisa social quantitativa e a qualitativa é um pressuposto central dentro deste modelo.

Por último, no interior da terceira ruptura encontramos modelos que integram, no âmbito da ecologia política, as ciências sociais, o paradigma da complexidade e a aposta explícita na transformação social.<sup>16</sup> A pesquisa é o fenômeno social total

ter uma noção adequada por um mero procedimento de análise mental, tudo aquilo que o espírito não pode compreender mais do que a condição de sair de si mesmo, por meio de observações e experimentos, passando progressivamente dos caracteres mais exteriores e imediatamente mais acessíveis aos menos visíveis e mais profundos." DURKHEIM, E. *Las reglas del método sociológico y otros escritos*. Madri: Alianza, 2000. p. 37, tradução nossa.

<sup>13</sup> Jesús Ibáñez distingue três perspectivas no processo de investigação social: a distributivista, a estrutural e a dialética. A primeira é empirista, pontua sobretudo o nível tecnológico. A segunda pontua sobretudo o nível metodológico, articula empirismo e formalismo. A terceira pontua sobretudo o nível epistemológico, articula empirismo, formalismo e intucionismo. IBÁÑEZ, J. Perspectivas en la investigación social: el diseño en las tres perspectivas. In: GARCÍA FERRANDO, M.; IBÁÑEZ, J.; ALVIRA, F. (Ed.). *El análisis de la realidad social*. Madri: Alianza, 2005. p. 57-58.

<sup>14</sup> ALTVATER, E. *El precio del bienestar: expolio del medio y nuevo (des) orden mundial*. Valência: Alfons el Magnanim, 1994; MARTÍNEZ-ALIER, J. *L'ecologisme i l'economia: història d'unes relacions amagades*. Barcelona: Edicions 62, 1984; O'CONNOR, J. Las condiciones de producción. Por un marxismo ecológico, una introducción teórica. *Ecología Política*, Madri, n. 1, p. 113-130, 1990; SCHNAIBERG, A. *The environment: from surplus to scarcity*. Nova York: Oxford University Press, 1980; SCHNAIBERG, A.; GOULD, K. *Environment and society: the enduring conflict*. Nova York: The Blackburn Press, 2000.

<sup>15</sup> GARCÍA, E. *Medio ambiente y sociedad: la civilización industrial y los límites del planeta*. Madri: Alianza, 2005; SEVILLA GUZMÁN, E.; GONZÁLEZ DE MOLINA, M. *Ecología, campesinato y historia*. Madri: La Piqueta, 1993.

<sup>16</sup> GARRIDO PEÑA, F. *La ecología política como política del tiempo*. Granada: Universidad Granada, 1996; IBÁÑEZ, J. Hacia un concepto teórico de explotación. *Sistema*, Madri, n. 53, p. 39-56, mar. 1983; LEFF, E. *Ecología y capital: racionalidad ambiental, democracia participativa y desarrollo sustentable*. México: Siglo XXI, 1986; SANTOS, 2000; SHIVA, V. *Abrazar la vida: mujer, ecología y desarrollo*. Madri: Horas y Horas, 1988.

nesta perspectiva. A perspectiva dialética é a central. A regulação metodológica passa pelos modelos de pesquisa-ação participativa<sup>17</sup>.

Como assinala Leff<sup>18</sup>, trata-se de assumir que tanto a perspectiva ecológica como a problemática ambiental iniciaram um caminho de transformação dos métodos de

**Quadro 1 – Modelos teóricos da interseção entre a sociologia e a ecologia em função da sua regulação metodológica na pesquisa sobre a percepção ambiental**

	Perspectiva de pesquisa social predominante	Nível tecnológico (como se faz) Jogo de linguagem	Nível metodológico (por que se faz) Funções de linguagem	Nível epistemológico (para que, para quem se faz) Efeitos de linguagem Proposta política
Interseção sociologias/ecologias sociologia meio ambiental	Distributiva	Pergunta/resposta Pesquisa de opinião	Função referencial da linguagem Elementos da rede (unir-se a suas prescrições)	Assimetria Fecha o campo Desenvolvimento sustentável Educação ambiental
Interseção sociologias/ecologias: sociologia ecológica	Estrutural	Conversação Grupo de discussão Entrevista aberta	Função estrutural da linguagem. Estrutura da rede (explora os caminhos possíveis)	Simetria tática Assimetria estratégica Sustentabilidade socioecológica Cultura da sustentabilidade.
Interseção sociologias/ecologias: ecologia política	Dialética	Assembleia Socioanálises Investigação Ação participativa	Função pragmática da linguagem Construção da rede (fazer outra rede)	Simetria real Abre e libera os dizeres e os fazeres. Emancipação social Transformação do sistema de relações de exploração capitalistas

Fonte: elaboração própria a partir de Jesús Ibáñez e Colectivo IOÉ

<sup>17</sup> VILLASANTE, T. La perspectiva dialéctica y la perspectiva práxica. In: ALVAREZ URÍA, F. (Ed.). *Jesús Ibáñez, teoría y práctica*. Madri: Endimión, 1997. p. 293-302; VILLASANTE, T.; MONTAÑES, M.; MARTÍ, J. *La investigación social participativa: construyendo ciudadanía*. v. 1. Madri: El Viejo Topo, 2001.

<sup>18</sup> LEFF, E. Sociología y ambiente: formación socioeconómica, racionalidad ambiental y transformaciones del conocimiento. In: \_\_\_\_\_ (Comp.). *Ciencias sociales y formación ambiental*. Barcelona: Gedisa, 1994. p. 17-20.

investigação e as teorias científicas tradicionais para poder apreender uma realidade em vias de uma nova complexidade que transborda a capacidade de compreensão e explicação dos paradigmas teóricos clássicos. Sua estratégia epistemológica parte de um enfoque orientado para a construção de uma realidade social, aberta para a diversidade, as interdependências e a complexidade, e oposta à racionalidade do sistema capitalista dominante e cujo objetivo busca articular a unidade da ciência e a homogeneidade da realidade. A construção desta nova “racionalidade socioecológica” aparece como um processo aberto que conjuga produção teórica, desenvolvimento tecnológico, mudanças institucionais e transformação social. Todavia, de acordo com Leff o processo ainda está aberto:

Ainda não se constituiu uma sociologia ambiental, entendida como uma disciplina com um campo temático, conceitos e métodos de investigação próprios, capaz de abordar as relações de poder nas instituições, organizações, práticas, interesses e movimentos sociais, que atravessam a questão ambiental e que afetam as formas de percepção, acesso, usufruto dos recursos naturais, assim como a qualidade de vida e os estilos de desenvolvimento das populações. Este conjunto de processos sociais determina a possibilidade de construir uma racionalidade social para transitar em direção a uma economia global sustentável e de constituir formações econômicas fundadas nos princípios e potenciais ambientais.<sup>19</sup>

A questão não é só por dificuldades científicas (de fato, nunca há “apenas” dificuldades científicas), mas sim porque na construção de uma “racionalidade socioecológica” inclusive suas propostas teóricas mais abstratas estão vinculadas à solução de problemas concretos e a estratégias políticas igualmente concretas:

a resolução dos problemas ambientais, assim como a possibilidade de incorporar as condições ecológicas e bases de sustentabilidade aos processos econômicos – de internalizar as externalidades ambientais na racionalidade econômica e os mecanismos do mercado – para construir uma racionalidade ambiental e um estilo alternativo de desenvolvimento, implicam a ativação e objetivação de um conjunto de processos sociais: a incorporação dos valores do ambiente na ética individual, nos direitos humanos e nas normas jurídicas dos atores econômicos e sociais; a socialização, o acesso e a apropriação da natureza; a democratização dos processos produtivos e do poder político; as reformas do Estado que lhe permitam mediar a resolução de conflitos de interesses em torno da propriedade e aproveitamento dos recursos e que favoreçam a gestão participativa e descentralizada dos recursos naturais; o estabelecimento de uma legislação ambiental eficaz que regule os agentes econômicos, o governo e a sociedade civil; as transformações institucionais que permitam uma transformação transetorial do desenvolvimento; e a reorientação interdisciplinar do desenvolvimento do conhecimento e da formação profissional.<sup>20</sup>

---

<sup>19</sup> LEFF, 1994, p. 18, tradução nossa.

<sup>20</sup> LEFF, 1994, p. 20, tradução nossa.

Em suma, é um processo político e social que passa pela confrontação e concertação de interesses opostos, pela reorientação de tendências, pela ruptura de obstáculos epistemológicos e barreiras institucionais e a inovação dos métodos de investigação, e a produção de novos conceitos e conhecimentos. Um processo que se orienta ao futuro na busca e criação de novas formas de organização produtiva e organização social.

Neste contexto, há que situar o conceito teórico de exploração como “fenômeno social total”, de Jesús Ibáñez<sup>21</sup>, e sua definição do sistema social como organização energética e informacional. Em conjunto, a obra de Jesús Ibáñez contribui com elementos fundamentais para a tarefa de fundamentar epistemológica, teórica e metodologicamente a perspectiva da ecologia política e a investigação social. A partir da dita obra, os seguintes tópicos limitam-se a apresentar uma mera síntese, a mais ajustada possível, dos ditos elementos, ficando pendentes as implicações, as convergências e as divergências com o trabalho de Allan Schnaiberg. O resumo tem duas partes: a primeira dá conta da concepção de Ibáñez sobre o sistema social como organização energética e informacional; a segunda apresenta a exploração como fenômeno social total, seus tipos e o conceito de ética da (eco) responsabilidade.

### **O sistema social como organização energética e informacional, a estrutura da sociedade: bases físicas e biológicas**

Enquanto se aceita reconhecer, deixando de negar a evidência histórica, que a razão não está arraigada numa natureza anti-histórica, e, como a invenção humana só pode afirmar-se em relação com jogos sociais aptos a propiciar sua aparição e seu exercício, é possível utilizar as condições históricas de seu desenvolvimento para tratar de fortalecer tudo o que por natureza favorece, em cada campo, o reino exclusivo da sua lógica específica, quer dizer, a independência a respeito de qualquer classe de poder ou autoridade extrínsecos: tradição, religião, Estado, forças do mercado. Assim, por esta perspectiva, caberia traçar a descrição realista do campo científico como uma espécie de utopia razoável do que poderia ser um campo político conforme a razão democrática.

P. Bourdieu, *Meditaciones pascalianas*.

Seguindo a perspectiva de Ibáñez, em um conjunto social podemos considerar três níveis: elementos (indivíduos), relações entre esses elementos (estru-

---

<sup>21</sup> IBÁÑEZ, J. *Del algoritmo al sujeto*. Madrid: Siglo XXI, 1985a; \_\_\_\_\_. *Nuevos avances en la investigación social: la investigación social de segundo orden*. Barcelona: Anthropos, 1990; \_\_\_\_\_. *El regreso del sujeto*. Santiago de Chile: Amerinda, 1991; IBÁÑEZ, 1979; 1983; 1997; 2005.

tura) e relações entre relações (sistema: relações entre estruturas e mudanças de estrutura). Os sistemas sociais conjugam os três níveis, são sistemas abertos para a energia e a informação, para enfrentar-se com o azar, integram a informação mediante mudanças na estrutura ou morrem. Suas estruturas só se reproduzem mudando.

O último fundamento para a sociedade na realidade é seu fundamento físico. Podemos distinguir dois tipos de *inputs* num sistema social: as contribuições de matéria e energia e as contribuições de informação. As primeiras, ao acumular reservas suficientes, põem o sistema em condições de funcionar; as segundas o ordenam, ou sugerem ao sistema como deve funcionar (computação) O crescimento de tamanho, “acrecção” do sistema depende das primeiras, a aprendizagem depende das segundas, e o crescimento depende da correlação entre umas e outras; não só porque um sistema só pode crescer quando armazena mais energia do que necessita para armazenar e transmitir a informação, mas porque deve haver uma co-implicação da energia com a informação para produzir o crescimento. A ordem física constitui a última textura de tudo o que existe; a partir dela, produzem-se integrações em diferentes sentidos: ordem biológica (no sentido de aumento da informação), ordem psicossocial (no sentido de equilíbrios e regulações entre energia e informação). Abordar as questões anteriores impõe um cruzamento de perspectivas entre as ciências naturais, humanas e sociais: física, biologia e antro-po-psicossociologia, não reduzindo uma à outra ou integrando ambas em uma perspectiva mais complexa, mas descobrindo as singularidades de uma e outra, fazendo reflexões de cada uma sobre cada outra.

Dizia Galileu que o livro da natureza está escrito em caracteres matemáticos; Ibáñez, por sua parte, assinala que está em caracteres matemáticos, mas não está escrito: as leis naturais (físicas) são necessárias e por isso não é necessário escrevê-las. As únicas leis escritas são as culturais. Só se escreve o contingente. Na ordem física só há acontecimentos, na ordem vital há também registros dos acontecimentos – códigos genéticos –, na ordem social registros de registros de acontecimentos – códigos lingüísticos. A passagem da ordem física para a ordem vital e desta para a ordem social são paradoxos. Implicam a introdução da reflexão e, em consequência, da auto-referência.

### **A sociedade como sistema de subsistemas de intercâmbio entre sujeitos, objetos, e mensagens**

Podemos representar a sociedade como um conjunto de pessoas regidas por um sistema cuja função seria regular a entrada, a distribuição e a eliminação

da energia que esse conjunto gasta para subsistir. O sistema social para levar adiante esta tarefa articula a regulação dos componentes propriamente energéticos ou quantitativos – os aspectos econômicos, ligados ao fato físico da entrada e saída de energia do sistema –, e os aspectos informacionais ou qualitativos – o subsistema cultural, as instituições, que regulam a circulação interna dessa energia. De um ponto de vista estrutural, o sistema social como organização energética e informacional está formado por três subsistemas de intercâmbio:

- De sujeitos (relações de parentesco), economia libidinal;
- De objetos, (bens e serviços), economia política;
- As instituições sociais, mediante as proibições do consumo imediato e do intercâmbio imediato, regulam o intercâmbio e instituem o vínculo social. O sistema de instituições – a cultura – regula a entrada de energia necessária, a circulação, quer dizer, sua distribuição entre as diferentes partes do conjunto, e a saída, o derrame, da energia que sobra, uma vez que institui o vínculo social: a conexão das partes no conjunto. A linguagem desempenha um papel destacado na estruturação da ordem social. Os intercâmbios de sujeitos, objetos e mensagens se regulam mediante caminhos – preceitos ou prescrições – e paredes – interdições ou proibições – feitas de palavras. A fronteira entre a natureza e a cultura é lingüística.

Ao longo do processo de expansão capitalista, ou seja, de dominação do mundo pelo capital, podem-se distinguir três etapas, e em cada etapa indicar a operação fundamental que se realiza. Na primeira etapa, *protocapitalismo colonialista*, o capital captura matéria-energia: terras e homens. A tarefa fundamental do sistema é incorporar energia exterior. As distintas potências enfrentam-se pela incorporação de espaços exteriores não-ocupados, pela incorporação de novas terras e novos homens. A operação fundamental é a dedução. A mecânica é o modelo de todas as ciências, tudo se explica por relações de força, pela composição aditiva de forças externas.

A segunda etapa corresponde ao *capitalismo de produção e acumulação*, supõe um segundo momento que historicamente coincide com a revolução industrial. O crescimento do sistema capitalista se produz por “digestão” das coisas e pessoas incorporadas, por produção de energia interior a cargo de suas partes – eficiência produtiva dos recursos naturais e da força de trabalho. Nesta etapa, a tarefa fundamental consiste em explorar as energias internas mais do que incorporar as externas. O capital transforma a matéria-energia incorporada e a informa para que possa se acumular nele, fazendo-a solvente. A operação fundamental é a produção. A termodinâmica é o modelo geral de todas as ciências. A termodinâmica é a mecânica de um sistema fechado no qual a soma total de

energias é a mesma no momento inicial e no momento final (princípio de conservação); e no qual a temporalidade se resolve na maior probabilidade de um estado do sistema, a que chamamos posterior, num acontecer que se dirige para a decomposição ou a morte (princípio de entropia). O sistema inicia sua decadência alimentando-se de suas partes internas.

A terceira etapa corresponde ao *capitalismo de consumo*. Consiste na retenção e circulação da matéria-energia transformada e informada. Esta etapa coincide com a segunda revolução industrial. O sistema capitalista já não se ocupa tanto de produzir energia, de transformar sua energia interna, como de regular a circulação de sua energia em seu interior. A tarefa fundamental é a tradução, o controle consciente do funcionamento do sistema capitalista, um controle que se realiza mediante a medição e a quantidade, a classificação do depósito e organização da memória. A teoria da informação e a teoria de sistemas são o modelo geral das ciências<sup>22</sup>.

Nas três etapas, a dominação capitalista é basicamente uma dominação sobre os homens, a dominação sobre a natureza é só um rodeio necessário. A conclusão é que é uma captura de homens, a produção é antes de tudo domesticação de homens (enquanto produtores no capitalismo de produção, enquanto consumidores no capitalismo de consumo), a interpretação é sobretudo retenção e circulação de homens, possibilitando que os seres humanos estejam dispostos a juntar-se a qualquer terminal de produção ou de consumo.

O que as ciências sociais dominantes ocultam e dissimulam é a exploração de partes do sistema por outras e o poder (o poder das partes exploradoras para subverter a lei que as confina nessa situação). A fragmentação das ciências sociais em disciplinas estanques oculta a exploração e constroem uma aparência de simetria que dissimula a assimetria das relações de intercâmbio. Os investigadores sociais encontram-se presos numa situação paradoxal: seu objeto privilegiado de análise é o poder – que, por sua vez, é não-reconhecido no campo social –, mas é também seu principal e, em última instância, seu único cliente.

---

<sup>22</sup> Ver: CASTELLS, M. *La era de la información*. La sociedad red. Madri: Alianza, 1997; FERNÁNDEZ DURÁN, R. *La explosión del desorden: la metrópoli como espacio de la crisis global*. Madri: Fundamentos, 1993. Durante a década de 1990, as novas tecnologias de informação e a comunicação possibilitaram a descentralização da produção e, ao mesmo tempo, a centralização das decisões, a gestão e o controle. Sem elas, não seria viável aproveitar as vantagens comparativas das condições de hiperexploração dos mercados de trabalho da periferia, barateando os custos de produção e centralizando os processos de acumulação do capital no norte: transnacionalização do capital, o capital de qualquer país circula no mercado internacional buscando o lugar mais rentável. A sociedade desinformada da informação é seu correlato cidadão, como já assinalou: LASH, S. *Crítica de la información*. Buenos Aires: Amorrourtu, 2005.



### **Do intercâmbio reversível e proporcional nas sociedades protocapitalistas ao intercâmbio irreversível e assimétrico nas sociedades históricas**

A proibição do incesto, na economia erótica, fundamenta a ordem cultural<sup>23</sup>, até o ponto em que se pensou que todas as regras culturais pudessem ser consideradas como geradas por um sistema de transformações dela. Na proibição do incesto, conjugam-se a proibição da relação reflexiva (onanismo, consumo imediato) e a proibição das relações simétrica (homossexualidade) e assimétrica imediata (incesto). A proibição do incesto impede a endogamia e gera um vínculo entre grupos diferentes. Desde Lévi-Strauss<sup>24</sup>, a proibição tem um conteúdo positivo, é menos uma regra que impede esposar mãe, irmã ou filha que uma regra que obriga a dar mãe, irmã, filha a outros. É a regra do “dar” por excelência, o fundamento da sociabilidade. Na proibição, a reversibilidade é assegurada porque o varão que toma mulher terá filhas para dar; a proporcionalidade é assegurada porque o número de filhos tende a ser da mesma ordem que de filhas.

Na ordem da economia política, o intercâmbio de bens e serviços conjuga-se com a proibição do consumo imediato (o gozo sem produção, para consumir há que produzir, daí o sentido da transgressão de Paul Lafargue com sua reivindicação da indolência), e a proibição do intercâmbio imediato estabelecendo a obrigação de comerciar. Os termos *hau* dos habitantes das ilhas da Nova Zelândia e *potlach* dos peles-vermelhas do noroeste do Pacífico expressam esta obrigação que consiste em dar, receber e devolver<sup>25</sup>. A reversibilidade é assegurada pela divisão soci-

---

<sup>23</sup> Como se sabe, Lévi-Strauss entende que tudo o que é universal no homem depende da ordem da natureza e se caracteriza pela espontaneidade, que tudo o que está submetido a uma norma pertence à cultura e apresenta os atributos do relativo e do particular. Entretanto, a proibição do incesto apresenta, indissolavelmente reunidos, os dois caracteres: constitui uma regra, mas a única entre todas as regras sociais que possui ao mesmo tempo um caráter de universalidade: “É conhecida a função que a proibição do incesto cumpre nas sociedades primitivas. Ao projetar – se cabe dizê-lo assim – as irmãs e as filha fora do grupo consanguíneo e destinar-lhes esposos provenientes de outros grupos, une entre esses grupos naturais vínculos de aliança que são os primeiros que se podem qualificar de sociais. A proibição do incesto fundamenta, desta maneira, a sociedade humana e é, em um sentido, a sociedade.” (LÉVI-STRAUSS, C. *Antropología estructural*. Buenos Aires: Eudeba, 1973. p. 36, tradução nossa)

<sup>24</sup> LÉVI-STRAUSS, 1973; \_\_\_\_\_. *Tristes trópicos*. Buenos Aires: Eudeba, 1976.

<sup>25</sup> A dissertação do sábio maori Tamati Ranapiri recolhida pelo antropólogo Elsdon Best em 1909 diz: “E agora, a propósito do *hau* do bosque. Este *hau* não é o *hau* que sopra. Não vou te explicar cuidadosamente. Tu tens um objeto de valor que me dás. Não temos nenhum acordo quanto ao pagamento. E então eu dou esse objeto a algum outro, e o tempo passa e passa, e esse homem pensa que possui esse objeto de valor e que me deve devolver em pagamento qualquer coisa, e assim o faz. Mas esse objeto de valor que me é dado é o *hau* do objeto de valor que me havia sido dado antes por ti. É preciso que eu te dê. Não seria justo que eu o guardasse para mim. Porque esse objeto é o *hau* de outro objeto de valor. Se eu o guardasse em minha possessão esse objeto, algo de mau me aconteceria. Isso é o *hau*, o *hau* dos objetos de valor, o *hau* do bosque, e basta por hoje.” Jesús Ibáñez propõe traduzir *hau* por produto ou lucro, ficando o texto do seguinte modo: “Mas esse objeto de valor que me é dado é o produto do objeto de valor que me havia sido dado antes por ti. É preciso que eu te dê. Não seria justo que eu o guardasse para mim. Porque esse objeto é o

al do trabalho; a proporcionalidade é assegurada porque a circulação está regulada por uma lei de intercâmbio que ajusta o que se dá ao que se recebe.

Na ordem da economia significante, o subsistema que regula o intercâmbio de palavras articula a proibição do uso poético, entendendo por tal o uso das palavras como puro “valor”, componente semiótico, pulsional e material da fala, em vez de seu uso como “signo” de comunicação; e a proibição do intercâmbio verbal imediato – passa-se do intercâmbio privado e interpessoal ao intercâmbio público e impessoal<sup>26</sup>. A reversibilidade é assegurada porque a posição do destinador e a do destinatário são sempre reversíveis – emprego “eu” dirigindo-me a alguém que na minha alocação será um “tu”. Esta condição de possibilidade é constitutiva da “pessoa”, pois implica reciprocidade, torno-me “tu” naquele em que em sua alocação se designa como “eu”. A proporcionalidade fica assegurada porque o universo semântico é um sistema de mediações entre termos contrários (os últimos serão os primeiros, mito de Édipo: desejo da mãe/assassinato do pai; busca do prazer/castração).

Nas três ordens, proibição de um regresso à mãe, à natureza, proibição do prazer, necessariamente tem de se fazer um desvio pelo labirinto cultural, idealista e patriarcal, construído a partir da lei do pai. Princípio de realidade. O aspecto comum dos três subsistemas é a regulação (controlando seu passo e ligando a) da entrada, circulação e distribuição e saída de energia natural no sistema cultural. Pela reprodução, penetra na base material (biológica) da espécie, intercâmbio da espécie consigo mesma, que é domada/ligada pela lei edípica. Pela produção econômica, penetra o contexto material, o meio físico, intercâmbio da espécie com seu meio natural, que é domada/ligada pela lei do valor<sup>27</sup>. Pela escritura (fônica ou gráfica), penetra na base material do contexto cultural, a energia é ligada pelo sentido.

---

lucro de outro objeto de valor.” O que Ranapiri quer nos dizer com seu conto do *hau* é que todo lucro ou mais-valia vai retornar à sua origem, pelo menos na medida necessária para que continue sendo origem. Só nas sociedades sem acumulação o intercâmbio é recíproco, a apropriação rompe a reciprocidade. A propriedade, para Lévi-Strauss, é a não reciprocidade, e a não-reciprocidade é o roubo. Pierre Castres propõe os *guaeaki*, sociedade de caçadores nômades da América do Sul, como exemplo de sociedade sem acumulação: os homens caçam e as mulheres transportam. Esta divisão está fixada por um tabu que impede às mulheres tocar o arco e, por outro, impede aos homens tocar o *cuévano* (cesta mais alta do que larga, utilizada para o transporte) e se, por uma complicação circulatória, o caçador não pode comer sua presa, quer dizer que tem de doá-la e obter outra de outro caçador, o que gera o vínculo social. Ver: CASTRES, P. *La sociedad contra el Estado*. Caracas: Monte Ávila, 1978.

---

<sup>26</sup> O mito sumério da Torre de Babel reflete a passagem da palavra ao discurso.

<sup>27</sup> Jesús Ibáñez distingue três momentos que se sucedem na evolução da lei de valor como reguladora do intercâmbio social. No primeiro momento, protocapitalismo, uma lei natural do valor regula o intercâmbio

Como vemos, de acordo com a perspectiva de Ibáñez há intercâmbio interno em cadeia em cada um dos subsistemas, mas também intercâmbio entre eles: a) O sistema de parentesco comunica-se com o sistema econômico (divisão do trabalho entre sexos) e ao contrário (compra de mulher ou marido, explícita nas sociedades pré-históricas, implícita nas sociedades históricas); b) O sistema econômico comunica-se com o sistema significante (mercados de discursos, advogados, professores) e ao contrário, o sistema significante irrompe no sistema econômico: a ideologia oferece uma compensação no discurso para a exploração na prática (todos somos iguais); c) O sistema de parentesco comunica-se com o sistema significante (alteração da voz ao falar de temas sexuais) e ao contrário (por exemplo, o escarcéu verbal entre amantes no qual não se diz nada).

### **A emergência do poder: emergência do Estado e da História**

Do ponto de vista histórico, toda estrutura está exposta a acontecimentos, a irrupções aleatórias de energia que não se podem vincular, quer dizer, ao impacto sobre o sistema de energia em tal quantidade que o sistema não consiga sujeitá-la e fazê-la fluir. O acontecimento seria o encontro traumático da energia com a instituição ordenadora. A obra do sociólogo francês Edgar Morin<sup>28</sup> propôs um modelo para dar conta dos acontecimentos na evolução dos sistemas. Todo sistema está dotado de uma organização geradora que o permite reproduzir-se, gerando acontecimentos que o aplicam. Mas, por sua relação aberta com o meio, produzem-se outros acontecimentos não-programados como, por exemplo, a mutação biológi-

---

social, o fenômeno social total é a “dedução”: tudo se reduz ao saber e aos bens de uma substância inesgotável – Deus ou a natureza; as coisas valem por suas qualidades naturais ou divinas, a produção tem a forma de uma imitação. No segundo momento, capitalismo de produção e acumulação, a lei mercantil de valor regula o intercâmbio social, o fenômeno social total é a “produção”: tudo é produzido pelo trabalho humano, o saber e os bens; as coisas valem pelo trabalho incorporado, o trabalho e os produtos são meramente intercambiáveis, objetos de comércio. No terceiro momento, capitalismo de consumo, a lei estrutural de valor regula o intercâmbio social, o fenômeno social total é a “tradução”: tudo é traduzido, o saber e os bens, transportados de um lugar a outro, de um tempo a outro; os homens e as coisas são átomos insignificantes que se acoplam indiferentemente aos terminais de produção ou consumo do capital, valendo por sua disponibilidade e capacidade de acoplamento. As três leis de valor são aspectos e/ou fases de uma mesma lei, aspectos que se vão descobrindo à medida que o capital descobre sua lógica, cada um vai recobrando o anterior como um caso particular, assim o capital absorve a natureza e a história, primeiro a extorsão de forças naturais (valor de uso, os homens e as coisas conservam sua natureza); a seguir, transformação dessas forças mediante a produção e acumulação em capital, (valor de câmbio, homens e coisas perdem sua natureza para serem objetos de intercâmbio); e, finalmente, circulação sem sentido (acoplamentos aleatórios, valores de disposição). Os três são especificações de um mesmo fenômeno social total: a exploração, do ecossistema pelo sistema, (dedução natural), de uma parte do sistema por outra parte (produção social) e do sistema por si mesmo (circulação).

<sup>28</sup> MORIN, E. *El paradigma perdido*: ensayo de bioantropología. Barcelona: Kairós, 1977; \_\_\_\_\_. *El método: la vida de la vida*. Madri: Cátedra, 1980; \_\_\_\_\_. *El método: la naturaleza de la naturaleza*. Madri: Cátedra, 1981.

ca. As sociedades pré-históricas estavam presas aos acontecimentos fenomenológicos que podiam modificar seu sistema gerador; as sociedades históricas estão abertas a esses acontecimentos. As sociedades históricas alimentam-se dos perigos que as ameaçam, evoluem integrando os acontecimentos exteriores nos dispositivos geradores de seus sistemas e dão lugar a sociedades humanas complexas nas quais estão integrados os acontecimentos evolutivos incidentais e acidentais: desvios individuais e desordens e conflitos sociais. Integram as mudanças nas estruturas e podem dar lugar a mudanças de estrutura que modifiquem o sistema: morfogênese.

O primeiro acontecimento da História é a aparição do Estado. O Estado é um acontecimento que funda a História, submergindo a sociedade na política. A violência do Estado rompe a reversibilidade e proporcionalidade do intercâmbio, inicia a acumulação: de objetos em forma de capital, de sujeitos em forma de poder, e de mensagens em forma escrita, ideologia. Estas acumulações baseiam-se numa acumulação originária: acumulação de tempo em forma de história ou de poder. Nas sociedades chamadas pré-históricas ou não-históricas, não há um poder autônomo claramente separado do grupo. Podemos dizer, seguindo Castres (1980), que as sociedades primitivas utilizam o poder para juntá-lo à força dos acontecimentos, na guerra, e o isolam na paz, para que não possa chegar a ser um acontecimento. A intuição sobre o que é o poder político, nestas sociedades não-históricas, leva-as a inventar meios para neutralizar a virulência da autoridade política; a autonomia do poder político supõe para o grupo um risco mortal, semelhante à irrupção de acontecimentos catastróficos procedentes da natureza, que limitam o universo da sua cultura.

A erupção do poder político em forma de Estado supõe, nas sociedades históricas, a generalização entre poder e violência (já não só frente ao exterior, outras sociedades, mas também no interior: normalização mediante violência explícita, castigo, ou implícita, vigilância das classes, grupos ou indivíduos “desviados”). As relações sociais tornam-se assimétricas, relações entre dominantes e dominados. Frente ao intercâmbio – simétrico –, a acumulação – assimétrica. Acumulação de tempo: a História é uma máquina para recuperar a desordem: as sociedades históricas absorvem acontecimentos, convertendo sua energia em processos de inovação e mudança. Acumulação de bens: a economia de subsistência é substituída pela economia de reserva e acumulação (em vez de gasto) do excedente. A economia da abundância é substituída por uma economia da escassez. M. Sahlins<sup>29</sup> de-

---

<sup>29</sup> SAHLINS, M. *Economía en la edad de piedra*. Madri: Akal, 1977.

monstra que a sociedade paleolítica é uma sociedade da abundância, porque, mesmo em nível muito baixo, há equilíbrio entre necessidades e bens. Por sua parte, Baudrillard (1980) assinalou que o que fundamenta a confiança dos homens primitivos e faz com que estes vivam na abundância e dentro desta mesma sociedade haja fome, é, em última instância, a transparência e a reciprocidade das relações sociais. Nenhuma monopolização da natureza, do solo, dos instrumentos, dos produtos do trabalho, obstaculiza os intercâmbios e institui a escassez. A acumulação é sempre origem do poder.

Acumulação de palavras. As palavras substituem as coisas e se constituem em objeto de comércio. Lévi-Strauss<sup>30</sup> assinalou que as sociedades primitivas procuraram evitar que os indícios se confundam com as coisas e que as coisas se confundam com os indícios. Os pigmeus da Malásia consideram tabu rirem da própria imagem no espelho, evitam tomar uma imagem pela coisa representada (em alguns países do chamado “Terceiro Mundo”, os autóctones evitam ser fotografados pelos turistas). Pelo contrário, nas sociedades ocidentais as palavras trocam-se por coisas, sua ideologia realiza a disjunção entre os súditos e o prazer, o sofrimento do presente é trocado pela promessa “discursiva” da felicidade: depois de mortos: “amanhã cadáveres gozareis” (religiosa); “amanhã gozareis” (política); “gozareis” (publicitária). Nas sociedades históricas, a fala é cada vez mais retórica e o padre vende seus serviços, a conexão entre o poder e o saber se fazem indissociáveis.

### **As crises na circulação da energia**

Quando o acontecimento irrompe na circulação, estamos na presença de uma crise: a energia não circula, porque não entra em quantidade suficiente ou porque sua circulação foi bloqueada. Nas sociedades estáveis, sociedades primitivas, contra o Estado, as crises quantitativas costumam estar ligadas a uma “catástrofe” natural (desequilíbrio na relação entre espécie e meio), seja pelo crescimento excessivo da espécie – explosão demográfica –, seja pela baixa excessiva do meio – baixa brusca das subsistências; as crises qualitativas estão ligadas a uma “catástrofe” cultural: uma súbita mudança do sistema de valores. As crises nestas sociedades apontam, prefiguram a História.

Nas sociedades crescentes, históricas, submetidas ao Estado, as crises qualitativas são bloqueios na circulação da energia, de produtos ou de força de trabalho, que ao longo do tempo aperfeiçoam o sistema, pois a energia bloqueada é o mo-

---

<sup>30</sup> LÉVI-STRAUSS, C. *Les structures élémentaires de la parenté*. Mouton, Paris: La Haya. 1967.

tor da sua reforma<sup>31</sup>. As crises qualitativas sobrevêm quando os reguladores do sistema – as instituições – não são capazes de captar a energia, quando os sujeitos desistem dos fins que o sistema lhes atribuiu. As crises nestas sociedades refletem a impotência frente ao poder, a necessidade de seguir na História sob outra forma de poder e a impossibilidade de sair da História.

Os sistemas socioeconômicos programados para a exploração – competição, exploração e acumulação – opõem-se aos sistemas socioeconômicos programados para a exploração – cooperação, uso e armazenagem. Os primeiros estão programados para a morte, seu valor de sobrevivência apresenta só uma parte, a parte que domina ao custo da morte do conjunto, mas, no extremo, a destruição do conjunto que possibilita a sobrevivência da parte dominante acaba destruindo essa parte<sup>32</sup>.

Depois deste item que resume em grandes linhas as características mais relevantes do sistema social como organização energética e informacional, o item seguinte centra-se no conceito de exploração e seus tipos.

### **A exploração como fenômeno social total no capitalismo de produção e no de consumo**

As verdades incontestáveis têm a desvantagem de obscurecer a verdade embotando os sentidos. Quase ninguém ficará alarmado se lhe disserem que, em tempos de continuidade, o futuro equivale ao passado. Só alguns se darão conta de que, se isto ocorre em tempos de mudança sociocultural, o futuro não vai se parecer com o passado. Mais ainda, frente a um futuro não claramente percebido não sabemos como agir e só nos resta uma certeza: se não atuamos nós mesmos, alguém vai fazê-lo por nós. Assim é que, se desejamos ser sujeitos, mais do que objetos, o que vemos agora, isto é, nossa percepção, deve ser mais uma prevenção que uma verificação *a posteriori*.

Heinz Von Foerster, *Las semillas de la cibernética*.<sup>33</sup>

<sup>31</sup> Em termos econômicos é o problema do capitalismo e suas crises cíclicas. Na terminologia clássica, os períodos de crise/descenso brusco da produção, desocupação em massa, redução de rendas monetárias, baixa dos preços e contração dos mercados, e os períodos posteriores criam as condições para um aumento das taxas de lucro sobre as taxas de mais-valia. O descenso da produção, devido a crises, origina a seguir forças que tendem a provocar nova expansão produtiva, levando-a a um nível mais alto. Desde a economia de inspiração ecológica destaca-se como a interpretação anterior expressa uma concepção de exploração ilimitada dos recursos naturais. O motor da transformação converte-se em motor da destruição irreversível do sistema.

<sup>32</sup> Em meu modo de ver, a constatação empírica destes fatos nas sociedades capitalistas ocidentais está na base do auge da investigação meio-ambiental contemporânea.

<sup>33</sup> VON FOERSTER, H. *Las semillas de la cibernética*. Barcelona: Gedisa, 1991. p. 187.

A sociologia crítica, partindo de Marx, utilizou a categoria de exploração do homem pelo homem para analisar e explicar as relações sociais como elemento estruturante do sistema social. A sociologia dominante simplesmente a ignorou. Por sua parte, a economia e a sociologia de inspiração ecológica<sup>34</sup> ressaltaram a necessidade de articular a exploração humana com a exploração do meio natural integrando-se a um novo paradigma de complexidade. O primeiro passo para aproximarmos da exploração como fenômeno social total passa pela revisão do intercâmbio como fenômeno social total.

O primeiro comentário célebre sobre o intercâmbio como fenômeno social total foi o de Marcel Mauss<sup>35</sup> – comentário da dissertação do sábio maori Tamati Ranapiri, da tribo Nagati-Raukawa, recolhida pelo antropólogo Elsdon Best em 1909. Em seu “Ensaio sobre a dádiva”, Mauss vê na dádiva o “fenômeno social total”, porque integra os componentes econômico, político e religioso, o espiritual e o material, as pessoas e as coisas. Em Mauss inspira-se Bataille para construir sua economia generalizada (esse é o termo no original), uma economia do excesso frente à economia da escassez ou restringida. Lévi-Strauss faz a crítica a Mauss. O intercâmbio é o “fenômeno social total”, mas Lévi-Strauss encara o intercâmbio de uma perspectiva formal estática e sincrônica. Marshal Sahlins encontrará o conteúdo perdido do intercâmbio e, mediante uma releitura do texto de Ranapiri, seu dinamismo e diacronia. No texto de Ranapiri há um detalhe estranho e perturbador: porque tem de intervir um terceiro? O terceiro personagem é um intermediário que obtém um benefício ou uma mais-valia negociada com um produto que não produziu e pelo qual não pagou nada. O que Ranapiri quer dizer-nos com seu conto do Hau é que todo lucro, toda mais-valia vai retornar à sua origem, pelo menos na medida necessária para que continue sendo origem.

### **Definição de exploração**

Explorar uma fonte é tratá-la de um modo que a impeça de seguir sendo fonte, seguir reproduzindo-se e produzindo, explorar uma fonte é secá-la ou esgotá-la. Segunda definição: explorar é explicitar o que está implícito, é tornar claro o que

---

<sup>34</sup> GEORGESCU-ROEGEN, N. *La ley de la entropía y el proceso económico*. Madrid: Fundación Argentaria/Visor, 1996; IBÁÑEZ, 1983, 1985a; MARTÍNEZ ALIER, J. *De la economía ecológica al ecologismo popular*. Barcelona: Icaria, 1992; \_\_\_\_\_. *Temas de historia económico-ecológica*. *Ayer*, Barcelona, n. 11, 1993; MARTÍNEZ ALIER, J. (Ed.). *Los principios de la economía ecológica*. Textos de P. Geddes, S. A. Podolinsky e F. Soddy. Madrid: Argentaria/Visor, 1995. MORIN, 1977, 1980; NAREDO, J. M. *La economía en evolución: historia y perspectivas de las categorías básicas del pensamiento económico*. Madrid: Siglo XXI, 1987; \_\_\_\_\_. *Historia de las relaciones entre economía, cultura y naturaleza*. In: GARRIDO, F. (Comp.). *Introducción a la ecología política*. Granada: Comares, 1993.

<sup>35</sup> MAUSS, M. *Sociología y antropología*. Madrid: Técnicos, 1971.

está oculto, destecer o que está tecido, simplificar o complexo. Explorar é desfazer o ciclo reprodutivo e produtivo, transformar um processo auto-recorrente em linear. A exploração implica um abuso de pontuação ou de poder: transforma uma diferença – análoga e natural – em oposição – digital e cultural –, fechando uma via de comunicação. É uma sufocação, uma amarração<sup>36</sup> da liberdade: uma restrição excessiva dos fluxos de energia e/ou informação.

### **Tipos de exploração**

*Exploração do meio ou contexto ou ecossistema pelo organismo ou sistema:* exploração da natureza pelo homem. Transforma os meios em um sentido que os impede de seguir funcionando como meios: destrói as reservas de energia, destrói a natureza. Este tipo de exploração produz um excesso de amarração da energia pela energia (no sentido de que não pode transformar-se, quando não existe diferença de potencial) que conduz a uma entropização do meio e a uma redução da variedade e/ou um excesso de amarração da informação pela energia (a informação não pode mover-se quando não há energia suficiente) que conduza a um esgotamento de reservas energéticas.

Nosso meio se designa em geral como “natureza”, entendendo por tal o que precede e excede a própria atividade: o natural ou dado, frente ao cultural ou produzido. Natureza são os níveis anteriores e inferiores nos quais os seres nascem e dos quais os seres se alimentam. É a cadeia trófica. A ordem social extrai da ordem natural reservas e recursos. As reservas são depósitos de entropia negativa e o escravo que as guarda é um demônio de Maxwell. As reservas, como ilhas de entropia negativa, são estados improváveis e, portanto, instáveis se mantêm graças à dissipação de energia: a dissipação de energia do sol mantém a ordem no sistema natural, a dissipação da energia dos trabalhadores mantém a ordem no sistema social. Uma reserva quando é ligada a um círculo recorrente, regenerativo e generativo, constitui um recurso. Os ecossistemas vivos não só se reproduzem, mas também produzem. Do fluxo de energia que penetra na cadeia trófica, uma parte se dissipa

---

<sup>36</sup> O conceito de amarração provém da física e se refere a “graus de liberdade” tratados como estruturas geométricas que não dependem do tempo nem das leis do movimento. A amarração pode ser holonoma, como por exemplo, o cristal: à medida que o processo de cristalização avança, os graus de liberdade para as moléculas ainda não cristalizadas diminuem, até se reduzirem a uma molécula em cada local; ou não-holonoma, como por exemplo, os códigos genéticos ou lingüísticos (genótipo/fenótipo, genotexto/fenotexto). As amarrações holonomas levam ao congelamento do sistema, as não-holonomas levam a sua flexibilização. Num sistema ligado por amarrações holonomas, a correlação entre dois estados do sistema é um para um: deve-se ir por um caminho. Já num sistema ligado por amarrações não-holonomas a correlação é um para vários: pode-se eleger entre caminhos possíveis.



e outra parte é armazenada na biomassa. Os ecossistemas vivos são produtores do ponto de vista da energia, pois há acréscimo na biomassa, e também do ponto de vista da informação, pois há aprendizagem e evolução.

As sociedades pré-históricas (ou frias) estão integradas na natureza, a pontuação cultural não contradiz a pontuação natural. A ordem cultural responsabiliza-se por manter abertos os processos recursivos de regeneração e geração de reservas.

As sociedades históricas ou quentes opõem-se à natureza e destroem esses ciclos recursivos de regeneração e geração de reservas. A pontuação cultural é contraditória à pontuação natural. A exploração da natureza é mantida. A sociedade capitalista leva esta exploração ao paroxismo: a destruição da natureza implica a destruição da espécie humana.

O ecologismo enfrenta esta situação problemática dos seguintes modos: com projetos tópicos que tentam recuperar estados que existiram, como, por exemplo, a ecologia naturista, “salvem as baleias”; a ecologia de consumo *light*, consumo de produtos marcados com a etiqueta verde, o ecokeynesianismo, remendo tecnocrático meio-ambiental ou a concepção do desenvolvimento sustentável como um novo megaprograma suscetível de ser movido pelos mesmos critérios que impulsionaram a era de desenvolvimento capitalista, com o lucro a qualquer preço; ou com projetos utópicos tentando inventar estados que nunca existiram, com um diagnóstico dos problemas atuais não tanto como o resultado de insuficiências ou imperfeições de um progresso autêntico, mas como uma manifestação basicamente errada deste, como, por exemplo, a ecologia política ou ecossocialismo que não busca voltar à natureza, mas voltar “na” natureza, prolongando sua evolução.

*Exploração transitiva de umas por outras partes do organismo ou texto ou sistema:* Exploração do homem pelo homem. Transforma os fins em meios. Este tipo produz um excesso de amarração da energia pela informação (no sentido de que não se pode mover o permitido, que é menos do que o possível) que conduz a uma perda de autonomia e, portanto, de criatividade dos sujeitos. Este tipo de exploração é produzido quando uma parte do sistema, por exemplo, os proletários, as mulheres, as crianças, os que vivem em zonas rurais ou em países chamados do Terceiro Mundo, são tratados pela outra parte, por exemplo, os proprietários, os homens, os adultos, como meio, contexto ou ecossistema, em definitivo como natureza, meio para seus fins. A exploração do homem pelo homem é uma extensão da exploração da natureza pelo homem. Podemos considerar dois modos de exploração do homem pelo homem:

a) quantitativa ou energética: seu modelo é a dominação sobre a natureza física, sobre as turbulências e as combustões. A exploração quantitativa é a exploração do corpo dos trabalhadores como motor vetorial – está preso em ciclos

repetitivos – e transformacional, consome-se produzindo. A fonte da mais-valia da força de trabalho é a combustão do corpo do trabalhador: sua energia em parte se dissipa e em parte se acumula como capital.

Para explicar a exploração do homem pelo homem, há que passar de uma concepção ricardiana do valor, na qual as relações são simétricas e as operações reversíveis, a uma concepção marxiana do valor, em que as relações são anti-simétricas e as operações irreversíveis. Entre as mercadorias que se trocam, Marx descobre uma mercadoria, a força de trabalho, que ocupa uma posição distinta no processo circular da circulação de mercadorias e no processo linear da produção/consumo. A força de trabalho produz mais valor do que necessita para sua (re)produção, produz uma mais-valia. Essa mais-valia, cuja fonte é o consumo do corpo do trabalhador na lenta combustão do trabalho, vai parar nas mãos do capitalista como lucro: uma parte se dissipa como gasto suntuário, e outra parte, a parte investida, acumula-se como capital. A reversibilidade e equivalência na circulação se sustêm na irreversibilidade e não-equivalência do processo de produção, o que Marx chamou de “moinho triturador” que produz a exploração e reproduz as condições da exploração do trabalhador.

A exploração quantitativa é uma exploração relativa. É exploração porque o lucro “*hau*” não retorna à sua origem em sua integridade. Mas é relativa porque retorna parcialmente; de fato os trabalhadores – fundamentalmente os ocidentais – aproveitam-se em parte do crescimento e do desenvolvimento da produtividade. É uma questão de mais ou menos, segundo a correlação de forças; é inclusive pensável, em condições locais e transitórias, uma certa equivalência, não obstante essa melhora nas condições locais sempre tem um custo nas outras partes do sistema: intensificação da exploração de outros trabalhadores e/ou a intensificação da exploração dos recursos naturais.

b) qualitativa ou informacional: seu modelo é a dominação sobre a natureza biológica. A dominação dos fluxos de informação tornou possível o motor informacional. O cultivo de vegetais é o modelo geral da cultura: a cultura funciona como uma rede de dispositivos corretores de nossos gestos e enunciados para que sejam corrigidos e ajustados à regra e ao direito. A doma e a domesticação dos animais são os modelos da educação cultural dos seres humanos. A doma ensina a se mover num espaço plano, sem caminhos nem paredes, sem preceitos nem interdições, para poder se projetar em todas as direções ou fazer projetos. É o modelo de educação das classes dominantes. A domesticação ensina a se mover num espaço feito de normas e interdições, obriga a mover-se nos sentidos pré-estabelecidos, é o modelo de educação dos membros das classes dominadas. Desde que a criança tenta falar pela primeira vez, sua palavra é moldada e modu-

lada, mediante enunciados, gestos e palavras de aprovação ou reprovação. Assim aprende a boa língua ou língua oficial: os destinados a mandar aprenderão, mediante um processo de doma, a ditá-la, os destinados a serem mandados aprenderão, mediante um processo de domesticação, a seguir os ditados, a obedecer a esses enunciados. A criança não é ensinada a falar, mas a ser faladora, ainda que da experiência possa aprender. O poder, que se move num espaço plano, reserva-se o direito de atribuir normas, e com isto obriga os súditos a se moverem num espaço delimitado

A exploração quantitativa é uma exploração do produto, a exploração qualitativa é uma extorsão da produtividade. O sujeito, que pode ser representado por um ciclo que se reproduz e produz, que se regenera e gera, perde seu poder produtivo ao se transformar em peça de um mecanismo. O termo “rol” expressa com perfeição essa situação: mediante a atribuição de papéis, as pessoas são transformadas em recursos e identificadas – rotuladas – como sujeitos parciais sem outros haveres senão os hábitos que os ligam. Os conceitos de Von Foerster de “máquina trivial” e “máquina não-trivial” são muito instrutivos a este respeito. Entendendo por “máquina” uma entidade abstrata (mais do que uma montagem de engrenagens, botões e alavancas), com propriedades funcionais bem definidas, a máquina comum se caracterizaria por seu caráter determinista, por uma relação invariável entre seu estímulo (causa, entrada) e sua saída (resposta, efeito); pelo contrário, a máquina não-comum se caracterizaria porque a relação entre suas entradas e saídas não são invariáveis, são praticamente imprevisíveis: uma saída observada uma vez para uma entrada dada não será provavelmente a mesma para a mesma entrada posteriormente. A banalização da natureza é em muitos domínios útil e construtiva – se eu cultivar hoje, vou ter pão amanhã –; entretanto, a banalização aplicada aos seres humanos é inútil e destrutiva e significa sua exploração quantitativa.

*Exploração reflexiva do organismo ou sistema por si mesmo (auto-exploração).* Trata uma finalidade de modo que a impede de seguir sendo finalidade. Este tipo de exploração produz um excesso de amarração da informação pela informação, no sentido de que não se pode transformar quando o sistema se fecha à informação (restrições, por exemplo, à liberdade de expressão), que conduz a um fechamento do sistema nos seus limites. Este tipo de exploração é produzido quando o sistema tende a se fechar na busca de novos fins e à transformação de suas estruturas. A teoria psicanalítica, em nível individual-micro, e a teoria marxista, em nível social-macro dão conta deste tipo de exploração. O sistema social é um sistema aberto à busca de novos fins e à transformação de suas estruturas, os indivíduos humanos são os operadores dessa abertura. A abertura do sistema reflete-se nos indivíduos como poder de fazer perguntas que ninguém pode responder; o

fechamento do sistema se reflete nos indivíduos como submissão às respostas que obstruem o poder de perguntar.

Um sistema forma um sistema, quando está limitado por uma fronteira, desde a psicanálise: fronteira fechada ou figura materna, ou fronteira aberta ou função paterna. Quando a mãe não afasta de si o filho (psicoses) ou quando o pai é irresponsável (neuroses), o sujeito se transforma de sujeito potencial em sujeito atual, deixa de produzir e meramente se reproduz. O pai é responsável pelo filho, responsável por responder-lhe que não há resposta: o pai irresponsável se erige em resposta ou dita a resposta, obstaculizando as perguntas do filho. Há auto-exploração do sujeito sempre que se identifica com um ideal positivo.

A auto-exploração do sistema está ligada à segunda contradição do capitalismo: a contradição expressa em termos muito gerais consiste em que, de uma parte, o regime capitalista de produção tende ao desenvolvimento absoluto das forças produtivas, prescindindo do valor e da mais-valia implícita nele, e também das condições sociais dentro das quais se desenvolve a produção capitalista, enquanto, por outra parte, tem como objetivo a conservação do valor capital existente e sua valorização até ao máximo. Estes dois objetivos, o desenvolvimento das forças produtivas e a valorização do capital, são incompatíveis: à medida que se desenvolvem as forças produtivas, aumenta na composição do capital a parte constante e diminui a cota de lucro. Quando o capital termina a exploração da natureza, esgotando as reservas e recursos, e a exploração dos homens, transformando-os em reservas e recursos, só lhe resta explorar a si mesmo. É um dos possíveis futuros da atual globalização neoliberal<sup>37</sup>. Situação paradoxal: se se pára, se destrói, e se não se pára, se destrói. A produção já não é um meio para satisfazer as necessidades humanas, mas um fim em si mesmo: por um lado, produzir por produzir, por outro lado, o que o sistema produz, nesta fase do capitalismo de consumo, são necessidades, produz apenas as condições de sua reprodução<sup>38</sup>. No horizonte, mais ou menos imediato, a extinção do sistema ou a emergência de um metassistema. Revolução do sistema, emergência de um metassistema, ou morte do sistema.<sup>39</sup>

---

<sup>37</sup> SANTOS, B. de S. *El milenio huérfano*: ensayos para una nueva cultura política. Madri: Trotta, 2005.

<sup>38</sup> BAUMAN, Z. *Modernidad líquida*. Buenos Aires: FCE, 2002.

<sup>39</sup> Como assinala Herber Brun (*apud* VON FOERSTER, 1991), a definição de um problema e a ação empreendida para resolvê-lo dependem, em grande parte, da visão que os indivíduos ou grupos descobridores do problema tenham do sistema do qual o problema é parte. É assim que um problema pode ser definido como uma informação de saída mal-interpretada, ou como uma informação defeituosa de um circuito de saída defeituoso, ou como uma saída de um sistema sem falas, ou como uma saída correta, mas não desejada, de um sistema sem falas, mas indesejável. Todas as definições, salvo a última, sugerem uma ação corretiva: só a última definição sugere uma mudança e apresenta um problema insolúvel para alguém oposto à

### **A ética da (eco) responsabilidade**

Frente à exploração e seus tipos emerge, sob a perspectiva de Ibáñez, a ética da (eco)responsabilidade, que resumo brevemente sob forma de anotação final. Responsável é o que responde. Há dois tipos de resposta: a que obstaculiza a pergunta (própria de um sistema fechado) e a que deixa aberta a pergunta (própria de um sistema aberto). As respostas que deixam aberta a pergunta são exploradoras. As perguntas que a fecham são explotadoras. Num sistema aberto, o valor de sobrevivência depende de que estejam abertos os furos por onde passa a energia e os furos por onde passa a informação. Num sistema aberto, a ética da (eco)responsabilidade consiste em abrir furos novos. A ética da (eco)responsabilidade num sistema aberto tem três níveis e sua sobrevivência está em função da sobrevivência de todos os níveis: individuais (eu), sociais (os grupos que me incluem), naturais (os “nichos” ecológicos desses grupos). De nada vale a sobrevivência de um sistema se não sobrevivem todos os ecossistemas que o contêm. Minha sobrevivência é função da sobrevivência de todo o universo, e nós somos responsáveis por ele.

---

mudança. Ao aspecto da questão anterior, Von Foerster (1991, p. 187, tradução nossa) comenta: “As verdades incontestáveis têm a vantagem de obscurecer a verdade, embotando os sentidos. Quase nada se verá de alarme se for dito que em tempos de continuidade o futuro equivale ao que passou. Só alguns se darão conta de que disto se segue que em tempos de mudanças socioculturais o futuro não vai parecer com aquilo que passou. Mais ainda, frente ao futuro claramente percebido não sabemos como atuar e só nos resta uma certeza: se não atuamos nós mesmos, alguém o fará por nós. Assim é que, se desejarmos ser sujeitos, mais que objetos, o que vemos agora, isto é, nossa percepção, deve ser mais uma prevenção que uma olhada *a posteriori*.”

## Meio ambiente, relações de trabalho e os desafios da nanotecnologia

Ignácio Lerma

Minha intervenção está, em parte, baseada no âmbito de minha pesquisa sobre relações de trabalho e, em parte, vinculada à teoria de “moinho da produção”, do professor Schnaiberg – a quem, como dizia antes meu companheiro José Manoel Rodrigues Victoriano, aproveito para saudar por sua estada em Valência há alguns anos.

Gostaria particularmente de ressaltar a importância dessa teoria que, pelo menos no contexto acadêmico europeu, em alguns casos está sendo questionada de maneira mais ou menos informal, caindo em uma certa retração. À diferença de outras propostas teóricas sobre como poderia ser o novo paradigma ecológico de Cotton e Dunlap, que afastam as propostas da teoria da modernização, ou da modernização ecológica de Buttel e Simon, etc., creio que a importância e a vigência da proposta de Schnaiberg e seu grupo fixa-se na maior potencialidade explicativa dos processos sociais. Creio e entendo que ela permite basicamente estruturar, por um lado, os processos de mudança social, a estrutura social e os processos derivados de conflito social, e penso que isso se deve à vontade explícita de se manterem vigentes as relações sociais de produção subjacentes ao modelo de produção, relações sociais de produção que não são afastadas, relações sociais de produção que aparecem como fator determinante dos processos de mudança e de conflito, relações sociais de produção, enfim, baseadas no controle e na exploração.

O segundo aspecto da proposta do professor Schnaiberg que gostaria de ressaltar é que ela tem um potencial explicativo importante, que é um modelo de acumulação e de crescimento de corte keynesiano, mas que, à vista da intervenção que houve antes, creio que segue mantendo uma forte vigência de sua capacidade explicativa, diferentemente de outras teorias. O terceiro aspecto, que não é menos importante, é que a proposta de Schnaiberg e seu grupo de trabalho, que eu saiba é uma das poucas propostas que introduzem e mantêm, na sociologia, o reconhecimento dos limites físicos e suas implicações sobre a dinâmica das mudanças sociais. É um elemento importante a assinalar, sobretudo em um processo de mudanças teóricas em que, de algum modo, passamos, em 20 anos, da obsessão sobre os limites do crescimento à obsessão pelo crescimento dos limites. Em todo caso, por este aspecto de mudanças de contexto de um quadro ideológico que acabam por implicar a formulação de uma impostura como o desenvolvimento sustentável, enquanto formulação ideológica e teórica, neste contexto de não-re-

conhecimento dos limites físicos, seguramente entendo que as nanotecnologias encontram um campo de desenvolvimento importante no contexto ideológico. Por outro lado, permitam-me deixar de lado os aspectos do que seria a extensão de um modelo de imperialismo exosomático. Quero assinalar, no discurso das novas tecnologias, o que seriam aqueles aspectos derivados da aceleração entrópica, a partir do controle de determinadas classes sociais sobre os mecanismos que aceleram a roda da produção. Entendo que a posição em torno do desenvolvimento sustentável carecia de um elemento, um instrumento tecnológico capaz de concretizar em propostas uma projeção futura sobre um futuro cada vez mais incerto. Talvez acabem sendo as nanotecnologias a parte instrumental e ideológica, como ferramenta aplicada de um modelo impossível de desenvolvimento sustentável sem variação do modelo de produção.

Se me permite o professor Schnaiberg, gostaria de assinalar a vigência de um modelo com a colocação de uma proposta, no sentido de que permite integrar ou permite elaborar um marco analítico de onde empregar determinadas sociologias específicas. Do meu ponto de vista, tal modelo permite com facilidade conectar a ecologia política com a sociologia do trabalho ou a sociologia das relações de trabalho. E, nesse quadro teórico, encontramos um grupo da Universidade de Valência indagando acerca de aspectos concretos da percepção dessa questão ecológica, como nova questão social, por parte dos sistemas de relações de trabalho, e especialmente por parte do sistema de relações de trabalho espanhol. Isto influi na prática cotidiana da negociação e da gestão do conflito de trabalho, por parte dos atores. Enfim, nosso pressuposto teórico é que a questão ambiental é um conflito derivado das relações de produção e não um conflito complementar ou que adere ao conflito social.

Creio que o caso espanhol pode ser ilustrativo da convergência de dois processos, nesse sentido, coincidentes. Por um lado, no caso espanhol, da mesma forma que nas outras economias, chega um momento em que se torna impossível ignorar os efeitos da externalização dos custos ambientais. Daí, os governos têm intervindo, mediante a introdução de regulamentos e controles que supõem internalizar esses custos. De algum modo, esses custos recaem sobre as empresas de maneira indireta, em suas contas de resultados, e têm causado reação por parte das organizações empresariais, as quais se vêm dirigindo ao bloqueio das legislações ou limitando o grau de seu cumprimento. Este processo de emergência da questão ambiental no contexto espanhol, diante da perspectiva do possível estabelecimento de quadros de co-gestão do conflito ambiental, tem sido coincidente com um processo em que se produz uma rápida transformação nas regras das relações de trabalho. Em nosso país, pouco depois que na maioria do resto dos

países da União Européia, passamos (para dizer isso de maneira sintética), de ter um contexto de direito de trabalho, a ter um contexto de direito de emprego; passamos, de ter um mercado de trabalho regulamentado, a ter um mercado de trabalho flexível, com uma taxa de desemprego em torno de 33%. Nesse mercado de trabalho, passamos, de ter segmentos majoritários qualificados em todos os níveis de produção, a um decréscimo sistemático dos níveis de qualificação profissional. Em síntese, o mercado de trabalho, como cenário de onde se regulam as relações sociais de produção, como quadro, como arena política nesse sentido, tem dado lugar a um forte processo de segmentação e à ruptura dos laços de solidariedade possíveis para a ação coletiva. Digamos que, de alguma maneira, a consequência direta da nova norma social de emprego tem sido a equação “trabalhadores segmentados, trabalhadores divididos”, fazendo alusão a um clássico da literatura das relações industriais.

Este não é um contexto que tenha ocorrido por si só; ele adveio de uma mudança sistemática do que viriam a ser as políticas, ou uma mutação, por assim dizer, dos três pressupostos básicos das políticas social-democráticas: o esmorecimento do povo, uma inversão do que seria um modelo compensador de economia mista, com uma concentração intensiva de capital e do investimento privado; em segundo lugar, o menosprezo pelo acordo social e o salário como elemento de regulação; e, em terceiro lugar, o desmantelamento do Estado de bem-estar.

O estudo que nós temos realizado sobre esse cenário onde se encontram os atores sociais, por meio das práticas de negociação, confirma, de algum modo, as hipóteses estipuladas pelo grupo de Schnaiberg. Há uma maior dependência na situação de controle entre os atores sociais. Essa dependência do crescimento, para a parte dos trabalhadores, comporta necessariamente lutas dirigidas, sobretudo, ao que seria a melhoria do salário, das condições de trabalho e das oportunidades de emprego. Isso nos leva a indagar sobre determinados processos, de como se produz o consentimento na produção, no trabalho, etc. De toda forma, existem evidências nesse aspecto.

Para não me estender e falar com brevidade sobre a evolução dessa percepção por parte do sistema normativo das regulações de trabalho – que, no meu entender, é um processo um pouco atrasado em relação aos outros países europeus –, ao longo dos anos 1980 tivemos uma fase de reconhecimento dos problemas por parte dos atores e um apoderamento do espaço público, tanto dos sindicatos quanto dos empresários, mostrando uma preocupação com tais aspectos. De alguma maneira, esse processo desapareceu no início dos anos 1990, quando começou a mostrar-se (na medida em que se tem produzido uma precarização do mercado de trabalho e sua situação de dependência) em uma espécie de maior controle,



por parte dos empresários, sobre os trabalhadores e uma dissociação cada vez maior entre os discursos e as práticas. O resultado é que entre os interlocutores sociais há um deslocamento do conflito aberto para uma espécie de consenso produtivista implícito, basicamente uma palavra, que é a ecoeficiência, como novo possível cenário imaginário no qual se pode deslocar o conflito e não torná-lo claro.

O outro aspecto importante tem sido a apropriação sistemática da gestão das políticas ambientais nas empresas por parte dos empresários e o alijamento do que poderiam ser as iniciativas e propostas sindicais. Nós temos analisado sistematicamente arranjos nos três âmbitos, no nível do macroacordo social, no nível federal do mesoacordo e no nível do microacordo.

A regulamentação europeia é prolífica. Na Espanha, por exemplo, existem aproximadamente 12.600 normas ambientais aplicadas e, seguramente, quando eu estou dizendo 12.683, já são 84, 85 etc. Eu desconheço qual é o volume das normas europeias. Então, tenho a assinalar que, na medida em que houver a participação na regulamentação do sistema de produção, por meio das relações trabalhistas, poderá ser alterada a situação atual de controle sobre o problema da nova questão social, assim como sobre a questão ambiental. Em qualquer caso, em toda essa regulamentação só há um artigo em que se explicita a recomendação à negociação dos atores sociais e à consulta, no caso das empresas, aos trabalhadores sobre as pautas de aplicação da normativa ambiental nas empresas.

E nós temos de continuar trabalhando, agora com o tema das nanotecnologias, no sentido de ver como os sindicatos o compreendem. O primeiro embate será o das mesas de negociação, em que poderemos ver como se recepciona o tema das nanotecnologias. E temos, de todo modo, um certo pessimismo, um certo ceticismo, em relação a uma tendência de que as novas nanotecnologias sejam novas palavras para uma mesma gramática, que é a gramática da exploração, a gramática do controle entre as classes produtivas.

Quero agradecer aos responsáveis pela organização do seminário, por terem me convidado a participar, e, principalmente, de ressaltar o esforço e a capacidade de integrar, de movimentar, de conciliar e de convocar de Paulo Roberto Martins.

# Nanotecnologia e meio ambiente para uma sociedade sustentável

Paulo Roberto Martins

## Introdução

Há alguns anos tenho desenvolvido a idéia da construção de uma sociedade sustentável, em oposição à que vivemos, capitalista, ocidental, a qual reputo insustentável por vários motivos, entre os quais a exploração que realiza dos recursos naturais e do trabalho e as desigualdades sociais e ambientais que constrói.<sup>1</sup>

Tenho a certeza de que hoje poderei, ao final desta sessão, ampliar meus conhecimentos e com isto aprimorar esta idéia que venho desenvolvendo. Isto porque, em primeiro lugar, tenho o imenso prazer e privilégio de estabelecer um debate com o professor Allan Schnaiberg, construtor da disciplina de Sociologia Ambiental nos Estados Unidos.

A presença de Schnaiberg em nosso seminário é um fato histórico para as ciências humanas no Brasil, em particular para os cientistas sociais brasileiros e para nossa rede de pesquisa em nanotecnologia, sociedade e meio ambiente. Quero deixar expressos meus agradecimentos ao professor Kenneth Gould por ter contribuído de forma fundamental para que o professor Allan estivesse conosco neste dia.

A obra de Allan Schnaiberg é vasta e pode ser obtida pelo *site* <<http://www.northwestern.edu/ipr/people/schnaibergpapers.html>>. Vou me ater a uma delas, a que faz um balanço de sua produção, intitulada *The treadmill of production: injustice and unsustainability in the global economy*<sup>2</sup>. Mas, como não tenho fôlego para dar conta de uma única de suas obras, vou estabelecer o debate com este autor clássico da sociologia ambiental estadunidense discutindo o capítulo 10 da referida obra, que leva o título de “What are the implications of the treadmill for the potential attainment of socially and ecologically sustainable development trajectories?”

Meu único objetivo neste debate é fazer com que Schnaiberg nos contemple com suas reflexões, já realizadas, mas que agora requerem atualização em função da eliminação das barreiras entre as espécies produzida pela biotecnologia contemporânea, que permite inserir genes entre as diferentes espécies, construindo uma

---

<sup>1</sup> “Por uma política ecoindustrial” é o título do texto que trata de forma mais completa a questão da construção da sociedade sustentável e as relações entre meio ambiente e oportunidades tecnológicas. Este texto encontra-se publicado em: VIANA, G.; SILVA, M.; DINIZ, N. (Org.). *O desafio da sustentabilidade: um debate socioambiental no Brasil*. São Paulo: Fundação Perseu Abramo, 2001.

<sup>2</sup> SCHNAIBERG, A. et al. *The treadmill of production: injustice and unsustainability in the global economy*. Chicago: Northwestern University, 2005.

“nova natureza”, assim como, com a nanotecnologia, em que a barreira entre orgânico e inorgânico também desaparece, construindo uma “outra nova natureza”.

O que isto tem a ver com o *treadmill of production* e com a construção de uma sociedade sustentável? É o que procurarei debater com o professor Schnaiberg. Será um debate unicamente no sentido de que a diversidade de pensamento e experiência de cada um de nós pode contribuir para a construção de um mundo melhor para todos.

### **Meio ambiente e oportunidades tecnológicas**

Como entender as relações entre tecnologia e meio ambiente?

No campo neoclássico da teoria econômica, representado pela economia ambiental e dos recursos naturais, o pressuposto adotado é que toda externalidade pode ser quantificada e, em consequência, receber uma valoração monetária. Com isto, estaríamos internalizando as externalidades.

As críticas a esta postura podem ser feitas sob vários aspectos. Um deles é o aspecto metodológico, pois os neoclássicos trabalham fundamentados no individualismo metodológico, segundo o qual “todas as instituições, padrões de comportamento e processos sociais só podem ser em princípio explicados em termos de indivíduos: suas ações, propriedades e relações. É uma forma de reducionismo, o que quer dizer que nos leva a explicar os fenômenos complexos em termos de seus componentes mais simples.”<sup>3</sup>

Para os neoclássicos, os indivíduos são livres, dispõem de todas as informações necessárias à tomada de decisões e as tomam de forma racional, baseados em suas preferências. O *locus* das ações dos indivíduos é o mercado. As críticas a esta postura explicitam que as preferências alteram-se historicamente, o interesse próprio é uma caracterização inadequada das preferências e, sob determinadas condições, a ação “racional” não é possível, mesmo que os indivíduos sejam racionais.

A crítica feita pela economia ecológica à postura da economia ambiental (neoclássica) é que:

argumentamos contra a possibilidade de internalização convincente das externalidades, sendo um dos argumentos principais o da ausência das gerações futuras nos mercados atuais, ainda que estes mercados se ampliem ecologicamente mediante simulações baseadas na disposição a pagar, e não em pagamentos realmente efetuados. Pensamos que, no melhor dos casos, os agentes econômicos atuais atribuem valor de maneira arbitrária aos efeitos irreversíveis e incertos das nossas ações de hoje sobre as gerações futu-

---

<sup>3</sup> ELSTER, J. *Marx “hoje”*. São Paulo: Paz e Terra, 1989. p. 37.

ras [...] A crítica ecológica fundamenta-se também na incerteza sobre o funcionamento dos sistemas ecológicos que impedem radicalmente a aplicação da análise das externalidades. Existem externalidades que não conhecemos. A outras, que conhecemos, não sabemos atribuir um valor monetário atualizado, pois não sabemos sequer se são positivas ou negativas.<sup>4</sup>

Para a análise que realizamos, fica descartado o marco teórico neoclássico, bem como sua versão expressa na economia ambiental e dos recursos naturais. Nossa opção é por trabalhar com a economia ecológica, entendida enquanto estudo da compatibilidade entre a economia humana e o meio ambiente no longo prazo. Esta compatibilidade não está assegurada pela valoração de recursos e serviços ambientais em mercados reais ou fictícios. Quem mais se coaduna com esta visão são os chamados evolucionistas, na medida em que, no marco teórico schumpeteriano aqui adotado, as externalidades devem ser olhadas numa perspectiva dinâmica e de longo prazo. Os processos de mudança estão gerando ininterruptamente novas externalidades, que devem ser tratadas de um jeito ou de outro.

No início do século, quem poluía as cidades eram os cavalos que produziam o esterco e não os carros com suas emissões de CO<sub>2</sub>, mesmo porque a capacidade de produção e o número de empresas automobilísticas naquela época eram reduzidos. Durante várias décadas, o padrão produtivo parecia gerar apenas externalidades positivas. Com a institucionalização do processo de produção em massa desses bens, a percepção das externalidades foi mudando. Hoje sabemos que o padrão produtivo tecnológico do pós-guerra resultou num acúmulo de externalidades negativas, uma delas as emissões de CO<sub>2</sub>, cujo volume, devido à quantidade de veículos existentes nas grandes metrópoles, torna o ar poluído, acarretando doenças nas populações locais. Portanto, a percepção das externalidades é historicamente datada ou evolutiva.

Mesmo quando as externalidades negativas são muito evidentes, e mesmo que haja a possibilidade de trajetórias tecnológicas alternativas no sentido de serem menos poluentes, estas são de difícil adoção, dada a trajetória do desenvolvimento tecnológico dominante que na literatura especializada é referenciada como fenômeno de “*lock-in*”. Isto nos leva a enfatizar a necessidade de conhecermos as restrições existentes tanto do lado da oferta como da demanda por novas tecnologias. Somente ao abrirmos a “caixa preta” científico-tecnológica é que poderemos identificar os mecanismos de auto-reforço que implicam o *lock-in*.

Assim sendo, para determinar que o progresso tecnológico siga na direção pretendida (tecnologias limpas ou menos poluentes), devemos levar em conta o

---

<sup>4</sup> ALIER, J. M. *De la economía ecológica al ecologismo popular*. Montevideu: Nordan-Comunidad, 1995, p. 46-48.

que escreveu Almeida:

De acordo com a perspectiva evolucionista, a seleção da tecnologia, a forma e o ritmo de sua difusão no conjunto da economia dependem do contexto histórico – *lato sensu* – específico. Para que a preocupação ambiental se torne um imperativo – uma “restrição direcional” – ao desenvolvimento tecnológico, o meio social em questão é que deve ser capaz de imprimir tal direcionamento. Este é um ponto que, sem dúvida, merece maiores detalhes, remetendo a uma maior compreensão das ligações entre economia-ecologia-tecnologia.<sup>5</sup>

Ainda para esta autora:

Antes de proporem instrumentos específicos de política ambiental, os evolucionistas se preocupam em precisar o que se entende por uma trajetória de desenvolvimento ecologicamente sustentável. Esta envolve uma reestruturação econômica baseada na difusão de tecnologia ambiental, definida como: termo genérico que abarca uma ampla variedade de técnicas, processos e produtos, os quais ajudam a evitar ou limitar os danos sobre o meio ambiente. Os autores fazem distinção entre este tipo de tecnologia (também denominada de *clean/cleaner technology*) e a tecnologia de controle/redução da poluição (*cleaning technology*). Esta basicamente cuida da remoção de poluentes e, muitas vezes, apenas desloca o problema ambiental (da água para o solo ou ar). Em essência, a poluição não é evitada, o que é possível com a *clean-process-integrated-technology*, pela qual as conseqüências ambientais de um produto são pesadas desde o momento de sua concepção, envolvendo desde o seu *design*, passando pela seleção da matéria-prima e insumos em geral, o processo produtivo, embalagem, distribuição, consumo, até a disposição final de seus resíduos (remoção, destinação e reciclagem do lixo).<sup>6</sup>

Para Romero e Salles Filho, que trabalham neste mesmo referencial teórico, o cerne da questão é que

considerações de ordem ambiental por parte dos agentes econômicos tendem a fazer parte de suas estratégias inovativas na exata medida em que signifiquem oportunidades de criação de competência para a busca de vantagens competitivas. O conceito central sobre o qual esta idéia está baseada é o do mecanismo evolucionário de busca e seleção proposto por Nelson e Winter (1982). Adicionalmente, trabalha-se com as noções de trajetória tecnológica, [...] heterogeneidade interindustrial ou das firmas.<sup>7</sup>

---

<sup>5</sup> ALMEIDA, L. T. *Instrumentos de política ambiental: debate internacional e questões para o Brasil*, 1994. Dissertação (Mestrado Economia) – Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994. p. 55.

<sup>6</sup> ALMEIDA, 1994, p. 57.

<sup>7</sup> ROMERO, A.; SALLES FILHO, S. *Dinâmica de inovações sob restrições ambientais*. 1995. 45 p. Mimeografado. Trabalho apresentado no Primeiro Seminário de Economia do Meio Ambiente do Instituto de Economia da Unicamp, Campinas, nov. 1995.

Após especificarem os conceitos acima referenciados, Romero e Salles Filho afirmam que

A primeira pergunta que se deve fazer é: quais são as relações entre inovação tecnológica e meio ambiente dentro de um cenário de fortes mudanças nos fatores de pressão de seleção? Complementarmente, deve-se questionar em que medida as demandas de natureza ambiental (de ordem social, tecnológica, econômica) mudam as agendas de busca por inovações dos agentes econômicos. Para responder a essas perguntas, é importante ter em mente que a questão ambiental na atualidade assumiu uma abrangência inédita, não podendo mais ser eludida como já ocorreu em vários momentos da história recente. [...] Essa característica histórica impõe mudanças no comportamento dos agentes econômicos. Até aqui tratada como uma externalidade, uma falha de mercado que pode ser corrigida através da precificação dos recursos, a questão ambiental tende a “se tornar uma condição de desenvolvimento industrial moderno” (Godard, 1993, p. 147). É preciso, pois, interpretá-la como um fator de seleção nos ambientes concorrenciais e, dessa forma, internalizá-la na análise econômica. Em outras palavras, a partir do momento em que a busca por inovações passa a se dar num ambiente seletivo que tem como um de seus delimitadores a questão ambiental, não há por que imaginar que esse processo de busca não vá tomar em conta, objetivamente, a exploração de trajetórias tecnológicas ligadas a esse “constrangimento” dos ambientes seletivos. E isto vale tanto para inovações “*end of pipe*” como para a geração de tecnologias limpas. A lógica interativa entre meio ambiente e inovação tecnológica, nesta perspectiva, é uma só, independentemente de se tratar de mudanças para reduzir a poluição ou depleção.<sup>8</sup>

Os autores ressaltam que a incorporação da questão ambiental pelo ambiente econômico seletivo é tendencial. Isto significa que, para os referidos autores, por princípio não existe a hipótese de que o ambiente seletivo venha a compreender a questão ambiental em toda a sua extensão, mesmo porque isto é incompatível com o modo de produção capitalista. Isto só seria possível quando a atividade econômica passasse a se sujeitar, em primeira instância, às restrições de ordem ecológica. Em decorrência disto, na visão dos autores não há a instalação de um círculo virtuoso em que, “quanto maior a pressão de seleção, mais os agentes responderiam e melhores seriam os resultados para o meio ambiente”.<sup>9</sup>

Na qualificação da pressão de seleção, os autores entendem que existem dois fatores importantes, a saber: 1) os ambientes seletivos contêm quatro âmbitos de especificidades: dos países, dos setores, das tecnologias e dos ativos; 2) *timing* de incorporação.

---

<sup>8</sup> ROMERO; SALLES FILHO, 1995, p. 15.

<sup>9</sup> ROMERO; SALLES FILHO, 1995, p.17.

Do primeiro ponto decorre que os ambientes seletivos não são os mesmos para todos; ao contrário, os agentes econômicos percebem as pressões de formas distintas, segundo seu caso particular. A importância das pressões ambientais difere nos países, que são desiguais nos setores, assumem diferenças segundo o tipo de tecnologias e variam imensamente de acordo com o tipo de produto (alimentos, bens de consumo duráveis, energia, etc.).

O grau de percepção do problema, assim como a criação de instituições formais e tácitas que regulam o binômio produção/degradação, não apenas variam enormemente segundo as especificidades acima apontadas, mas são função de um certo *timing*, cuja natureza é também em grande parte decorrente das especificidades (problemas mais ou menos visíveis, mais ou menos prementes), bem como dos avanços na formulação dos problemas e na indicação de soluções. Assim, a interpretação que vimos dando até aqui não significa que a ação dos agentes econômicos na busca de inovações mais amigáveis do ponto de vista dos impactos ambientais levará a uma solução do problema. É, portanto, fundamental interferir na gestão do *timing*, tendo em conta os vários níveis de especificidades. Como os processos são irreversíveis e as pressões variáveis, o *laissez faire* dificilmente deixará de provocar o agravamento da degradação ambiental.<sup>10</sup>

Nesta linha de pensamento também estão os autores Cramer e Zegveld, que apontam:

O governo pode promover a *cleaner technology* pela imposição cuidadosa de impostos específicos sobre técnicas, produtos, matérias-primas ou atividades sociais que poluem o meio ambiente. Entretanto, para que sejam efetivos, esses impostos devem satisfazer certas condições. Os impostos devem ser suficientemente altos, devem ser dirigidos para políticas tecnológicas e ambientais de longo prazo e as receitas devem ser empregadas para a promoção de *cleaner technology*. Essas receitas podem ser utilizadas, por exemplo, para ajudas temporárias àquelas empresas que estão preparadas para desenvolver ou aplicar novas técnicas de meio ambiente.<sup>11</sup>

Os autores acima referidos atribuem papel fundamental à mobilização da opinião pública, particularmente dos consumidores e ambientalistas, para induzir as empresas a terem um comportamento ativo no desenvolvimento das *cleaner technologies* e na política ambiental em geral. Afirmam os autores que:

Se a preocupação com o meio ambiente continuar a aumentar, os consumidores exigirão padrões crescentemente mais altos de qualidade ambiental dos produtos que compram. De fato, isto pode vir a se tornar um dos meios principais para pressionar a indústria a estimular a produção mais limpa. As empresas que causam muita poluição adquirirão uma imagem ruim, comprometendo suas chances de sobrevivência. Para atingir uma

---

<sup>10</sup> ROMERO; SALLES FILHO, 1995, p.17-18.

<sup>11</sup> CRAMER, J.; ZEGVELD, W. C. L. The future role of technology in environment management. *Futures*, v. 23, n. 5, p. 465, jun. 1991.

sociedade sustentável, esta “mobilização” específica da opinião pública é essencial. Por fim, para atingir a reestruturação necessária da nossa economia, o controle governamental centralizado não é suficiente. Soluções estruturais para problemas ambientais demandam um *input* ativo do público.<sup>12</sup>

Em síntese, poderíamos dizer que assumimos este marco teórico porque ele aponta para a importância do contexto histórico, do grau de percepção dos problemas ambientais, da criação de instituições formais e tácitas, da ação do meio social na determinação da adoção de tecnologias, das demandas de natureza ambiental, que mudam as agendas de busca por inovações dos agentes econômicos, da questão ambiental, que é entendida como condição do desenvolvimento industrial moderno, do Estado, que tem um papel importante neste processo, da mobilização da opinião pública como fator essencial para se atingir a sociedade sustentável. Nada a ver, portanto, com o individualismo metodológico.

Nesta concepção, a economia ecológica é eminentemente uma economia politizada, pois assumimos que os limites ecológicos às atividades econômicas serão objeto de debates científico-políticos democráticos.

### **Meio ambiente, oportunidades tecnológicas, *treadmill of production***

Desde 1977, Allan Schnaiberg vem afirmando que as tecnologias verdes têm falhado na medida em que não explicam, não tornam claras as relações de controle da produção científica e tecnológica e seu desenvolvimento. Em teoria, segundo este autor, as tecnologias verdes poderiam reduzir a taxa de aumento da desorganização ecológica; mas a questão central estaria na radical redireção da tecnologia. Isto não seria possível ocorrer pelas seguintes razões:

- a) os incentivos são estruturados em função dos interesses dos capitais privados, que os organizam e dirigem a inovação tecnológica;
- b) o critério de decisão é o retorno dos investimentos e não a proteção dos ecossistemas no longo prazo.

Assim sendo, na perspectiva da teoria de *treadmill of production* (rotina da produção) só será possível haver uma trajetória de tecnologia verde que produza uma grande sustentabilidade ecológica quando houver uma radical reestruturação dos fundos de financiamento, organização e direção do processo de inovação. A concepção é que só mudanças profundas e estruturais prescritas pela *treadmill of production* permitiriam tal mudança no processo.

---

<sup>12</sup> CRAMER; ZEGVELD, 1991, p. 466.



Isto ocorre porque, no atual modo de produção capitalista, quando se promove a eficiência no uso dos recursos naturais não se altera a essência da produção, pois esta eficiência é superada em muito pela quantidade produzida, que sempre está em processo de expansão, justamente exigido por este modo de organizar a produção para a obtenção de lucros. Ao final, esta eficiência no uso dos recursos naturais acaba por se transformar em mais potencial de consumo por nível de desorganização ecológica. Portanto, mais materiais estarão disponíveis, dando mais suporte à expansão da “rotina da produção”.

Allan Schnaiberg assume a afirmativa de David Korten<sup>13</sup> de que as pressões competitivas do capitalismo oferecem apenas trajetórias antiecológicas para a sobrevivência das firmas, ou seja, aquelas firmas que fizerem opções pró-ambientais serão suplantadas, no processo de competição, por firmas que não fizeram esta opção. Portanto, as vantagens competitivas são justamente trajetórias não-ecológicas.

Porém, afirma o autor que somente mudanças nas forças que realizam a batalha por incentivos e desincentivos pelas quais as firmas competem podem reduzir os benefícios da competição dados pela opção antiecológica. Estas chances só podem ser resultado de uma alteração sociopolítica no amplo meio ambiente macroestrutural no qual opera. A intervenção do Estado e do público no sentido amplo nos mercados é necessária para que isto ocorra e é precisamente a ação cooperativa (Estado/empresa/ambientalismo terceira via) que tem de ser sobreposta.

Schnaiberg e outros<sup>14</sup> reconhecem que as intervenções realizadas no mercado significam um constrangimento democrático ao capital que para o neoliberalismo é indesejável. Mesmo uma intervenção suave, que não altera o crescimento básico e a lógica distributiva do capital, oferece o potencial de ajuste dos constrangimentos e incentivos dentro do qual se move a competitividade dos capitais. Esta intervenção suave no mercado pode fazer crescer os custos das escolhas antiecológicas realizadas pelas firmas, e com isto fazer com que as escolhas pró-ambientais sejam mais competitivas. Reconhecem, ainda, os autores que estas intervenções políticas podem também gerar incentivos para alguma alteração de trajetórias tecnológicas e excluir algumas formas de produção.<sup>15</sup>

Aqui se coloca minha indagação ao professor Schnaiberg: se as chances para reduzir os benefícios da competição dados pela opção antiecológica, incrementar os custos das opções antiecológicas, criar incentivos para as mudanças de trajetó-

---

<sup>13</sup> KORTEN, D. *When corporations rules the world*. Bloomfield, CT: Kumarian Press, 2001.

<sup>14</sup> SCHNAIBERG et al., 2005, p. 86-87.

<sup>15</sup> SCHNAIBERG et al., 2005, p. 89.

rias tecnológicas, podem ter como base teórica para sua realização as concepções que apresentei no item meio ambiente e oportunidades tecnológicas.

Creio que as referidas concepções não colidem com as concepções de *treadmill of production*, pois o foco central está na produção e não no consumo, está no ambiente macro como indutor das mudanças e atribui papel central à organização de setores sociais como aqueles que serão capazes de induzir as empresas a adotarem as trajetórias tecnológicas ambientalmente corretas. Claro está também que o Estado tem um papel importante neste processo.

Mas, Allan Schnaiberg ressalta que, à medida que o capital se torna mais transnacional em sua abrangência de operação, as formas de intervenção via políticas permanecem um fenômeno marcadamente de nível nacional. Paradoxalmente, é por meio destas políticas nacionais que são estabelecidos os incentivos para que empresas passem a se localizar onde existe menor regulação ambiental para se produzirem mercadorias.

Isto leva o referido autor a concluir que, em uma economia globalizada, somente uma política global de intervenção pode alterar o meio ambiente no qual as firmas estão em permanente processo de competição e onde tomam suas decisões mais ou menos ecologicamente protetoras. Para o autor em questão, não existe no momento nenhuma instituição com esta estrutura capaz de impor e dirigir esta intervenção política global. Ele finaliza indicando que a construção desta instituição global é um importante fator que está por trás da emergência do movimento transnacional antiglobalização corporativa.

O tópico seguinte vai articular a construção de uma sociedade sustentável e as oportunidades tecnológicas e o meio ambiente, discutidas anteriormente e que, na minha avaliação, não apresentam incompatibilidade ou conflito explícito com a teoria de *treadmill of production*; creio que posso avançar na conceituação do que entendo por sociedade sustentável e como alcançá-la. Após esta sessão, cabe fazer uma reflexão sobre a nanotecnologia nesse contexto de meio ambiente, oportunidades tecnológicas e sociedade sustentável.

### **Por uma sociedade sustentável**

A sociedade em que vivemos atualmente é insustentável tanto para o planeta em que habitamos como para a maioria de sua população, sob vários pontos de vista, em especial pela produção de desigualdades sociais e ambientais. O que temos, portanto, é uma ordem de um mundo a superar.

Neste sentido, a questão da utopia se coloca, pois não pode existir um esforço de investigação política íntegro sem utopia. Esta é entendida de acordo com Boaventura de Sousa Santos, quando este afirma que

A utopia é a exploração de novas possibilidades e vontades humanas, por via da oposição da imaginação à necessidade do que existe, só porque existe, em nome de algo radicalmente melhor que a humanidade tem direito de desejar e por que merece a pena lutar. A utopia é, assim, duplamente relativa. Por um lado, é chamada a atenção para o que não existe como (contra) parte integrante, mas silenciada, do que existe. Pertence à época pelo modo como se aparta dela. Por outro lado, a utopia é sempre desigualmente utópica, na medida em que a imaginação do novo é composta em parte por novas combinações e novas escalas do que existe. Uma compreensão profunda da realidade é, assim, essencial ao exercício da utopia, condição para que a radicalidade da imaginação não colida com o seu realismo.<sup>16</sup>

O roteiro de nossa reflexão sobre a ordem de um mundo a superar irá procurar concatenar uma série de idéias, que partem do pressuposto de que a meta a ser atingida é a sociedade sustentável, caracterizada, grosso modo, enquanto não-capitalista, em que a questão ambiental é entendida como um fator de restrição de primeira ordem às atividades econômicas.

O segundo pressuposto por nós assumido é que uma sociedade sustentável será necessariamente uma sociedade democrática, fundada em uma nova cidadania, de caráter radical, pois será o produto da constituição de sujeitos sociais ativos, que levam a construção da referida cidadania “de baixo para cima”, com a participação direta dos setores excluídos, exigindo o “direito de ter direitos”.<sup>17</sup>

De acordo com Evelina Dagnino, a noção da nova cidadania fundamenta-se na experiência dos movimentos sociais, na construção da democracia, sua extensão e aprofundamento e ao nexos constitutivo entre cultura e política. Portanto, os fundamentos desta nova cidadania são distintos da noção original de fins do século XVIII, de cunho liberal.

Entre o direito a ter direitos pelos quais os movimentos sociais lutam e criam novos direitos, encontram-se os relativos à vida, ao meio ambiente e ao trabalho, que se encontram devidamente entrelaçados, pois não é possível a existência de vida sadia em meio ambiente degradado, como também ambiente degradado significa a impossibilidade de populações trabalharem.

Assim sendo, devemos ter claro que todas as ações que comprometem as condições ambientais de existência e trabalho das populações, como, por exemplo, os diversos tipos de poluição, atentam contra direitos ambientais de indivíduos e coletividade.

---

<sup>16</sup> SANTOS, B. de S. *Pela mão de Alice: o social e o político na pós-modernidade*. São Paulo: Cortez, 1996. p. 323.

<sup>17</sup> DAGNINO, E. Os movimentos sociais e a emergência de uma nova noção de cidadania. In: DAGNINO, E. (Org.). *Os anos 90: política e sociedade no Brasil*. São Paulo: Brasiliense, 1994. p. 103-115.

Portanto, trata-se de entender que a crise ambiental produzida por este modelo insustentável de desenvolvimento é a manifestação de conflitos sociais que têm a natureza por base, e que quando esta se torna explícita exprime a consciência de que um direito ambiental foi ameaçado.

Essa nova ordem de valores aponta para a introdução de princípios democráticos nas relações sociais mediadas pela natureza.

Estes princípios democráticos são assim descritos por Acselrad:

a igualdade no usufruto dos recursos naturais e na distribuição dos custos ambientais do desenvolvimento; a liberdade de acesso aos recursos naturais, respeitados os limites físicos e biológicos da capacidade de suporte da natureza; a solidariedade das populações que compartilham o meio ambiente comum; o respeito à diversidade da natureza e aos diferentes tipos de relação que as populações com ela estabelecem; a participação da sociedade no controle das relações entre os indivíduos e a natureza.<sup>18</sup>

Na medida em que tais princípios sejam observados e que tenhamos claro que o meio ambiente é o suporte natural da vida e do trabalho das populações, estaremos restringindo de forma mais conseqüente a degradação do meio ambiente e, por conseqüência, assegurando os direitos dos cidadãos à vida e ao trabalho.

Por outro lado, é esta nova cidadania que irá interferir na constituição do ambiente econômico e que norteará o interesse pela busca de inovações e construção de trajetórias – que incorporem a questão ambiental, e se tornem resultado lógico da incorporação destas inovações e trajetórias pelos ambientes seletivos.

Portanto, assume-se aqui que, em concordância com os evolucionistas<sup>19</sup>, para que a preocupação ambiental se torne uma “restrição direcional” ao desenvolvimento tecnológico, o meio social em questão é que deve ser capaz de imprimir tal direcionamento.

Acrescentamos que o processo de constituição desta nova cidadania, liderado pelos novos movimentos sociais, entre os quais os de trabalhadores e ambientalistas, é que deverá ser capaz de imprimir o direcionamento referido acima<sup>20</sup>.

Assim sendo, admitimos que a competitividade de um país está ligada à competitividade das empresas nele existentes, e que a competitividade das empresas está ligada a inovações e trajetórias tecnológicas, e estas por sua vez estão sendo direcionadas pelos novos movimentos sociais, que corporificam e constroem esta nova cidadania. No que tange às questões relativas ao meio ambiente,

---

<sup>18</sup> ACSELRAD, H. Cidadania e meio ambiente. In: ACSELRAD, H. (Org.). *Meio ambiente e democracia*. Rio de Janeiro: Ibase, 1992. p. 19.

<sup>19</sup> ALMEIDA, 1994, p. 55.

<sup>20</sup> Outros autores apresentam conclusões semelhantes sobre este tema. Ver: CRAMER; ZEGVELD, 1991.

podemos, então, afirmar que a competitividade de nosso país, de nossas empresas, dependerá em última instância desse processo de constituição desta nova cidadania. Com isto, entendemos que a futura competitividade de um país, emerso em um processo de construção de uma sociedade sustentável, estará diretamente relacionada ao grau de radicalização da cidadania construída neste processo, que em última instância significa a construção de uma nova sociabilidade, caracterizada por relações sociais mais igualitárias. O referido processo, que é político-cultural, constituído pelos vários movimentos sociais, entre os quais os sindicatos e o movimento ambientalista, é que conseguirá estabelecer uma nova forma de apropriação da natureza.

É de conhecimento público e planetário a profunda realidade de destruição do meio ambiente e da diversidade biológica e social. Portanto, a forma atual como a sociedade se organiza para produzir também produz problemas ambientais, que nem sempre são explícitos para a maioria da população, mas são a manifestação de conflitos sociais que têm por base a natureza.

Porém, a sociedade humana sustentável não se constrói sem as demais espécies presentes em nossa biosfera, quer sejam devidamente conhecidas ou não. Como fazer, então, para que possamos conhecê-las? Em primeiro lugar, seu *habitat* deve ser conservado. Em segundo lugar, na medida em que o exercício e a construção da nova cidadania pelos movimentos sociais, em particular dos movimentos ambientalista e sindical, induzam a construção do ambiente econômico favorável à adoção de tecnologias e trajetórias ambientalmente conseqüentes, estaremos tornando viável expandir o processo de interação positiva entre homem e natureza, já realizado por diversos grupos sociais, entre os quais os índios, os camponeses e os povos da floresta.

Na medida em que se preservem as florestas tropicais e subtropicais, locais por excelência onde se encontra a diversidade biológica e social, estaremos contribuindo tanto para a estabilidade da biosfera e seus ecossistemas quanto possibilitando ao país a utilização futura de uma imensa riqueza, assegurando, assim, às gerações futuras melhores condições de vida.

É importante assinalar que a construção presente dessa nova cidadania acaba por influir naquilo que as gerações futuras herdarão de nós em termos de meio ambiente. Trata-se, portanto, de uma luta com conseqüências intergeracionais, que por sinal é o tempo mais apropriado para se tratar de questões relativas ao meio ambiente.

Sabemos que a temporalidade de soluções fundamentais, como, por exemplo, uma nova forma de apropriação da natureza, é intergeracional e apresenta dificuldades, pois, como afirma Boaventura de Sousa Santos, “O problema das so-

luções intergeracionais é que elas têm de ser executadas intrageracionalmente. Por isto, os problemas que elas criam no presente em nome de um futuro tendem a ser mais visíveis e certos que os problemas futuros que elas pretendem resolver no presente.”<sup>21</sup>

Por esta razão, temos trabalhado com a idéia de processo de construção de nova cidadania, que, além de admitir que seu conteúdo e significado serão sempre definidos pela luta política, admite também que sua temporalidade é intergeracional. Portanto, a análise das variáveis socioeconômica-ecológicas realizadas neste trabalho são de longo prazo.

Também de longo prazo são as ações de diversos grupos sociais que vêm praticando uma biotecnologia de caráter holístico, sendo na verdade os responsáveis pelo descobrimento e melhoramento genético de uma série de plantas que hoje asseguram a possibilidade de produção de alimentos e fármacos em escala mundial.

Já foi perfeitamente demonstrado o processo de expropriação a que foi e são submetidos vários povos do Hemisfério Sul, que além disto estão sendo destruídos física e/ou culturalmente, agora em novo patamar, mediante a imposição da lei de patentes e propriedade intelectual.

Em síntese, a tese aqui defendida é a de que a possibilidade de romper esse círculo opressor e explorador de populações, destruidor da biodiversidade e degradador de meio ambiente está em construir o processo de um círculo libertário e solidário das populações do Hemisfério Sul, mediante a reação em cadeia, não-linear, mas dialética, de construção histórica, de uma cidadania radical. Este processo, corporificado nos movimentos sociais, entre os quais o sindical e ambientalistas, fará com que a preocupação ambiental se torne uma “restrição direcional” ao desenvolvimento tecnológico, implicando que o ambiente seletivo aponte na direção da adoção, por parte das empresas, de inovações e trajetórias tecnológicas ambientalmente limpas.

Este processo também representa a instituição de uma outra sociabilidade, fundamentada em relações sociais mais igualitárias por um lado, e por outro lado, também respeitador das diferenças, quer no campo biológico (biodiversidade) ou social (sociodiversidade).

Com isto, um país como o Brasil, considerado de megadiversidade, quando esta não estiver sob pressão de desaparecimento ou degradação, incluindo as populações lá existentes, certamente terá a possibilidade de contribuir para a estabi-

---

<sup>21</sup> SANTOS, 1996, p. 321.

lidade da biosfera, de vários ecossistemas, e para a paz mundial, em termos de evitar conflitos de origem ambiental, pela satisfação das necessidades humanas fundamentais.

Neste contexto hipotético, porém já a caminho, um projeto nacional de inserção do país de forma ativa no contexto internacional deverá estar fundamentado na visão de que seu suporte será a megadiversidade, e sua competitividade estará ancorada na radicalidade da cidadania existente no país. Mas, também é preciso deixar claro que nesta nova situação haverá a substituição, em termos de importância social e ideológica, da competitividade pela solidariedade.

Utilizamos acima a expressão “já a caminho” porque concordamos com Boaventura de Souza Santos quando este expressa que no presente existem dois paradigmas: o capital expansionista, ainda dominante, e o ecossocialista, emergente, com as seguintes características:

O desenvolvimento social afere-se pelo modo como são satisfeitas as necessidades humanas fundamentais e é tanto maior, em nível global, quanto mais diverso e menos desigual; a natureza é a segunda natureza da sociedade e, como tal, sem se confundir com ela, tampouco lhe é descontínua; deve haver um estrito equilíbrio entre três formas principais de propriedade: a individual, a comunitária e a estatal; cada uma delas deve operar por atingir seus objetivos com um mínimo de controle de trabalho de outrem.<sup>22</sup>

Segundo o referido autor, este paradigma emergente vem-se alimentando de uma enorme diversidade de movimentos sociais e entidades não-governamentais locais e transnacionais. Uma de suas características é expandir a democracia na direção intertemporal e intergeracional. Assume-se, então, que a proximidade do futuro é hoje tão intensa que nenhum presente é democrático sem ele. Neste contexto, entende-se que a democracia das relações estatais visa sobretudo à democracia das relações intergeracionais e é em nome desta que a cooperação entre os Estados é mais imprescindível e urgente.

Na perspectiva deste paradigma emergente, poderíamos dizer a sociedade sustentável que o corporificaria fundamenta-se numa economia ecológica que utiliza os recursos naturais renováveis em velocidade que não supere a taxa de renovação, e usa os recursos naturais não-renováveis em ritmo adequado à substituição destes, pelos recursos renováveis. É claro que tal sociedade também vai produzir resíduos, mas o fará em ritmo e quantidade em que os ecossistemas podem assimilar e reciclar. Certamente, outra característica desta sociedade será a redistribuição dos recursos e da produção tanto entre a geração atual como entre

---

<sup>22</sup> SANTOS, 1996, p. 336.

esta e a seguinte, pois se sabe que tanto a concentração de riqueza quanto a pobreza generalizada destroem o ambiente. Assim sendo, esta é uma sociedade que pleiteia a equidade com sustentabilidade.

A questão da redistribuição é também ressaltada por Allan Schnaiberg e outros<sup>23</sup>, onde é relacionada com poder e iniquidade. A conclusão dos autores é que, sem uma opção pela redistribuição das riquezas, a política econômica vigente só oferece o aprofundamento perpétuo da pobreza para grande segmento da população humana, ou um limitado benefício econômico será alcançado mediante uma aceleração das práticas antiecológicas.

Uma das partes centrais da proposta de *treadmill of production* é advogar o estado estacionário da economia como meio de implantar uma forma desenvolvimento ecologicamente sustentável. Nesta circunstância, a redistribuição irá requerer a ação forte do Estado. Assume-se nesta interpretação que a redistribuição se torna essencial no esforço para se conseguir a sustentabilidade.<sup>24</sup>

Ressaltam os autores que, sem esta indicação de redistribuição, os cidadãos/trabalhadores não aceitarão baixo ou não-crescimento como trajetórias para se protegerem os ecossistemas.

Kenneth Gould, co-autor da obra que aqui é fonte de referências constantes, lembra-nos que a iniquidade é a base da injustiça social, aspirações materiais não-saciáveis, estratégias antiecológicas de sobrevivência. Por isto, a *treadmill of production* argumenta que não haverá solução dos problemas ambientais sem um adequado exame das dimensões da dinâmica distributiva socioambiental, e que necessariamente haverá conflitos com a elite dominante que impõe este modelo de produção.

Schnaiberg e outros reconhecem que a proposta de estado estacionário é um tanto polêmica, pois, junto com a crítica feita à lógica antiecológica do capital, a teoria da rotina da produção ameaça não só o *status quo* dominante na economia como também no âmbito do Partido Verde, que emprega *slogans* como “nem esquerda nem direita, mas à frente”.

De nossa parte, procuraremos fazer alguns comentários referentes à nossa proposta de construção de uma sociedade sustentável e da teoria da rotina da produção à luz dos impactos de três avanços tecnológicos de suma importância:

a) a quebra da barreira entre as espécies com a introdução de genes de diferentes espécies, proporcionada pela biotecnologia;

---

<sup>23</sup> SCHNAIBERG et al., 2005.

<sup>24</sup> SCHNAIBERG et al., 2005.



b) a quebra da barreira entre orgânico e inorgânico proporcionada pela nanotecnologia;

c) a construção de novos materiais a partir dos elementos químicos naturais e sintéticos proporcionada pela nanotecnologia.

Em que isto afeta ou pode afetar as concepções aqui apresentadas?

### **Nanotecnologia, *treadmill of production* e sociedade sustentável**

Esta é uma primeira reflexão no sentido de apresentar três questões que o avanço científico e tecnológico colocam para as teorias que procuram explicar as relações que a sociedade estabelece com meio ambiente na forma capitalista de organizar a produção.

Os três avanços tecnológicos apresentados ao fim do tópico anterior têm em comum o fato de significarem a construção de uma “nova natureza” até então não encontrável em nosso planeta.

Apenas para dar rápidos exemplos sobre estes avanços, podemos citar:

No campo da biotecnologia, há a questão dos alimentos transgênicos, como soja, canola e milho. Não cabe aqui retratar todo o debate e impactos da introdução destes vegetais até então inexistentes em nosso planeta. Esta tecnologia de inserção de genes significou o fim da barreira entre as espécies em termos de mudanças genéticas, as quais expressam determinadas características como, por exemplo, tornarem as sementes adaptadas a determinados agroquímicos.

O caso da nanotecnologia, que permite a supressão da barreira entre orgânico e inorgânico, permite a construção de um *biochip* (junção de material inorgânico com orgânico) no qual, por exemplo, a componente biológica pode gerar e transmitir a energia necessária ao funcionamento de um *chip* (armazenamento, processamento e transmissão de informações).

Ainda no campo da tecnologia, temos a produção de novos materiais, como é o caso dos nanotubos de carbono, o qual tem por característica ser muito mais leve que o alumínio e muito mais resistente que o aço. O elemento químico carbono já era conhecido, mas os nanotubos de carbono só foram possíveis de serem fabricados com o desenvolvimento da nanotecnologia nos anos 90 do século passado. Tanto *biochips* como nanotubos de carbono não se encontravam presentes em nossa natureza, que agora poderá passar a contar com estes produtos.

À parte as questões relativas à possível contaminação dos ecossistemas por estes elementos exógenos, sobre os quais não temos pesquisa alguma, quero aqui tratar de uma questão central para ambas as concepções apresentadas (rotina da produção e sociedade sustentável): trata-se da escassez dos recursos naturais imposta pela apropriação da natureza realizada pelo modo capitalista de produção.

Allan Schnaiberg e outros adotam a perspectiva de James O'Connor, da chamada segunda contradição do capital. Esta se refere à contradição entre capital e natureza, em que reprodução ampliada do capital leva à escassez dos recursos naturais, pois estes são apropriados no ritmo/tempo de reprodução do capital e não no ritmo/tempo de recomposição dos ecossistemas naturais, o que asseguraria a sustentabilidade dos ecossistemas e das atividades produtivas.

Já Paulo Roberto Martins<sup>25</sup>, ao concordar com as teses de Schnaiberg acima mencionadas, explicita que os problemas ambientais que a sociedade capitalista produz são a manifestação de conflitos sociais que têm por base a natureza.

Cabe, então, refletirmos se a biotecnologia e a nanotecnologia, ambas apropriadas pelo capital, irão superar duas questões :

1) a escassez dos recursos naturais (segunda contradição do capital) no processo de produção capitalista;

2) os problemas ambientais decorrentes dos diversos processos produtivos.

Algumas considerações gerais devem ser feitas para começar a responder estas questões. Certamente, as respostas serão insuficientes, mas creio que serão as primeiras reflexões feitas pelas ciências sociais no Brasil.

A nanotecnologia tem como uma de suas características a capacidade de trabalhar ao nível atômico e molecular promovendo arranjos atômicos com os elementos químicos naturais e sintéticos, o que promete um potencial não-quantificável imenso de possibilidades de construção de matérias-primas e de produtos, que em tese, poderia eliminar a escassez dos recursos naturais previstos pela rotina da produção.

A outra característica é a que se refere às questões ambientais decorrentes dos processos produtivos. De maneira geral, é assumido pelos produtores da nanotecnologia que todos os processos produtivos realizados mediante esta tecnologia implicam utilizar menos recursos naturais e energia para a obtenção do mesmo processo e/ou produto já conhecido e produzido. Assim sendo, de maneira geral a nanotecnologia implicaria eliminar ou, no mínimo, diminuir acentuadamente a geração de problemas ambientais nos processos produtivos, o que em última instância significaria, em tese, a eliminação dos conflitos sociais que têm por base a natureza.

As teorias apresentadas (sociedade sustentável e rotina da produção) admitem a possibilidade de que trajetórias tecnológicas limpas sejam induzidas a serem adotadas e disseminadas no processo produtivo capitalista. Os caminhos para

---

<sup>25</sup> MARTINS, 2001, p. 97-132.

que isto ocorra foram elaborados de forma distinta, porém não contraditória. Ambas as teorias entendem que a construção de um ambiente econômico e social é que irá proporcionar a que a sociedade organizada – materializada na aliança entre trabalhadores e ambientalistas – faça a luta anti-*status quo* dominante da *treadmill of production* (rotina da produção)

Nos dizem Schnaiberg e outros<sup>26</sup> que talvez somente a mobilização internacional seja o único caminho viável para se alcançar a sustentabilidade social e ambiental. Já Paulo R. Martins<sup>27</sup> identifica que esta possibilidade está em construir o processo de um círculo libertário e solidário das populações do Hemisfério Sul, mediante a reação em cadeia, não-linear, mas dialética, de construção histórica, de uma cidadania radical. Este processo, corporificado nos movimentos sociais, entre os quais o sindical e o ambientalista, fará com que a preocupação ambiental se torne uma “restrição direcional” ao desenvolvimento tecnológico, implicando que o ambiente seletivo aponte na direção da adoção, por partes das empresas, de inovações e trajetórias tecnológicas ambientalmente limpas.

Claro que neste processo o peso do que já está estabelecido na direção anti-sustentabilidade é muito consistente e forte, ainda mais quando pensamos em todo o poderio da indústria militar, que sempre significa a mobilização não em prol de sustentabilidade e justiça ambiental, mas sim pelo medo e desespero. Não é preciso aqui demonstrar o que sejam as especificidades da “era Bush” e seus aliados (corporações) em termos de militarismo explícito para com o planeta como um todo, decorrente da adoção da teoria da existência do inimigo global.

Mas Schnaiberg nos aponta seis indicadores de mudanças econômicas, políticas e culturais que enfraquecem relativamente o *antitreadmill*:

- 1) erosão do “Consenso de Washington”, especialmente na América Latina;
- 2) emergência de um movimento transnacional anticorporação unificado globalmente;
- 3) disseminação global de experiências alternativas locais e regionais;
- 4) transnacionalização do movimento sindical;
- 5) decréscimo da legitimidade de instituições supranacionais de suporte à produção, como Fundo Monetário internacional, Banco Mundial, Organização Internacional do Comércio;
- 6) enraizamento das demandas pela radical democratização das políticas públicas<sup>28</sup>.

---

<sup>26</sup> SCHNAIBERG et al., 2005.

<sup>27</sup> MARTINS, 2001.

<sup>28</sup> SCHNAIBERG et al., 2005, p. 115-116.

Reconhecem Schnaiberg e outros que, embora individualmente cada um dos itens não signifique obstáculo intransponível à produção capitalista, a convergência destas forças sociais pode indicar que o suporte comum a uma trajetória alternativa de desenvolvimento está começando a tomar forma<sup>29</sup>. Reconhecem também que é mais difícil tirar esta forma presente de produzir do que colocar alternativas em seu lugar.<sup>30</sup>

É com este pano de fundo que devemos pensar como as nanotecnologias podem-se tornar trajetórias tecnológicas pró-sustentabilidade; mas também temos claro que as pesquisas em nanotecnologia são muito caras e complexas, de difícil condução por pequenas organizações. Isto pode implicar maior dinâmica de concentração de poder e monopólio por parte das grandes corporações, que já são as principais fontes de recursos para as pesquisas em nanotecnologia. Pode implicar também a implantação da nanotecnologia via “fato consumado”, e com isto novos materiais e produtos poderão ser espalhados pelos diversos ecossistemas existentes neste planeta.

Será a nanotecnologia intrinsecamente antidistributiva? Esta nova inovação tecnológica irá incrementar os ganhos dos investidores e não dos trabalhadores? As empresas que mais investem em P & D em nanotecnologia são aquelas que se opuseram ao bem-estar social e à proteção ambiental pelo Estado, assim como se opuseram à sindicalização dos trabalhadores? A nanotecnologia será apenas “um negócio usual” ou irá proporcionar mais cenários degradantes de regressão social e ambiental?

Será que os pontos acima levantados por Allan Schnaiberg poderão indicar que a “restrição direcional” de uma dada trajetória tecnológica pró-sustentabilidade social e ambiental não poderão ser alcançadas?

Esta oportunidade de apresentar minhas idéias para apreciação desta platéia, dos meus colegas da Renanosoma e principalmente do professor Allan Schnaiberg, é algo raro, que tenho certeza vai marcar a história das ciências humanas no Brasil, no sentido de transformar a nanotecnologia em seu objeto de estudo. Agradeço a atenção de todos, em especial a do nosso interlocutor, que tem sido de grande gentileza para com nossa rede de pesquisa.

---

<sup>29</sup> SCHNAIBERG et al., 2005, p. 116.

<sup>30</sup> SCHNAIBERG et al., 2005, p. 121.

## Debate (19/10/2005, tarde)

**Silvia Ribeiro** – Boa tarde a todos, agradeço por pedirem que eu faça comentários. A primeira coisa que eu quero dizer é sobre a preocupação com o fato de que a nanotecnologia está sendo desenvolvida no contexto capitalista. Isso é óbvio, é assim mesmo, vem de uma estrutura de exploração baseada em empresas que têm praticamente o controle, não só da política, mas também da economia. Hoje, quase todas as 500 maiores empresas têm investimentos em nanotecnologia. É uma grande diferença em relação a outras tecnologias; por exemplo, a biotecnologia começou há vários anos em empresas pequenas, mas isso não vai acontecer com a nanotecnologia. Não será apenas outra tecnologia, mas sim uma grande mudança em termos de influências sobre os aspectos sociais e a mão-de-obra no mundo. Isso vai acontecer porque vai ser muito rápida a substituição de matérias-primas, como borracha, cobre, algodão, e milhões de trabalhadores ficarão sem emprego rapidamente.

Concordo com o que foi dito por Ignacio Lerma; nós, em nosso grupo, achamos que a nanotecnologia pode ser uma ferramenta dessa falácia de desenvolvimento sustentável, não o desenvolvimento sustentável de verdade, mas uma falácia dizendo que o desenvolvimento sustentável pode ser atingido por meio disso. E essa é a promessa central da nanotecnologia. Mas também concordo que a nanotecnologia não é só novos materiais, mais eficiência, ecoeficiência ou poupar recursos. A nanotecnologia também fornece uma plataforma para um controle que nunca existiu antes e não só em termos econômicos, mas também para o desenvolvimento de redes de nanosensores que serão utilizadas em diferentes atividades econômicas, como a agricultura, mas também no controle da sociedade. Neste sentido, e pensando no que o professor José Manuel Rodríguez Victoriano enfatizou, a nanotecnologia não é apenas mais uma tecnologia. É uma ameaça maior à possibilidade de autonomia para a sociedade, devido à possibilidade de controle, não só militar, mas também de uma concentração ainda maior de capital em um número menor de empresas. Mais tarde, teremos a oportunidade de ver que uma das formas não será apenas produzindo mais, conquistando novos mercados, mas também por intermédio de patentes muito abrangentes. Temos uma patente para a *nanorods*, uma fórmula que é usada em muitas indústrias, que cobre 33 elementos da tabela periódica de elementos. Uma patente cobre a combinação de todos esses elementos! Isso nunca aconteceu antes, patentes tão abrangentes. Segundo as informações que temos até agora, penso que os efeitos serão maiores do que acreditamos.

Também quero falar sobre a questão levantada por Paulo Martins sobre escassez, uso de menos recursos e o final da escassez. Por um lado, concordo com o

professor Schnaiberg e também com Kenneth Gould, no seminário anterior, de que novas necessidades vão surgir. Por outro lado, fica claro que, mesmo que haja tecnologia para produzir pneus que possam ser usados por cem anos, é óbvio que as empresas não vão permitir que se produza um pneu tão durável. Vão usar isso de forma a que as pessoas tenham de comprar mais. Não sei como vão fazer, acho que já estão pensando nisso. E isso está em um contexto em que a escassez de recursos, se puder dar mais lucro, será usada. Senão, outras necessidades serão criadas para que tenhamos de consumir mais recursos.

Uma coisa que em minha opinião foi subestimada no painel Sociedade, Nanotecnologia e Meio Ambiente foram os problemas que a nanotecnologia pode causar para o meio ambiente. Porque, junto com bionanoremediação, algumas coisas que estão sendo desenvolvidas com nanotecnologia são de um alcance que não podemos nem imaginar. Por exemplo, o governo dos Estados Unidos está desenvolvendo o que chamam de geoengenharia, como solucionar mudanças climáticas e aquecimento global por intermédio de tecnologia. Isso significa distribuição maciça de nanopartículas nos mares e distribuição maciça de nanopartículas na estratosfera. Tais experiências estão sendo feitas em pequena escala e têm um potencial de problemas que nunca vimos antes. E isso seria na mesma escala de mudanças climáticas, com a mesma força. Então, não devemos pensar em nanotecnologia separada dos outros aspectos de tecnologia. Temos de ver tudo isso junto. Não estou pensando que vai causar os mesmos problemas que vimos até agora porque estamos falando de algo muito diferente, como foi dito por um dos palestrantes. Bem, é o comentário que tenho e agradeço a todos pelos comentários muito interessantes sobre essa questão.

**Marcos Antônio Mattedi** – Obrigado a Sílvia Ribeiro. Professor Schnaiberg, se o senhor quiser se manifestar a respeito do comentário.

**Allan Scaiberg** – Não sei por onde começar. Fiquei surpreso ao ouvir Paulo Martins falando sobre mudanças tecnológicas e pensei na época em que eu tinha 23 anos de idade e trabalhava como metalúrgico para uma empresa que fabricava aviões. Havia uma publicidade de uma empresa, uma siderúrgica estadunidense, que mostrava um automóvel Ford com uma carroceria de aço inox e um monte de sucata atrás. E o *slogan* era: “Poderíamos ter impedido isso usando essa mudança tecnológica, o aço inox”. E eu pensei como isso descreve a realidade, o temor ao redor de questões como nanotecnologia. E eu concordo que a nanotecnologia é muito mais do que apenas uma simples mudança tecnológica. Eu acho que estou contente de estar nessa idade porque não sei se quero estar vivo quando a nanotecnologia estiver fortemente implantada.

Eu me lembro de uma grande descoberta que Kenneth Gould, David Pillow e eu fizemos quando trabalhávamos no nosso novo livro, no esboço sobre a produ-

ção. E uma pergunta que respondemos, se a teoria é linear ou dialética. Eu entendia que é dialética; quando eu voltei e repensei o assunto, analisei o livro de 1980, a teoria era dialética. Mas quando pensei nas mudanças do mundo real, de 1980 até 2005, nenhuma dessas mudanças foi dialética, todas aceleraram e eliminaram alternativas. Então, a história empírica não é dialética. A teoria era, e eu devo dizer que o mesmo vai acontecer com a nanotecnologia. Quando houver um seminário, daqui a 25 anos, sobre resistência à nanotecnologia, vão dizer como os especialistas da nanotecnologia venceram a resistência contra a nanotecnologia e tornaram-se líderes do novo mundo livre. Mais uma vez, é muito bom que eu não esteja nessa conferência daqui a 25 anos. A dificuldade é que as mudanças normativas, desde 1980 até o presente, são grandes, quando pensamos como a infra-estrutura política e econômica mudou. Hoje, fala-se do fim da globalização, porque alguns vão ganhar mais com isso sem globalizar. Acho que isso é um exagero, mas todas as tendências têm envolvido movimentos distantes de coisas sérias, tanto na área ambiental quanto social.

Eu quero ser otimista, mas não vejo nenhuma base para o otimismo. Então, eu fiz uma revisão dos meus livros anteriores e entendi que, na maior parte dos capítulos, eu sou pessimista. Aí, de repente eu tenho de lançar luz para dar alguma esperança aos leitores. Eu fiz isso. O problema é que a esperança em 1980 terminou em 1994, e a esperança em 1994 terminou em 1996. Então, talvez eu devesse parar de escrever livros. Mas eu acho que estamos alimentando uma fantasia se imaginarmos que movimentos sociais isolados, ou mesmo integrados, vão ter o impacto que estamos pensando. Ken Gould e eu falamos sobre isso porque um dos meus alunos estava interessado na internacionalização de movimentos políticos e sociais. Se olharmos na internet, poderemos ver o que foi dito. E Gould disse: “Não devemos ter esses movimentos na internet porque eles estão sendo monitorados”. Então, o que nós vemos na internet é uma versão de Walt Disney desses movimentos e não os movimentos em si, porque eles sabem que a internet é monitorada. Eu levei isso a sério porque achei que muitas das nossas esperanças têm a ver com a superficialidade que a internet está mudando. E esquecemos que, ao mesmo tempo, o consumo global e as trocas globais são acelerados pela internet. É como o exemplo da British Petroleum: 5% para a comunicação e 95% para a exploração. Nos Estados Unidos, nós nos beneficiamos muito tendo produtos importados da China, compramos esses produtos e ficamos contentes tendo produtos baratos no Wal Mart. Mas cada vez mais estamos criando um exército cada vez maior de desempregados. E é aí que pode estar a oportunidade. Se esses desempregados puderem ser mobilizados, não em movimentos ou partidos políticos como o Partido Verde, isso seria uma movimentação na direção certa.

Quando os europeus escrevem sobre vermelho, ou verde, nós escrevemos sobre outras coisas. Nós não temos, em meu país, uma experiência com partidos socialistas. E se eu puder prever de onde virão as mudanças, espero que venham do seu país. Então, nós produzimos o dinheiro, vocês podem produzir a resistência e, quem sabe, cheguemos a um bom final. Obrigado.

**Marcos Antônio Mattedi** – Eu gostaria de saber se mais alguém quer emitir um comentário, formular uma questão para o professor Schnaiberg.

**Participante** – Meu nome é Tânia, trabalho no órgão ambiental do Estado de São Paulo, a Cetesb, sou presidente da Associação dos Engenheiros, secretária-executiva da Mesa Redonda de Produção Mais Limpa. A Cetesb existe há 37 anos, emite cerca de 25 mil licenças ambientais por ano, faz 48 mil fiscalizações por ano e fecha cerca de 10 empresas em São Paulo por ano. E nós não temos a menor idéia do que é a nanotecnologia. Nós acreditamos que há riscos para o meio ambiente e também riscos para a saúde. Fazendo um paralelo em relação às substâncias químicas sintéticas, sabemos que há mais de 100 mil substâncias sintéticas no meio ambiente e 2 mil novas substâncias por ano. E conhecemos a toxicologia de cerca de 2 mil substâncias. Então, eu não acredito que teremos a possibilidade e o tempo para fazer profundas pesquisas de riscos toxicológicos à saúde e ao meio ambiente. Precisamos de tempo. Por outro lado, temos a mudança do clima, que é uma crise muito séria e que demanda novas alternativas energéticas. E sabemos que o petróleo provoca mudança do clima e se diz que a Idade do Petróleo não vai acabar por falta de petróleo, mas sim pela mudança do clima, da mesma forma que a Idade da Pedra não acabou por falta de pedra. Dessa forma, temos uma pressão por novas fontes de energia e sabemos que as fontes alternativas, hoje, não são suficientes para substituir totalmente os combustíveis fósseis, e temos de ter processos energéticos mais eficientes nas empresas. A minha questão é: se temos, de um lado, uma demanda muito grande por novas tecnologias, como a nanotecnologia e, por outro, temos de investigar riscos ao meio ambiente e à saúde, para o que necessitamos de tempo, e ficamos, então, espremidos nessa demanda e resposta, quais são as alternativas para esse problema?

**Marcos Antônio Mattedi** – Sônia Dalcomuni quer falar?

**Sônia Maria Dalcomuni** – Sim. O respeito à diversidade e a busca da sustentabilidade tem de começar entre nós, os amigos. Senão, como é que a gente pode generalizar? E, então, eu teria alguns comentários. Em primeiro lugar, a mesa parece ter um certo consenso em termos de abordagem analítica, que lembra bem a abordagem marxista e dá a impressão de absoluta incompatibilidade entre sustentabilidade e capitalismo. Eu teria duas questões a fazer. Em primeiro lugar, o



que foi dito acerca da abordagem evolucionista, se não é equivocado é, no mínimo, muito incompleto, porque trata a questão de inovação e trajetórias tecnológicas como se fosse algo relacionado à busca de competitividade econômica. E, aí, o melhor para buscar o pensamento evolucionista seriam os próprios evolucionistas que, inclusive, foi o que eu adotei em minha exposição. E os textos de Kristopher Freeman dão bem claramente uma visão de inovação. A inovação não apenas é um sistema complexo que necessita, requer a interação de agentes da ciência, da economia, mas eminentemente é um processo social, historicamente datado. E é exatamente por isso que os evolucionistas colocam a ciência e tecnologia para a questão ambiental, como a fronteira disso. Porque há uma preocupação que é eminentemente pública, que a maior parte dos Estados, em nível mundial, só vai se dar conta, isso só vai se generalizar nos próximos 30 ou 40 anos. E, a menos que o Estado faça tudo, não tenha ninguém fora do Estado, as pessoas terão de produzir, consumir, viver e se transportar. Ou seja, cada uma dessas atividades impacta a natureza. Assim, a abordagem evolucionista, conforme reproduzida, não traz o que tinha de mais importante, que é o caráter sociológico e institucional. A questão da tecnologia é muito menos uma questão de fraqueza ou força ideológica, mas de que seleção política a sociedade faz de cada conjunto de tecnologias. Essa é a primeira questão, relativa ao ponto de partida da crítica feita aos evolucionistas, que eu acredito ser equivocada.

A outra questão, se sustentabilidade pressupõe igualdade e inclusão, por que apenas trabalhadores e ambientalistas? Afinal de contas, quem sempre colocou o meio ambiente na agenda foram os ambientalistas. Nos sindicatos, entre os trabalhadores, nos movimentos socialistas, a natureza estava fora.

Em relação à sociologia, tratando da questão da natureza. Essas questões são novas para a economia, para a sociologia, para o direito. Como é que a sociologia trata a natureza, a relação homem/natureza pré-capitalismo e a relação ser humano/natureza nas experiências de socialismo real? A justificativa de não dar certo seria apenas porque não está globalizada, como diz o professor? Ou será que nós globalizaríamos a experiência da revolução dos bichos? Que Estado é esse? Então, o que temos em comum? A convicção e a certeza de que as transformações que estão em curso são transformações drásticas e profundas. Agora, permanecendo nos marcos do marxismo, sociedade sustentável é apenas uma outra forma de dizer socialismo, e aí não dá para trabalhar muita coisa, apenas engloba os trabalhadores em uma luta que, antes, era só ambientalista?

A outra questão é: será que qualificar de falácia o termo “desenvolvimento sustentável” não seria também um pouco rotulante e excludente? E, nessa perspectiva que estamos tentando construir, insustentável? Como trabalhar o que que-

remos em comum e como, efetivamente, lidar com essas percepções e visões de mundo diferentes?

**Richard Domingues Dulley** – Eu sou Richard Dulley, do Instituto de Economia Agrícola da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo. A questão para Paulo Martins é: por que você incluiu apenas trabalhadores e ambientalistas e deixou de fora consumidores? Minha experiência pessoal com os orgânicos faz com que eu acredite no que chamo de terrorismo ambiental. A Rede Globo apresenta em seu programa um plantador de tomate branco e o tomate está cheio de agrotóxicos; a feira da Água Branca, no sábado, começa às 7 horas da manhã e às 8 horas acabou tudo. Depois, o consumidor esquece. Eu acho que as organizações de consumidores, em relação à própria nanotecnologia, podem contribuir bastante. É um movimento de formiguinhas, mas acho que o consumidor tem um papel importante nisso.

**Ricardo de Toledo Neder** – Boa tarde a todos. Sou Ricardo Neder, da Universidade de Rio Claro. Gostaria de fazer uma intervenção no sentido de, talvez, identificar o ponto, o elo perdido da discussão, que me parece relevante. A idéia de um complexo regulatório na economia política é muito recente do ponto de vista histórico. Então, se tomarmos as experiências de keynesianismo, de 1930 em diante, encontraremos na economia política um pensamento do tipo regulatório, uma concepção regulatória. O que é que predominou antes e que vem também, antes e depois de 1930, paralelamente? Um complexo histórico capitalista, tipicamente baseado na inovação e para o qual a tecnologia tem um papel-chave de acumulação. Esse papel é inegável, mas se esgotou. Digamos que, por uma questão histórica, como alguém muito bem apontou aqui, em uma analogia até pitoresca, a Idade da Pedra não terminou por falta de pedra. A Idade da Pedra terminou porque havia opções mais vantajosas, do ponto de vista da sociabilidade humana. Então, o que eu chamo de elo perdido é: por que não pensarmos o complexo regulatório que vai se construir a partir, sobretudo, dos anos 1930, na economia moderna, como uma experiência que precisa ser levada realmente a sério na economia, seja no pensamento econômico da economia institucionalista, seja da nova economia institucionalista, seja do neoliberalismo. E não me parece que o neoliberalismo tenha mantido uma perspectiva exclusivista de formulação de política de acumulação, como se as demais escolas não existissem. Ao contrário, o neoliberalismo só estava existindo porque as outras escolas, talvez em uma proporção de 60% a 70%, estavam ocupando os espaços que o *mainstream* do pensamento econômico não pôde ocupar. Então, talvez o elo perdido seja esse.

O complexo histórico capitalista de acumulação, em cima de uma vertente exclusivamente tecnológica, ou seja, de um modelo de tecnologia, se esgotou, e estamos no umbral de um novo limiar, que me parece ser o tema deste grande seminário, e eu espero que a Renanosoma nos ajude também a decifrar isso. Muito obrigado.

**Paulo Roberto Martins** – Eu vou tentar responder a algumas questões que Sônia Dalcomuni, Richard Dulley e Ricardo Neder colocaram. Evidentemente, não tenho respostas para tudo isso. Também estou refletindo sobre as coisas que tenho escrito e agora, a questão da nanotecnologia, em lugar de tornar as coisas mais claras e fáceis, torna-as mais complexas para mim e, portanto, mais complicadas de trabalhar. Então, eu posso responder a algumas questões.

Sônia Dalcomuni tem condição de fazer a avaliação das concepções evolucionistas muito mais do que eu. Eu vou tratar de me aprofundar nisso. Mas minha reflexão é a seguinte: qual é a questão de fundo que temos? A questão de fundo sobre a qual eu procuro refletir é que o nosso problema em relação à questão da sustentabilidade ou não, que nos leva a refletir sobre a relação homem/natureza, da apropriação da natureza, etc., é a sociedade capitalista ou é a sociedade industrial? Por onde começamos a refletir? Nós entendemos que o problema é a sociedade capitalista, o problema não é a sociedade industrial, de como se organiza a produção industrial. Portanto, aí se tem uma certa compreensão de como se passa. Por enquanto, fico com a concepção de que o problema é a sociedade capitalista. Por isso, na discussão sobre a sociedade sustentável, sobre o que é a sociedade sustentável, grosso modo eu consegui defini-la como não-capitalista. E quando vai ser isso? Quando vai estar configurado que existe uma sociedade sustentável? Quando as restrições das questões ambientais forem de primeira ordem às atividades econômicas. É até aí que eu chego. Mas, para se chegar a isso, penso que é um processo que envolve gerações. E, aí, entendo que os atores sociais mais importantes para conduzir esse processo, para levar à frente esse tipo de processo, são os trabalhadores e os ambientalistas, não excluindo outros.

Por que estes? Evidentemente, eu sei também e, aliás, Alain Bihl tem um capítulo excelente<sup>1</sup> sobre a questão de como os trabalhadores, olhando os ambientalistas, acham que estes são um bando de preservacionistas, que estão a fim de ver o mico-leão, etc. E os ambientalistas olham para os trabalhadores e acham que são um bando de produtivistas, que estão a fim de segurar o seu trabalho, etc.

---

<sup>1</sup> (N. Org.). BIHR, A. A crise ecológica. In: \_\_\_\_\_. *Da grande noite a alternativa*. Sao Paulo: Boitempo, 1998. p. 123-141.

Então, evidentemente a compreensão de que ambos são, ao mesmo tempo, ambientalistas e trabalhadores ou trabalhadores e ambientalistas, ou trabalhadores, ambientalistas e cidadãos, é que me leva a insistir nisso, do ponto de vista da radicalização da cidadania, em que a criação de direitos a ter direitos leva a que um desses direitos é o direito a um meio ambiente saudável. E o direito a um meio ambiente saudável implica uma luta, a conquista do direito a um meio ambiente saudável implica uma luta contra quem transforma o meio ambiente em não-saudável. Eu imagino que isto seja um processo, e os trabalhadores e ambientalistas seriam os agentes sociais que poderiam conduzi-lo. E isso, evidentemente, torna-se mais complexo quando se entra nessas questões da nanotecnologia, porque aí entra toda a discussão sobre se vai ou não eliminar o problema da escassez. Mas, na medida em que se apresentam novas possibilidades, também se constroem novas necessidades sociais. E é nesse meio que nós estamos, no embate, nesse meio que nós estamos tentando contribuir com isso. Do meu ponto de vista, toda a mobilização que sintetiza o Fórum Social Mundial leva a uma expectativa de que algum tipo de alternativa está-se construindo globalmente, embora não tenha organização partidária, etc. Então, lá existem reflexões de vários cantos. Nós estamos procurando refletir também no fórum sobre isso. Possivelmente, há uma nova tecnologia a ser disseminada por aí. Como nós ficamos? Este é o tipo de reflexão que estou procurando fazer, que também está sujeita a “chuvas e trovoadas”.

Para Richard Dulley, eu gostaria de abordar a questão do consumo. Nesta concepção, o que é fundamental, o que é prioritário, o que é mais importante? Não é o consumo, é a produção. A produção determina aquilo que vem pelo consumo. Então, o consumo não tem nada a ver? Tem a ver. O consumo também é importante. Só que, aí, se prioriza, se atribui um papel maior ao universo da produção, porque o universo da produção, nessa concepção, é que determina as questões de consumo. Portanto, a questão do consumo esta incluída nessa perspectiva.

Sobre a questão posta por Ricardo Neder, do complexo regulatório, também acho que a construção desse complexo regulatório, no caso da nano, é complexo ao quadrado, porque uma série de experiências que nós temos anteriormente pode não se aplicar à nanotecnologia, porque o tamanho da partícula muda o comportamento das coisas. A experiência que nós temos é com coisas maiores do que a nano, e isso também dificulta. E há coisas que nós nunca tivemos, como o caso de nanorrobôs. A humanidade não tem experiência com nanorrobôs.

**José Manoel Rodríguez Victoriano** – Na estratégia que havíamos pensado, meu papel nesta mesa era introduzir para o debate o modelo teórico da exploração, de Jesús Ibáñez, para continuar o debate em videoconferência. O papel de

Paulo Martins era entrar no detalhe do texto do trabalho de Schnaiberg e o papel de Ignácio Lerma era, de alguma forma, pensar a partir da perspectiva do que significa a sociologia de meio ambiente no âmbito das relações de trabalho, pela perspectiva espanhola.

No debate, as questões que vou levantar desta primeira exposição são basicamente duas. A primeira é que nestes momentos, nós, cientistas sociais, não podemos ignorar em que modelo de ciência nos situamos quando estamos fazendo ciência. Eu exemplifico com a sociologia e a ecologia porque, se nós, como cientistas sociais trabalhando no campo da sociologia e da ecologia, situamo-nos no modelo da ciência clássica, estamos dizendo o seguinte: acreditamos no progresso, acreditamos no crescimento econômico e na proteção da natureza, cremos que a técnica é neutra. Se nós nos situamos na perspectiva da ciência da complexidade, da ciência que assume seus próprios desenvolvimentos, que assume que o objeto que investigamos é modificado pelo sujeito que o investiga, que é um paradigma da complexidade, estamos dizendo outra coisa. Estamos dizendo que acreditamos que o crescimento capitalista pode ser corrigido, que a modernização ecológica, a modernização capitalista, em termos econômicos, pode ser corrigida, que existe a possibilidade de uma sustentabilidade. Damos por certo que há crises ecológicas e damos por certo que podemos corrigi-las; mas seguimos pensando que a ciência é neutra e pensamos acerca da tecnociência, que pode criar problemas. É a posição de Ulrich Beck, é a posição da sociedade do risco. O que proponho para debate é situarmos o espaço para a ecologia política. E aí, estamos levantando outra coisa, completamente diferente: radicaliza-se politicamente a questão do conhecimento científico, assume-se que não se é neutro, assume-se o rigor de seus processos e, além disso, escolhe-se uma direção que tende a buscar esse conhecimento como um fim social e como um elemento de emancipação social. Esta é a primeira questão: parece-me importante que pensemos em que lugar nos estamos situando porque, quando estamos utilizando o desenvolvimento sustentável, por exemplo, estamos falando de um modelo de conhecimento científico e de um modelo político. Quando estamos falando de sociedade sustentável, estamos falando de sociologia ecológica ou de crises da modernização e de suas correções, estamos utilizando outro modelo. Quando estamos falando de ecologia política, estamos dizendo que, no atual modelo de desenvolvimento capitalista, a preservação da natureza não é neutra, que o que há a fazer é transformá-la em modelo. E, além disso, estamos dizendo que a tecnociência é um instrumento que possibilita um controle e uma dominação cada vez mais acelerada desses processos. O problema que levantamos neste último modelo, a questão da tecnociência, é um problema, por outro lado, evidente. Não temos nenhuma capacidade para decidir sobre ela de

forma cidadã. A aposta é recuperar a capacidade de decidir de forma cidadã, a partir de uma radicalização cidadã sobre essas questões. Para isso, seria necessária não só uma alfabetização ecológica, mas uma alfabetização técnico-científica da cidadania. Mas isso é um outro problema, no qual não quero entrar.

Na segunda questão para o debate, Allan Schnaiberg baseia-se em um paradigma que seria chamado de sociologia ecológica, ele estaria no segundo campo, não estaria no campo, em meu modo de ver, da ecologia política, mas no campo da sociologia ecológica.

O modelo de exploração de Ibáñez contribui em um diálogo mesclado com o de Schnaiberg, traz dimensões sugestivas para pensar. Inicialmente, dizer que a exploração é um fenômeno social total supõe tornar visível algo que o modelo de intercâmbio do capitalismo neoliberal invisibiliza: a desigualdade. No modelo ideológico dominante, de neoliberalismo capitalista, os intercâmbios são reversíveis e equivalentes. Os homens são iguais às mulheres, os trabalhadores podem decidir se trabalham em uma coisa ou em outra, ou se ficam parados. Nós podemos escolher se nos educamos ou não nos educamos. A exploração como fenômeno social total põe em evidência como, no modelo de capitalismo, o que aparece como fenômeno social total é a irreversibilidade nos intercâmbios sociais, nos vínculos sociais, nas relações sociais e a exploração. Não é uma exploração às claras. É uma exploração que toma como modelo a exploração da natureza, porque o primeiro momento da relação das sociedades pré-capitalistas com seu próprio meio é um modelo de uso e abuso não-reversível da natureza. Mas, além disso, traz a segunda exploração, a exploração do homem pelo homem, em duas dimensões: a quantitativa, que seria basicamente a que se vincula à teoria de mais-valia, e a qualitativa, que estaria na discussão entre cidadãos e consumidores.

O que significa a exploração qualitativa, a exploração informacional nestas atuais sociedades? Essa é a pergunta. Por que se assumem os modelos de consumo ou os fins que o sistema aceita? O que se está passando? Aí temos um espaço para pensar no papel que cabe à educação, o papel que cabe aos processos de socialização secundários, o papel que cabe aos próprios meios de comunicação, etc.

O terceiro aspecto é a própria exploração do sistema por si mesmo, quando o sistema se fecha, no que dizia Fukuyama: “Esse é o fim da História. A História acabou.” Só um sistema existe. A utopia neoliberal é precisamente isso: acabar com as outras alternativas. Neste sentido, não somente o sistema se fecha a outras alternativas, senão que não se finaliza em sua alternativa. De tal modo que, a partir daí, a pergunta sobre a nova política, sobre a construção da nova emancipação, sobre se devem ser somente os trabalhadores e ambientalistas ou se também podemos incluir as freiras teresianas, os jovens excluídos, essa é uma pergunta que, nesse

sentido, carece, de alguma maneira, de fundamentação de vez que a nova política é uma tarefa para se construir entre todos, porque do que se trata é de ser capaz de gerar novos rumos e novos rumos nessa ética de co-responsabilidade, que é uma ética na qual o ecológico é fundamental, a redistribuição é fundamental. E as relações vinculadas, a igualdade, as relações de gênero, de dominação dos homens sobre as mulheres, de minorias étnicas, etc. são também fundamentais. Neste sentido, as novas utopias, as afirmações de outros futuros possíveis, outros mundos possíveis, passam por esse quebra-cabeça que estamos montando, em que estamos trabalhando. Como se traduz isso? Os movimentos de trabalhadores devem assumir as outras duas perspectivas. Eu me refiro à perspectiva da justiça redistributiva, que a assumam por sua própria condição de trabalhadores, mas também a perspectiva ecológica e a perspectiva igualitária. As feministas, que se centram na questão igualitária, devem assumir as outras duas perspectivas. Aí está o problema.

A partir de nosso próprio ambiente de reflexão, creio que a primeira questão levantada é a central. O que fazemos com nosso conhecimento? Qual modelo de conhecimento científico está por trás de nossos mecanismos? Devemos introduzir os processos de reflexão sobre nosso próprio espaço de conhecimento e depois, uma vez determinado esse lugar, ver como podemos fazer nosso campo mais autônomo, como podemos fazer nosso campo mais político e como podemos democratizar, nesse sentido, nossa perspectiva de conhecimento científico. Esta seria, para mim, a pergunta relevante.

**Ignácio Lerma** – Naquilo que eu dizia não havia nenhuma predestinação universal de salvação do mundo para a classe trabalhadora, minha proposta não é esta. O que pretendia, o meu ponto de partida é que as sociedades humanas não têm desenvolvimento, o que tem desenvolvimento são os sistemas mecânicos. As sociedades humanas têm História e a História é um evento de contradições, de enfrentamentos, de conflitos, em sua estrutura. Portanto, desenvolvimento seria um sistema mecânico, como uma bicicleta. O ponto de partida, portanto, eu creio que é esse outro.

Eu não dava nenhuma especial relevância ao tema dos trabalhadores como força universal de mudanças em tempo determinado. Eu creio que não é assim. A colocação não é de marxismo, é muito mais eclética, com muitas teorias, muito mais eclética nesse sentido.

Minha apresentação pretendia assinalar que me dá a sensação de que o problema ecológico se apresenta como um problema complementar, na medida em que a saída para os problemas ecológicos, da questão ambiental, é uma saída na mesma linha de um desenvolvimento tecnológico, na medida em que a tomada

de decisões sobre, não como aplicamos a tecnologia, mas qual tecnologia, está extraída do debate sobre as possibilidades de solução do problema, afinal é um círculo absolutamente perdido. Temos um circuito que dá voltas, no qual o que discutimos – se se deixa o objeto de discussão ou se inclui o objeto da possível introdução de determinadas políticas públicas – de alguma maneira permite continuar o desenvolvimento e negar a História.

Mas eu creio que o que é central é que não se pode afastar o modelo das relações sociais de produção. Pode-se catalogá-lo – e há quem o catalogue – como um resíduo marxista. Mas eu creio que esse é o elemento básico, organizador das linhas de conduta e das dinâmicas sociais, basicamente. Então, afastá-lo me parece errôneo. Por isso eu tentava assinalar, e de maneira muito concisa, de que maneira, pelo menos da parte dos sistemas de relações de trabalho, a qualidade destes muda na medida em que os trabalhadores tenham decidido que são trabalhadores e não que são cidadãos consumidores e que, portanto, não se comportem enquanto tais. Por trás disso há toda uma desconstrução das normas sociais de regulamentação do trabalho. Quando me referia a trabalhadores, não me referia à forma, referia-me ao fator de trabalho. Como deveria ser observada a contribuição do fator trabalho dentro do modelo, nesse sentido.

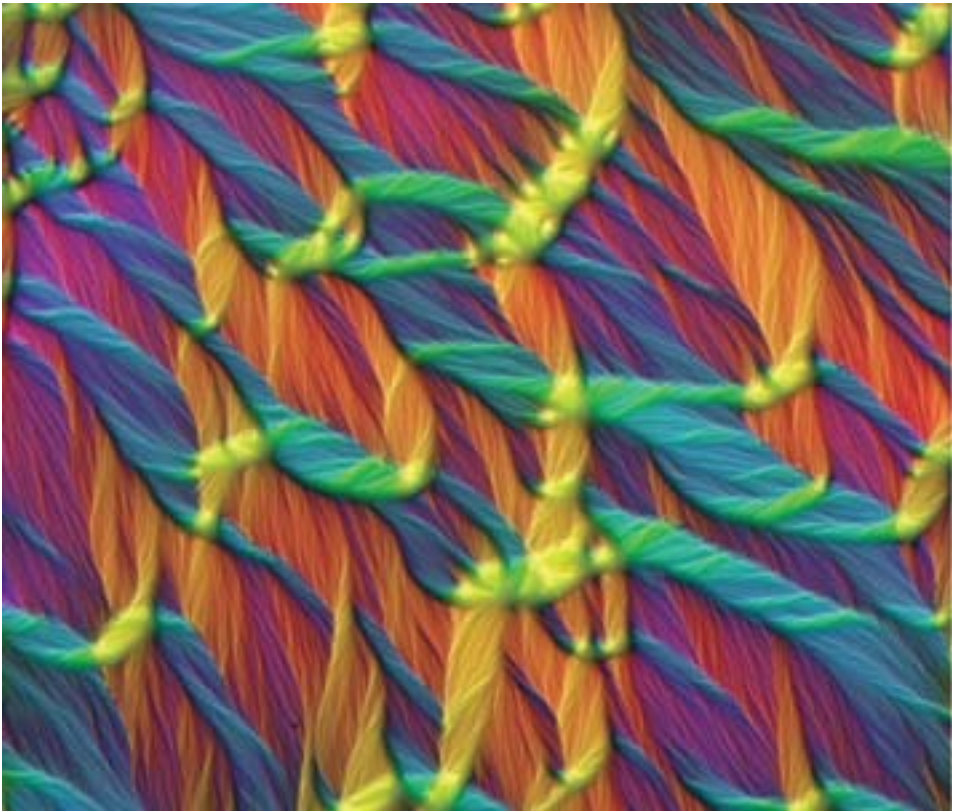
De minha perspectiva, digo que sou pessimista. Eu creio, por uma série de imperativos físicos derivados das leis da termodinâmica e dos sistemas auto-organizadores, que é impossível que um sistema auto-organizador como as sociedades humanas e outro sistema auto-organizador como é a natureza, coexistam sem uma entropia. O que não podemos fazer é negar a geração dessa entropia. Basicamente o problema está aí, esse é o dilema.

Quando eu disse que a sustentabilidade é impossível, é porque creio que não existe desenvolvimento sustentável, e, além do mais, o que é sustentável? Que indicadores vamos encontrar de sustentabilidade? Quantitativamente são impossíveis, não sei se alguém conseguirá, sobretudo porque a sustentabilidade remete a um futuro, a um tempo. Vale dizer que a pergunta que está implícita quanto à sustentabilidade é quanto e durante quanto tempo. Primeiramente, vemos qual é a estrutura social, analisamos essa estrutura social e, a partir daí, poderemos tentar obter alguma consideração relevante sobre durante quanto tempo. Primeiro quantos e durante quanto tempo. Se algo caracteriza a espécie humana, é sua conduta de consumo exosomático. É por esta variabilidade nesse consumo exosomático que, mais que uma espécie, parece que somos 60 ou 70 espécies neste planeta. E vamos fazer uma norma homogênea? É isso, praticamente.



# SESSÃO 3

## NANOTECNOLOGIA, INOVAÇÃO E SOCIEDADE



Coordenador:

João Steiner

Conferencistas:

Edmilson Lopes Júnior, Stephen J. Wood, Pat Roy Mooney e Henrique Rattner

*Key note:*

Renzo Tomellini

As cores ilustram diferentes direções de campo magnético numa camada de cobalto policristalino com espessura de cerca de 200 nm (Cambridge University).

## As ciências sociais e a nanotecnologia: alguns desafios

Edmilson Lopes Júnior

Em um artigo escrito há poucos anos, o antropólogo Paul Rabinow propõe-nos uma reflexão acerca do avanço da pesquisa sobre o genoma humano, tomando como cenário de fundo uma contraposição entre dois momentos importantes da elaboração de Sigmund Freud. Rabinow<sup>1</sup> toma como referência as projeções de Freud a respeito do desenvolvimento da ciência em *O futuro de uma ilusão* e *O mal-estar da civilização*<sup>2</sup>. O desdobramento é o de uma derrota da esperança pelo medo e o pessimismo. Afinal, no segundo momento Freud aponta claramente: “os homens adquiriram sobre as forças da natureza um tal controle que, com sua ajuda, não teriam dificuldades em se exterminarem uns aos outros, até o último homem”<sup>3</sup>.

Seguindo Rabinow, mas sem a preocupação de encontrar, em alguma elaboração, um consolo para os nossos dilemas, podemos encontrar em Freud alento para uma reflexão sobre os desafios que a nanotecnologia coloca para todos os que, situando-se nas ciências sociais, não se disponham a circunscrever a análise da inovação científica à reprodução de opções políticas reducionistas como aquelas que cristalizam oposições em torno da regulação ou não da atividade científica, para citar apenas uma. E, desde já, um primeiro desafio é ir além do contentamento com as tradicionais e repetitivas definições do que venha a ser, realmente, nanotecnologia. O fato de que se trata de uma área de pesquisa – e engenhejamento – na qual é possível a visualização, caracterização e manipulação da matéria em uma dimensão menor do que cem nanômetros ainda diz muito pouco do admirável mundo que se descortina. O enquadramento analítico e, em particular, a reflexão sociológica sobre tudo o que envolve a alteração da matéria em nível de nanopartícula, são desafios que nos aproximam, no terreno da incerteza, à comunidade científica de forma mais ampla. Lembro, a esse respeito, a constatação de John Ryan: “a nanotecnologia coloca grandes desafios à comunidade científica, seu potencial para inovação e aplicações é grande,

---

<sup>1</sup> RABINOW, P. Life sciences: discontents and consolations. *Journal of Molecular Biology*, San Diego, CA, n. 319, v. 4, 2002.

<sup>2</sup> FREUD, S. *O futuro de uma ilusão*. Rio de Janeiro: Imago, 1997a; \_\_\_\_\_. *O mal-estar da civilização*. Rio de Janeiro: Imago, 1997b.

realmente toca muitas áreas tecnológicas, como a medicina, a engenharia de materiais, a eletrônica, etc.”<sup>4</sup>.

A tarefa de perscrutar a nanotecnologia a partir do campo das ciências sociais exige-nos o estabelecimento de uma base de impulsão político-epistemológica: não tornar exercício científico nas ciências sociais um meio de reprodução, com verniz mais ilustrado, desse neoludismo que viceja, tal qual os fundamentalismos políticos e religiosos, na estufa da desesperança em relação às promessas portentosas com as quais as instituições modernas (e a própria ciência) têm pavimentado as avenidas de suas legitimidades. Assim, talvez valha a pena tomar como horizonte uma proposição com a qual Freud nos brinda na última página de *O futuro de uma ilusão*: “[...] as descobertas supremas da ciência, precisamente por causa do modo pelo qual foram alcançadas, são determinadas não apenas por nossa organização, mas pelas coisas que influenciaram essa organização”<sup>5</sup>.

Acredito que Freud fornece a todos nós, das ciências sociais, uma chave para pensar o problema do nosso relacionamento com o emergente campo da nanotecnologia. Assim, no que segue, tento explorar essa proposição, tomando-a como base para uma questão que não podemos deixar de formular: o que, honestamente, os cientistas sociais têm a dizer e a pesquisar em relação à nanotecnologia? A exploração dessa questão central alicerça-se, por outro lado, em uma posição epistemológica: nossa tarefa é bem maior do que a de identificar supostos (imprecisos, e sempre muito mais especulativos do que reais) impactos da nanotecnologia, cabendo-nos uma reflexão aguçada sobre as expectativas, disputas e propostas que estruturam, para utilizar o termo de Freud, a “organização”, isto é, a comunidade científica e o campo social no qual ela se insere. Neste sentido, como Kearnes, MacNaghten e Wynne<sup>6</sup>, acredito que a nanotecnologia abre uma excepcional oportunidade para a construção de um novo e excitante programa de pesquisas nas ciências sociais.

### **A nanotecnologia desafia o idioma científico dominante**

Imersos em uma prática cujos temas e produtos são sempre muito auto-referenciais, sentimo-nos, nas ciências sociais, ameaçados por realidades nas quais

---

<sup>3</sup> FREUD, 1997b, p. 111-112.

<sup>4</sup> RYAN, J. Nanotecnologia, ciência e tecnologia e regulação de novas tecnologias. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL NANOTECNOLOGIA, SOCIEDADE E MEIO AMBIENTE, 1, 2005, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Associação Editorial: Humanitas, 2005. p. 48.

<sup>5</sup> FREUD, 1997a, p. 87.

<sup>6</sup> KEARNES, M., MacNAGHTEN, P.; WYNNE, B. *Nanotechnology, governance and public deliberation: what role for the social science*. Disponível em: < <http://www.lancs.ac.uk/fss/ieppp/research/docs/> . Acesso: 10 dez. 2005.

a complexidade que se avizinha não mais é apreendida por meio dos esquemas mentais aos quais fomos nos conformando pela força inercial do *habitus* acadêmico. Assim, quando nos aproximamos do emergente campo da nanotecnologia, não raro queremos enfrentar o desafio de produzir narrativas significativas recorrendo aos velhos instrumentos. Desse modo, produzem-se questões sobre efeitos, impactos e riscos, como se fosse possível continuar mobilizando nosso idioma social para tratar da nanotecnologia. E o que nesse idioma é mais problemático é o quanto está presente nele, como pressuposto não-explicitado, uma separação entre os reinos sociais e físicos. Como se as inovações tecnológicas pudessem ser apreendidas desligadas da constelação de práticas sociais que as tornam possíveis.

Se, como nos aponta John Ryan, “a nanotecnologia não é uma tecnologia, mas é uma ampla gama de tecnologias, é uma tecnologia habilitadora”<sup>7</sup>, a realidade plural com a qual queremos nos relacionar deve, em primeiro lugar, levar-nos ao rompimento com a abordagem na qual a nanotecnologia (no singular) aparece como aquele “outro significativo” ao qual, não raro, atribui-se poderes mágicos. Ora, o desenvolvimento científico e as inovações tecnológicas não são possíveis fora de uma gramática social fornecida por instituições sociais, instituições essas, em grande parte, alicerçadas nas expectativas, desejos, medos e esperanças em relação aos desdobramentos futuros do mundo presente.

O contato com a literatura dos cientistas diretamente envolvidos com as pesquisas nanotecnológicas leva-nos a pensar que não somente os cientistas sociais não conseguem dar conta, com seu idioma, da realidade emergente, mas também os atores diretamente envolvidos com a pesquisa e o engenhamento de nanotecnologias não contam, eles mesmos, com um vocabulário muito competente para nos dar a conhecer o admirável “reino das pequenas coisas”. Isto, aliás, está presente em outros campos do domínio científico. Rabinow<sup>8</sup> chama-nos a atenção para esse fato ao relatar a forma como François Jacob, ganhador do Prêmio Nobel de Medicina, referiu-se aos desenvolvimentos da pesquisa em genética apontando para o fato de que tais desenvolvimentos estariam mudando a “paisagem biológica” e nos possibilitariam ir “ao coração das coisas”. Ora, diz-nos Rabinow, esses são *tropos* arcaicos e incapazes de dar sentido ao que de radicalmente novo está ocorrendo na pesquisa em genética.

Essa situação expressa um desafio na produção de uma linguagem que possa expressar uma realidade complexa para a qual nosso idioma social, em ambos os

---

<sup>7</sup> RYAN, 2005, p. 50.

<sup>8</sup> RABINOW, 2002.

lados do desenvolvimento científico, é completamente falho. Essa constatação nos leva a uma maior sensibilidade analítica em relação à criatividade cultural que, pouco a pouco, está sendo mobilizada para narrar esses “novos mundos” liliputianos. Refiro-me ao fato de que as narrativas produzidas pela nanotecnologia, tanto pelos pesquisadores diretamente envolvidos quanto por jornalistas, sociólogos e literatos, não são meras “notícias do *front*”, mas elemento estruturador da “organização” que alimenta as descobertas e aplicações na área. Essa apreensão, ancorada no fato de que “o conhecimento (das ciências sociais) espirala dentro e fora do universo da vida social, reconstituindo tanto este universo como a si mesmo como uma parte integral desse processo”<sup>9</sup>, fornece sentido para a proposição de que o trabalho de investigação sociológica sobre a nanotecnologia, ao contrário do que ocorreu em relação ao tema dos transgênicos, pode ocorrer desde já, neste momento no qual os medos e as esperanças ainda estão alicerçadas em frágeis referências.

### **Risco, regulação e o problema da governança**

Quando da realização do Primeiro Seminário Internacional Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente, uma das discussões centrais foi aquela relacionada ao problema dos riscos implicados na aplicação da nanotecnologia. As discussões foram profícuas, embora revelassem os dilemas quase insuperáveis que temos de enfrentar para a construção de uma abordagem realista e distanciada do tema. Assim, enquanto Annabelle Hett, da Swiss RE, cobrava de toda a comunidade científica bases para que viéssemos a entender os riscos logo no início, de vez que a materialização dessa tecnologia seria de interesse de todos, por ser prometedora de crescimento econômico, o professor Kenneth Gould, descrente da capacidade de *input* democrático nas agendas de pesquisas, propunha simplesmente uma moratória da pesquisa em nanotecnologia.

O que as duas posturas acima apontadas revelam é, de um lado, o quão desafiadora a nanotecnologia é para um mundo social cuja segurança ontológica<sup>10</sup> alicerça-se, quase sempre, numa colonização do futuro tendo como eixo a noção de controle e minimização dos riscos. Não vou reproduzir aqui a distinção, feita alhures por outros, entre perigo e risco, mas, especialmente após o *tsunami* e o Katrina, não é de todo fora de sentido pensar que esses dois conceitos se mesclam. Se “risco”, em algum sentido, diz respeito a algo que é manufaturado, isto é,

---

<sup>9</sup> GIDDENS, A. *As conseqüências da modernidade*. São Paulo: Edunesp, 1991. p. 24.

<sup>10</sup> Por “segurança ontológica” entenda-se, segundo Giddens, “a crença que a maioria dos seres humanos têm na continuidade de sua auto-identidade e a constância dos ambientes de ação social e material circundantes” (GIDDENS, 1991, p. 95).

relaciona-se com as nossas intervenções sobre o mundo (e as conseqüências não-intencionais de tais intervenções), o perigo nos remete a algo externo (catástrofes naturais, por exemplo). Entretanto, mesmo essa distinção, caso tenham alguma base de realidade as especulações a respeito do esquentamento das calotas polares, deixa de ter muito sentido. Assim, quando perigo e risco se mesclam, parece que nossos desejos de controle e de direção deparam com uma situação na qual a própria pergunta a respeito de qual o formato institucional apropriado para enfrentar essas ameaças provoca perplexidades.

Risco, perigos e oportunidades. As nanotecnologias levam ao extremo possibilidades contidas na modernidade. Sem querer abusar da ironia, poder-se-ia pensar que tais tecnologias expressam com singularidade a modernidade tardia (aquela na qual viveríamos as “conseqüências” da modernidade), segundo a abordagem empreendida por Anthony Giddens. Quando Eric Drexler, um dos principais responsáveis pela divulgação do mito mobilizador dos nanorobôs auto-replicantes (o famoso fenômeno do *grey goo*), alerta-nos para o fato de que a utilização da nanotecnologia como parte da maquinaria de guerra é, hoje, menos remota e mais desafiadora do que se imagina<sup>11</sup>, não há porque não levá-lo a sério; mas, ao mesmo tempo, não é possível deixar de considerar o fato de que as elaborações de Drexler legitimam temores e desconfianças em relação às nanotecnologias que, em algum grau, contribuem para redefinir o cenário (as expectativas, o grau de aposta do público leigo, etc.) no qual as pesquisas e possíveis aplicações são imaginadas.

Entretanto, em uma situação na qual as instituições sociais mais gerais, e a própria ciência em particular, necessitam cada vez mais de um relacionamento com o público alicerçado numa confiança ativa, isto é, cotidianamente conquistada e reafirmada, não é factível trabalhar com cenários nos quais as nanotecnologias serão desenvolvidas com o total desconhecimento ou a mais completa rejeição por parte do público leigo.

Assim, não é fora de propósito a assertiva de Ryan<sup>12</sup> de que “o futuro da nanotecnologia está vinculado à aceitação do público”. Essa compreensão justifica ainda mais a intervenção, desde os momentos iniciais, da participação dos cientistas sociais nas discussões sobre os desdobramentos das pesquisas e inovações potencializadas pelas nanotecnologias. Essa participação pode vir a se mostrar decisiva no que diz respeito à questão da governança, na medida em que contribui para aumentar o conhecimento da sociedade civil sobre o assunto.

---

<sup>11</sup> DREXLER, K. E. From Feynman to funding. *Bulletin of Science, Technology & Society*, Toronto, v. 24, n. 1, p. 25, 2004.

<sup>12</sup> RYAN, 2005, p. 49.

### **O imaginário social da nanotecnologia**

As projeções, mesmo as mais fantasiosas, construídas sobre a nanotecnologia – eu incluo aqui romances como *A presa*, de Michael Crichton – têm importante papel na sua configuração. Essas elaborações são retraduzidas, em algum momento, na construção dos cenários de fundo que modelam, de algum modo, os ambientes de inovação, mesmo aqueles aparentemente mais distanciados de algum tipo de governança.

Se essa proposição tiver algum sentido, então vale a pena superar uma apreensão quase unilateral a respeito da relação entre inovação tecnológica, mercado e reação da sociedade civil. Refiro-me aqui ao posicionamento de setores que denomino “neoludistas”, para quem a força imperialista do mercado sobrepõe qualquer controle da sociedade civil. Ao contrário, como nos apontam os estudiosos da chamada nova sociologia econômica, o mercado – e, portanto, as inovações científicas submetidas à lógica do lucro – não coloniza a sociedade como se fora uma força alienígena, mas é socialmente encaixado, isto é, desenvolve-se alheio aos valores, fantasias e desejos das pessoas. Assim, pesquisar sobre o imaginário a respeito da nanotecnologia pode vir a cumprir um papel estratégico no estudo prospectivo dos cenários das nanotecnologias.

Se, por um lado, o imaginário habilita práticas, por outro, tais práticas – como aquelas desenvolvidas nos processos de inovação científica – nunca são insuladas de valores morais. E esses valores, ao mesmo tempo, não estão dados de antemão. Relacionais por excelência, eles não são simples objetivos fixados, construídos por indivíduos que os avaliariam com desapassionado distanciamento; pelo contrário, eles são sempre o resultado de interações entre sujeitos e objetos.

Assim, não se trata apenas de reconhecer o fato de que as práticas científicas não estão desencaixadas das formas culturais, mas de entender que são as formas culturais que fornecem a gramática social na qual se inserem os problemas de pesquisa e as possibilidades ou não de disseminação de certas inovações tecnológicas. Como escreveu de forma “profana” Mary Douglas, tendo como referência a análise que Ludwik Fleck fez a respeito dos condicionantes produzidos pelas referências culturais e científicas predominantes na comunidade de pesquisadores dedicados à pesquisa de doenças venéreas sobre os acertos e desacertos da pesquisa científica sobre a sífilis, “ciência e religião são igualmente produtos conjuntos de um universo de pensamento; ambas são empreendimentos improváveis, a menos que possamos explicar como os pensadores individuais combinam para criar um bem coletivo”<sup>13</sup>.

---

<sup>13</sup> DOUGLAS, M. *Como as instituições pensam*. São Paulo: Edusp, 1998. p. 49.



### **Ir além do neoludismo e da teoria da conspiração**

A reação ao artigo de Salamanca-Buentello e outros<sup>14</sup>, o qual buscou apreender, a partir de uma pesquisa realizada junto aos pesquisadores envolvidos com o trabalho em nanotecnologias, as possibilidades de invenções nanotecnológicas responderem a demandas sociais dos chamados “países em desenvolvimento”, suscitou reações (especialmente nos diversos *sites* neoludistas que pululam na internet) próximas do destempero. Como se a especulação que serve de base para o artigo (a respeito da capacidade de a nanotecnologia fornecer resposta para dilacerantes problemas desses países) fosse, em si mesma, algo nocivo aos interesses políticos dos “dominados”. Tudo se passa como se especulações como a proposta contribuíssem para desviar a atenção dos “reais problemas” desses povos.

Ora, se, como aponta Ryan, as discussões em torno da governança sobre nanotecnologia não se podem desvincular de questionamentos sobre “quem na verdade controla a nanotecnologia e quem se beneficia dela”<sup>15</sup>, trabalhos como aqueles de Salamanca-Buentello e outros podem dizer muito não apenas sobre uma suposta ingenuidade da comunidade científica, mas também sobre o congelamento do pensamento supostamente crítico e comprometido com a mudança social.

Nesse tópico, o desafio que se coloca para as ciências sociais é não apenas o de superar a superpolitização de suas narrativas, mas também o de levar em conta o fato de que não é sempre extemporâneo ir além da gramática tradicional para pensar o enfrentamento dos problemas socioambientais dos países em desenvolvimento. Tal postura pode pelo menos levar a pensar que, se é ingenuidade pensar que inovações tecnológicas por si só resolvem problemas sociais, não é nada ingênuo pensar que, quando os problemas sociais condicionam as agendas de pesquisas, os resultados e as aplicações podem ser bem diferentes daqueles previstos pelas leituras que desprezam a força dos atores sociais na configuração dos cenários.

Assim, ao contrário do que possa parecer, a pesquisa das ciências sociais sobre a nanotecnologia pode fornecer elementos, não para uma prostração diante da aparentemente inexorável “força das coisas”, mas para mais um “retorno do ator”.

### **Considerações finais**

A nanotecnologia é um desafio particular para as ciências sociais. Questões não apenas relacionadas às concepções de mundo social, de ator e a agregações de ações, mas, sobretudo, importantes questionamentos epistemológicos podem

---

<sup>14</sup> SALAMANCA-BUENTELLO, F. et al. Nanotechnology and the developing world. *Plos Medicine*, Lawrence, KS, v. 2, n. 4, p. 300-304, 2005.

<sup>15</sup> RYAN, 2005, p. 45.

emergir do desafio de produzir narrativas sobre o mundo das “pequenas coisas”. Mas, caso haja disposição, esse pode ser um desafio que descortina imensas possibilidades, dentre elas a de contribuir na construção de um idioma social que torne possível a comunicação, ao grande público, das grandes mudanças invisíveis a olho nu que, anunciam alguns, a nanotecnologia impulsionará. Caso não tenhamos competência para tanto, ao menos testemunharemos um daqueles momentos nos quais as metáforas comumente mobilizadas para facilitar a compreensão do que ocorre no mundo tornaram-se completamente obsoletas.

# Nanotecnologia, inovação e sociedade: a visão das ciências sociais

Stephen J. Wood

Essa é uma área nova, muito empolgante, de pesquisa. É diferente da General Motors, precisamos de fatos antes da ética. E, para a ética, precisamos de fatos. Os riscos do aquecimento global são maiores do que os riscos da nanotecnologia. E não devemos vê-la como uma força alienígena; também há essa questão do controle.

Computadores, biotecnologia e celulares são áreas em que as ciências sociais falharam. Em nenhum desses casos os cientistas sociais estudaram essas coisas desde o início. A história dos estudos da ciência e tecnologia é uma história de oportunidades perdidas, talvez porque haja poucos cientistas sociais no mundo. É uma área muito pequena e, em certo sentido, está diminuindo porque muitos cientistas sociais estão indo para estudos de negócios.

A velocidade com que os celulares surpreenderam a todos, não existe história, não existe sociologia a respeito, e é um exemplo clássico de uma oportunidade perdida, de um desenvolvimento tecnológico que trouxe grandes mudanças na vida das pessoas. A nanotecnologia é vista como uma tecnologia emergente que vai alterar radicalmente as tecnologias em muitas áreas, na informática, na saúde, na área militar e na energia. Claro que há alegações de que é tão fundamental que vai acabar com a escassez de matérias-primas, e que vai até mesmo eliminar a morte, segundo algumas pessoas. Mas a nanotecnologia está sendo vista por pesquisadores, firmas e governos de forma mais prosaica e parece ser a próxima tecnologia, senão a principal nova tecnologia. Nós temos de estudar isso agora. É bem possível que muitas coisas apareçam e a área é realmente muito fragmentada. Isso dá a oportunidade ideal para nós, cientistas sociais, estudarmos algo à medida que está nascendo. Estamos no início, temos a oportunidade de estudar desde o início.

A questão é: como podemos estudar, como podemos contribuir para o debate, e não é só ciência e tecnologia, não é um fim em si mesmo. Temos realmente de ter bons debates. Na Inglaterra, o público está engajado, há muita ênfase nos estudos tecnológicos, está na moda e a nanotecnologia tem sido aceita como uma coisa que os governos devem pesquisar. Mas, sem conhecimento, não é uma coisa muito útil e torna-se simplesmente algo que é mencionado e não algo muito debatido. É necessário ter conhecimento.

Há debates sobre toxicidade, já vistos neste seminário. Nós não podemos correr com as coisas, temos de saber não só sobre os problemas de toxicidade física,

mas também os efeitos de toxicidade social. E é dessas coisas que estamos falando aqui. Algumas coisas foram mencionadas anteriormente, a questão dos sensores, a questão do sigilo, o que está por trás das demandas pelos produtos dos consumidores, que se tornam problemas. Aí não é um problema de nanotecnologia, mas sim saber o que faz com que as pessoas comprem. A analogia seria a cirurgia plástica. A cirurgia plástica é algo que está tendo efeitos negativos. Vemos mulheres de 50 anos que mal conseguem falar devido a cirurgias plásticas. Essas analogias são muito interessantes. Essa é a questão da toxicidade social da nanotecnologia.

Mencionamos também um problema maior no longo prazo, temos de debater a interface homem-máquina, novamente. Então, precisamos da ciência física e social, as duas, para depois vermos as questões éticas da nanotecnologia. Por esse motivo, devido à existência da agenda, o Economic & Social Research Council (ESRC), que é equivalente ao CNPq do Brasil, pediu para fazer o relatório, necessário também para tomarem decisões de investimentos. Eles queriam saber se é uma coisa séria e o que é nanotecnologia. Eu tive sorte, encontrei um cientista físico e ele foi de grande ajuda. Boa parte de minha palestra vai envolver um resumo desse relatório que escrevi.

Antes de entrar no relatório, a pergunta importante é: como podemos estudar algo que, na realidade, não existe? Esse é o problema para as ciências sociais, seguindo a tradição inglesa ou do Rio Grande do Sul. Se ela não existe, você tem de procurar os embriões dessa coisa. Podemos identificar os atores. Muitos escreveram artigos sobre isso, então encontramos nanocientistas como John Ryan ou Mark E. Welland, de Cambridge. Nanotecnólogos, como nanotradutores, e representantes de ONGs, como o representante da ETC. Então, nós estudamos essas pessoas. Essa é uma forma de estudar algo que ainda não existe e isso é importante, mas limitado, porque esses títulos às vezes não são muito conhecidos. As pessoas podem estar fazendo um nanotrabalho, alguns podem estar trabalhando em nanotecnologia sem o saber, especialmente na indústria de computação. As pessoas estão trabalhando na indústria de nanotecnologia, mas sem usar essa palavra. E agora, devido ao *grey goo* e seminários como este, que explicam, haverá também capitalistas investindo em algo que é nanotecnologia, mas não é reconhecido como tal. Há pessoas que não usam a palavra nanotecnologia, mas estão estudando isso. Portanto, temos de procurar os embriões, os cientistas que trabalham em nanoníveis, nanoconhecimento, atores institucionais, autoridades, ONGs e temos de pesquisar todos e também conselhos que monitoram esses desenvolvimentos. Com esse pano de fundo, quero falar sobre a agenda para cientistas sociais e os papéis que nós, cientistas sociais, podemos ter, e já estamos tendo, no desenvolvimento. São as perguntas que tentamos fazer neste relatório, que está disponível no

*website* do meu instituto<sup>1</sup> e também no do ESRC<sup>2</sup>. É uma boa publicação, originalmente apresentada como relatório.

A primeira coisa que percebi foi que não daria para escrever o relatório naquele momento, teria de fazer uma pesquisa. O professor Allan Schnaiberg falou que não há nada em aplicações. No relatório há um capítulo que aponta para algumas aplicações e é uma boa discussão. Vocês também já debateram essa questão. Depois, fizemos uma revisão da literatura disponível sobre nanotecnologia e desenvolvemos as implicações.

Em primeiro lugar, quero falar sobre o que dissemos sobre nanotecnologia e nós temos exemplos como a idéia difundida por um aluno da Cornell, cujo ensaio nunca foi publicado, mas eu gosto muito porque explica bem, especialmente a idéia de fabricação e também toda a área. Podemos traduzir a primeira sentença: “Imagine uma tecnologia tão poderosa que permitirá tais realizações, como fabricação em cima de uma mesa de escritório e reparos de celulares, inteligência artificial, viagens baratas, energia abundante e limpa e também a restauração do meio ambiente, uma tecnologia tão portátil que qualquer pessoa poderá colher seus benefícios”.

A esta idéia, podemos agregar o livro chamado *Prey*, escrito por Michael Crichton. Do ponto de vista técnico, é interessante e é um livro fantástico sobre ganância e capitalismo, não é um livro sobre tecnologia. Eu não acredito nessa idéia de que a nanotecnologia vai dominar tudo. Acho que é ingênuo pensar nisso e as pessoas percebem que é um filme. Vai sair um filme baseado neste livro e ele fala mais de ganância. E os efeitos, como é que chamam? Efeitos especiais: que isso vai dominar o mundo e eu sei que, depois do filme, todo mundo vai tomar cerveja e esquecer tudo isso, essa questão de os robôs dominarem tudo. Então, esses são os pontos principais da primeira parte do relatório sobre tecnologia. Eu vou mencioná-los, há pontos óbvios, alguns vão reiterar o que já foi dito neste seminário. O primeiro ponto é que não é só o tamanho das coisas. Não se fala nada sobre o formato que a tecnologia vai assumir e há muita discussão sobre a nanotecnologia como se fosse uma coisa homogênea, que podemos identificar facilmente e concordar sobre aquilo. O problema é que não é essa coisa tão definida. A General Motors não foi bem definida no início, e na minha opinião até hoje a General Motors não é uma coisa tão fácil de definir. Então, não existe uma única tecnologia, e haverá muitas tecnologias, algumas antigas, outras novas, e todas te-

---

<sup>1</sup> (N. Org.). Centre for Organisation and Innovation (COI). Disponível em: <<http://www.shef.ac.uk/~iwp/coi>>.

<sup>2</sup> (N. Org.). Economic & Social Research Council (ESRC). Disponível em: <<http://www.esrc.ac.uk>>.

rão uma coisa em comum: manipulação e controle de matéria em escala muito pequena, chegando ao comprimento de moléculas. Nesse tamanho, as coisas comportam-se de forma diferente. Podem aderir, mudar de cor, ficar mais fortes, duras. E mostramos, no relatório, as coisas que estão acontecendo.

O segundo ponto que enfatizamos é que os nanocientistas não vêem a nanociência como algo diferente. Eles vêem isto apenas como biologia, física: vamos poder controlar melhor as coisas. Mas não há diferença entre cobre fundido, por exemplo, em relação àquilo que vai ser. Não é como o DNA, que cria outras coisas e faz parte da ciência normal, mas está mudando a forma de trabalhar, ou seja, está intensificando nosso trabalho disciplinar e vamos estudar isso. Há artigos de estudos biométricos mostrando que é mais interdisciplinar, especialmente entre biologia e física. E há um exemplo daquilo que Gibbens chama de conhecimento: conhecimento é criado por meio de aplicações em vários locais. No domínio da nanotecnologia, a C&T não poderá ser capturada de forma linear, disciplinarmente.

O terceiro ponto é que pensamos que temos de ir além da nanotecnologia. Temos de fazer uma distinção entre nanociência e nanotecnologia. Nanociência não é uma grande novidade. O segundo motivo de não pensarmos nela é porque é muito difícil de imaginar, por exemplo, a nanotecnologia sendo usada sozinha. Ela faz parte, está ligada à biotecnologia, à informática. Então, para nós, cientistas sociais, isso torna muito difícil estudarmos. Não é uma coisa isolada.

Devemos enfatizar, especialmente na área de informática, por exemplo, a Lei de Moore<sup>3</sup>. Isso implica que vão sempre encontrar tecnologias para acelerar as coisas, torná-las menores. Então, haverá os efeitos, com a nanotecnologia ou sem ela. E há perigos reais que as pessoas estão mencionando sobre os efeitos da nanotecnologia, mas podem ser os efeitos, não da nanotecnologia, mas de um conjunto de coisas nas quais a nanotecnologia está presente. E o ponto óbvio é porque não é uma coisa em si, é porque talvez não haja muito a ser visto. Há a questão do tamanho e da modernidade, mas não seria suficiente para dizer que a nanotecnologia é algo em si, sozinho. Ela faz parte de um conjunto de coisas.

As três fases da nanotecnologia são: incremental, evolucionária e radical. O argumento sobre a incremental é que são ciências que têm a ver com materiais superiores ou novas propriedades, devido ao controle das nanoestruturas nos ma-

---

<sup>3</sup> (N. Org.). O fundador da Intel, Gordon Moore, constatou que a cada 18 meses a capacidade de processamento dos computadores dobra, enquanto os custos permanecem constantes. Isto é, daqui a um ano e meio será possível comprar um *chip* com o dobro da capacidade de processamento pelo mesmo preço que se paga hoje. A Lei de Moore está em vigor há mais de 30 anos e a maioria dos especialistas acredita que deve durar pelo menos mais cinco gerações de processadores.

teriais. Foram feitos desenvolvimentos nos últimos 50 anos, a história é longa e, mesmo evolucionária, envolve tecnologias que já existem, mas que estão sendo tornadas menores. Isso para dispositivos funcionais e não-materiais, incluindo desenvolvimentos em informática, semicondutores, sistemas de liberação de remédios (que o doutor John Ryan mencionou no primeiro seminário). E também tecnologia radical. E, aqui, começamos com Drexler, que está propondo uma tecnologia radical. A maior parte dos cientistas diz que isso não é possível e depois disso vão para casa, como dizemos na Inglaterra. Drexler pode estar certo e daqui a 50 anos os alunos de nanotecnologia talvez tenham uma pergunta sobre Marx. Marx era marxista, Drexler era drexlerista? Ele está certo em uma coisa: que a natureza em si é uma nanomáquina, e o argumento dele é que devemos desenvolver essas formas mecânicas por meio de meios mecânicos. Mas para vários cientistas, entre os quais Richard Smalley, o argumento é que isso nunca funcionaria. A partir disso, para mim a idéia que permeia é que não se trata de ganhar da natureza ou inventar algo melhor. Por meio da bionanotecnologia, usamos a biologia como uma analogia e a idéia não é ganhar da natureza, a idéia é continuar a evolução.

O argumento é que o corpo humano, em si, tem um sistema de energia mais eficiente do que qualquer sistema de energia já desenvolvido por meio da engenharia. Essa categorização é útil, fornece um ponto de partida para falarmos dos efeitos e também do que está acontecendo. Creio que é justo dizer que a maior parte das aplicações rotuladas como nano também está quase sempre na categoria incremental. Por exemplo, aquelas calças que não sujam. Alguém já viu isso? E também, por exemplo, protetores solares com nanotecnologia. Também temos o desenvolvimento dos *winchesters*, que possibilitam o funcionamento do *i-pod*. Essa é uma tecnologia evolucionária, então, existe essa parte evolucionária. Mas o ponto que não é bem enfatizado e que ainda não foi mencionado é que o desenvolvimento mais importante, o maior impacto tem sido na própria ciência. Por exemplo, microscópios de varredura, simulação em computadores, técnicas de visualização. E isso é só o começo. Eu acho que esse é um ponto importante que devemos mencionar, sobre o desenvolvimento não-linear da ciência. O maior impacto tem sido na própria nanociência, por meio da instrumentação. E se olharmos a história da ciência, em geral, a instrumentação sempre teve um papel importante, por vários motivos. Principalmente na medicina, está ficando cada vez mais importante, mas às vezes isso é negligenciado. Os impactos são grandes, o seqüenciamento de genes, tudo isso deve acontecer na comunidade científica.

O último ponto a enfatizar é o debate sobre nanotecnologia fundamental. O debate é limitado, e eu já mencionei, os próprios cientistas não têm tempo para Drexler, mas existe esse ponto de que agora estamos vendo o surgimento, o início

do debate daqueles que estão tentando copiar a natureza e outros que estão tentando avançar além da natureza, ganhar da natureza. Eu acho que isso vai realmente trazer um debate muito animado sobre as possibilidades, conforme os objetivos, e pode acontecer que o próprio Drexler faça mudanças. É claro, ele antecipou muita coisa, há mal-entendidos sobre Drexler e eu não estou aqui para defendê-lo, mas não é inconcebível que ele possa desenvolver novas coisas.

No último ponto de nosso relatório, falamos na questão da toxicidade e é muito importante. Mas o ponto óbvio é que, visto que nós estamos cercados de nanotecnologia, sabemos que até o leite tem partículas, mas se fossem realmente tóxicas a raça humana não existiria mais. Ninguém pode dizer seriamente que é tóxico.

Quero mencionar o papel da sociedade. Nós ainda temos rainha na Inglaterra e temos o príncipe Charles. Há muito tempo ele tem sido associado com questões ambientais. Ele escreveu dois artigos sobre o *grey goo*, essa massa cinzenta, que chamaram muito a atenção. Vocês leram os artigos do Príncipe Charles sobre o *grey goo*? Esteve no *Times* e em outros jornais e foi por essa iniciativa que o governo pediu à Royal Society (equivalente à Academia de Ciências daqui) que estudasse nanotecnologia. Eles emitiram um relatório e as recomendações sobre toxicidade são semelhantes às da Comissão Européia. Essas substâncias têm de ser tratadas como novas substâncias, temos de olhar as aplicações e não existem ainda regulamentações, leis. Por enquanto, nada aconteceu, mas há propostas para leis e essas propostas de regulamentação são fortes, bem melhores do que as dos Estados Unidos.

A segunda parte do relatório foi sobre os efeitos econômicos e sociais. Basicamente, categorizamos a literatura em duas dimensões: uma é a visão da utopia, associada com Drexler e outros. Também dividimos a literatura, não só em termos de otimista ou pessimista, utopia ou não-utopia, mas entre radical e incremental, se quiserem, usando as mesmas estruturas. Na realidade, o ponto é que a visão incremental é aquela dos Estados Unidos, dos negócios, das empresas. Por exemplo, o relatório do Departamento de Comércio, na Inglaterra, seria o que chamamos de visão incremental positiva. E, no outro extremo, quando escrevemos o relatório, talvez tenhamos categorizado de forma errada, como sendo distopia radical e com ênfase na degradação do meio ambiente, na lacuna cada vez maior entre ricos e pobres e no controle das multinacionais. De lá para cá, desde que terminamos o relatório, pouca coisa foi escrita, houve o que chamamos de trabalho biomédico, patentes, mostrando que é uma área emergente, mas temos tido poucos relatórios, se tivermos de atualizar, porque o debate está se cristalizando ao redor dessas opções e existem perigos nos extremos.



Em meu relatório disse que há um perigo nesse debate polarizado, especialmente quando se baseia em algo que ainda não existe e também em algo que pode ser considerado como utopia. De forma mais prosaica, vi uma falta de ligação entre essas grandes visões, por exemplo, essas grandes projeções sobre produtos maravilhosos no futuro e aquilo que já temos hoje como, por exemplo, o protetor solar. Eu fiz isso tudo em três meses. Um lado diz que vai mudar o mundo, o outro diz que vai acabar com o mundo, o outro que vai salvar o mundo. E o que é que nós temos? Uma calça que não suja e um protetor solar. Então, eu disse: isto aqui não faz sentido, são projeções fantásticas e o que temos é muito pouco.

Tudo isso faz parte de um problema mais sutil que pode ser mencionado. Em todos esses pontos de vista há uma visão interessante da ciência. O governo pensa que nós podemos escrever um relatório e a nanotecnologia já está pronta. Alguns acham que é bem simples. O ponto é que isso não é uma atividade sem esforço. A transferência do laboratório para o produto é uma coisa muito complicada. É óbvio, mas uma boa parte dessa literatura e debate parece ignorar esse ponto, de que há um processo problemático, complexo, à nossa frente.

Então, parece que os dois contornos do debate, que são importantes, surgiram da literatura que vimos. O primeiro é este: podemos ter um caminho? Isto não é baseado em Drexler. Podemos ter biotecnologia que tenha efeitos positivos? Isso está na agenda. Outro debate, se você usar termos menos dramáticos, envolve a questão: vai haver benefícios econômicos ou algum efeito sobre o meio ambiente? Será que os problemas ambientais vão realmente ser piores do que as vantagens? E a questão social? McKibben, que é inglês ou escocês e está nos Estados Unidos, argumenta, do ponto de vista dos Estados Unidos, de um estadunidense, que devemos dizer “basta”. O livro dele chama-se *Basta*<sup>4</sup>. Ele diz que já temos tecnologia suficiente, não precisamos mais. E pergunta algo como: “Quantos armários podemos usar? Precisamos de caixas milagrosas de nanotecnologia?” Segundo ele, temos de parar a tecnologia, estando no Brasil ou estando na Holanda ou em Nova York. Na Holanda morre-se antes do que na Índia, vocês sabem. A expectativa de vida é menor nas grandes cidades do que na Índia. Então, eu acho que não é o caso de dizermos “basta”. Ele diz que não precisamos de mais tecnologia, que temos de parar. Eu não concordo.

Antes de passarmos às ciências sociais, em nosso relatório chegamos perto de dizer que há oportunidades para energia limpa e barata, que vai afetar o envelhecimento para melhor, não vamos morrer tão jovens e haverá informação espa-

---

<sup>4</sup> (N. Org.). McKIBBEN, Bill. *Enough: staying human in an engineered age*. Nova York: Times Books, 2003.

lhada. Há muitas oportunidades na área médica e nós dizemos que vale a pena analisar. Há efeitos colaterais, como chamamos. Os dois grandes problemas que mencionamos – e há outros – são o fim da privacidade (e, como eu disse, isso não é só para a nanotecnologia, isso já está caminhando) e o fim da linha entre homem/animal/máquina. Foi aí que chegamos; tendo olhado a literatura e discutido os fatos, vimos que há a oportunidade. Especialmente na área de energia, devo dizer que mencionamos a questão militar, mas, devido a problemas de acesso, não pudemos falar muito sobre isso. Mas Jürgen Altmann falou neste seminário sobre a área militar.

Antes de falar sobre o que a ciência social deve fazer, vou comentar o debate. Falamos sobre a literatura, mas o debate, longe dos relatórios escritos, especialmente na Inglaterra, realmente evidencia essa polarização. Há uma polarização, como no caso do príncipe Charles, mas nos últimos dois anos, especialmente na Inglaterra e em Bruxelas, as coisas amadureceram rapidamente. Mas minha preocupação é que a questão ética foi colocada sem se compreender a teoria e a ênfase na interface com o público, a necessidade de o público participar. É como se esses desafios fossem algo comum que estamos debatendo. Há coisas incertas ainda, em algumas áreas não há certezas. Muitos pensam que vai ser feito facilmente. Posto de forma prosaica, por exemplo, na Inglaterra existe uma escassez de cientistas. Temos muitos estudos, mas pouca gente especializada em matemática, física. Existe uma escassez de cientistas e temos essa nanotecnologia que vai chegar amanhã. Temos governos fechando departamentos de química porque não há alunos. Então, temos cada vez menos fábricas, mas, pensando em termos concretos, temos falta de cientistas e, no entanto, a nanotecnologia vai explodir amanhã. E isso torna visual esse movimento contraditório que estou descrevendo.

Essa agenda dos estudos sociais tem sido dominada por esses tópicos e a necessidade de testar as percepções do público. O que a ciência social fez desde o relatório? Esteve envolvida na questão sobre o que o público pensa sobre a nanotecnologia. Por exemplo, não havia nada de economia no relatório e muitos não entendem a complexidade envolvida. O capítulo sobre as ciências sociais está lá. O cientista social que trabalhou no relatório tinha de entender a atitude do público, ele fez pesquisas e nessas pesquisas aparecem muitos pontos com a resposta “não sei”. Depois, esse cientista social entrevistou outras pessoas, entrevistou também a nós, o que nós pensávamos. Depois, Mark E. Welland designou um cientista social. E o que ele fez no primeiro ano? Seminários sobre questões éticas e sociais, seminários para cientistas, como se isso bastasse, ou seja, “já cuidamos dessa área”. Não há nada de errado, mas estava apenas treinando cientistas. Houve uma recomendação de que os cientistas devem ter treinamento em ciências sociais. Não há

nada de errado. Robert Dobleday teve um ano frustrante dando esses pequenos seminários sobre ética, ciências sociais. Talvez a coisa mais importante que fizemos foi o nanojúri, muito mais eficaz, e também uma nanopesquisa. Especialistas organizaram grupos de pessoas para ter sua opinião. inclusive Jim Thomas, que está aqui. E foi eficaz, eu soube isso das pessoas que fizeram. O público às vezes se mostrava surpreso nas pesquisas, mas se interessou mais pelas questões de saúde, nas possibilidades para a saúde. E realmente há menos ênfase, hoje, nos produtos geneticamente modificados, os transgênicos. As pessoas estão mais interessadas na área médica. Então, parece que estamos fazendo um bom trabalho.

Nosso relatório enfatizou o seguinte: o engajamento público envolveu mais do que a parte de governança. O primeiro ponto importante é a governança da ciência, e usamos governança conforme a abordagem da regulamentação francesa. Fundamentalmente, expõe o pouco que sabemos sobre multinacionais, como e quando as decisões são tomadas para investimentos. É isso que vai determinar o que vai do laboratório para produtos. Sabemos pouco, o processo é diferente dos produtos geneticamente modificados e temos essa oportunidade de pesquisar essas coisas agora, bem no início, porque a nanotecnologia ainda está começando.

Neste seminário foi referenciada a questão do aprendizado social. A sociedade aprende, não sabemos exatamente como. Os suecos falaram disso há 50 anos, e foi levantado um ponto neste seminário: podemos colocar as pessoas juntas e fazer com que concordem. Mas há os conflitos de interesse, tudo tem de ser esclarecido e não temos uma compreensão sobre como a sociedade aprende, um processo para identificar conflitos de interesse.

Quanto ao último ponto, regulamentações, há um problema fundamental: as nações, os Estados, no mundo internacionalizado. Eu evito expressões como “mundo globalizado”. Mas há muitas questões envolvendo governança, não só na nanotecnologia, mas também para outras coisas. E isso ilustra o argumento do relatório, de que há uma grande oportunidade com nanotecnologia se desde o início se começar a estudá-la, evitando os problemas que tivemos com outras tecnologias. Também enfatizei essa questão da governança, que é mais importante do que o engajamento do público. Não sou contra o engajamento do público, mas esse é apenas um elemento da governança democrática, eu não vou dar uma lista das outras questões.

Quero terminar dizendo que parece haver duas estratégias fundamentais que podem ser adotadas com respeito às ciências sociais. A primeira é que podemos especular sobre o desenvolvimento da nanotecnologia, suas implicações e encontrar questões econômicas e sociais, como fizemos aqui: privacidade. Então, vamos estudar essas coisas agora. Há pesquisa sobre privacidade em andamento; e há

essa questão do envelhecimento, são questões que a ciência social está estudando. Temos um centro para envelhecimento, há também estudos sobre privacidade. Poderemos conectar nanotecnologia a essas pesquisas ou poderemos simplesmente esperar para ver. Se a tecnologia é essa força tão grande, os centros de pesquisa devem adotá-la logo e não precisamos fazer nada, porque ela será adotada de qualquer forma. E isto vence um dos problemas que mencionei. A nanotecnologia vai ser apenas uma das influências. Os especialistas em envelhecimento vão ver que a nanotecnologia é uma influência ou a vaidade dos homens é igualmente importante. E há, ainda, a questão da informática, que não envolve só a privacidade.

Podemos debater as questões sobre distribuição e fabricação. O fato de certos autores estarem na utopia não é tão importante. Podemos pensar: e a fabricação? Nós já temos fabricação distribuída, mas o que é o aprimoramento humano? Alguns acham que cirurgia plástica é um aprimoramento humano. Há muita coisa que se pode fazer usando essas abordagens. Uma delas é usar essas ferramentas para entender o desenvolvimento da nanotecnologia, e isso foi visto em meus argumentos. Temos essas questões, há muitas perguntas, a divisão do trabalho, a transferência de ciência para tecnologia ainda não foi contemplada suficientemente no detalhe.

Os impactos dos sistemas regulatórios, propriedade intelectual, são questões óbvias. Mas, em cima disso, visto que o ponto de partida é que tudo é social, a forma como a nanotecnologia tornou-se celebridade. Então, temos de entender as forças que estão por trás e que vão realmente impulsionar a nanotecnologia. Até certo ponto podemos estudar os resultados como, por exemplo, um resultado: as pessoas não usavam antes a palavra nanotecnologia. E também *grey goo*. As duas abordagens, de encontrar problemas e de estudá-los, uma não exclui a outra. Estamos atualmente tentando desenvolver um programa de pesquisa em nanotecnologia e vamos, provavelmente, acabar com duas vertentes. As ciências sociais não poderão nunca criar políticas – nem foi sua intenção –, mas podem realmente usar as evidências. Temos de enfatizar isso. O verdadeiro perigo na nanotecnologia é que consultores e gerentes acabem ditando as regras. O que nós queremos é que os cientistas participem nisso. Nosso papel é aproveitar essa oportunidade que a nanotecnologia forneceu e construir a lente pela qual as pessoas vão enxergar a nanotecnologia. E, nesse sentido, podemos influenciar os eventos. É uma situação sem paralelo na História: desta vez, podemos embarcar já no início, e o ponto principal é que isso precisa de colaboração internacional. Não pode ser feito de outra forma. Mas requer colaboração entre cientistas e cientistas sociais.

Encerro manifestando meus agradecimentos a Paulo Roberto Martins por organizar o seminário e também à comissão organizadora.

## **Nanotecnologia, desestruturação produtiva e poder: um alerta para os cientistas sociais**

Pat Roy Mooney

Devo dizer que poucas vezes ouvi uma apresentação como a que acabamos de ouvir, e discordo de quase tudo o que ouvi. O que eu vou tentar fazer é apresentar uma perspectiva diferente. No final de agosto deste ano, há sete semanas, empresas no Japão e nos Estados Unidos anunciaram que desenvolveram diferentes sistemas em nanotecnologia para substituir totalmente ou quase totalmente a platina como produto, no mercado, em seu uso para baterias de automóveis e assim por diante. A platina representa 40% do custo de uma bateria, e é um grande custo em muitas aplicações sofisticadas em automóveis e também na indústria aeroespacial. Uma das tecnologias, que foi anunciada no final de agosto, vai substituir a platina, que custava, no ano passado, US\$ 845 a onça, substituindo-a por níquel e cobalto, uma grande economia. Outra empresa anunciou que sua estratégia para a platina era reduzir a demanda ou o tamanho, a quantidade de platina necessária para as baterias, para uma espessura de um nanômetro ou até mesmo um átomo. Então, seriam usadas quantidades mínimas de platina. É uma boa notícia para quem comprar pilhas, baterias e também para muitas áreas da indústria. É má notícia se você é a África do Sul e sua economia depende da mineração de platina, se a maior parte da economia depende de platina para exportações e também para a obtenção de moeda estrangeira. Essa única mudança devida à nanotecnologia vai afetar dezenas de milhares de mineiros e suas famílias, funcionários da área de mineração na África do Sul. E não sei se foi em julho ou agosto que ouvimos novos relatórios sobre o desenvolvimento de nanotecnologia com respeito a cobre. O trabalho sobre cobre vai eliminar o uso desse metal em várias áreas da indústria nos próximos cinco anos e vai ter um grande impacto nos países que têm minas de cobre. A estratégia que está sendo desenvolvida é usar nanotubos de carbono, que são dez vezes mais eficientes na condução de eletricidade do que o cobre. E também nos computadores, poderão deslocar informação mais rapidamente.

É boa notícia para aqueles que querem ter computadores mais rápidos e para quem está preocupado com outros usos do cobre como, por exemplo, no caso das baterias, pilhas. Mas é uma má notícia se você é chileno, pois uma boa parte do PIB do Chile depende da exportação do cobre. E é má notícia para os 70 mil chilenos que trabalham na mineração de cobre todo ano. Também vai afetar 43% das exportações do Chile. E terá impactos não só no Chile, na Zâmbia, na Indonésia e em

muitos outros países que dependem das exportações de cobre. Poderíamos continuar com uma longa lista de minerais cujo futuro parece ser bem vulnerável. E não é só uma questão de 74 mil mineradores ou funcionários de mineração que perderam seu emprego. A economia estará em apuros e isso é só o cobre. No Chile, eles estão preocupados com o investimento do governo porque, enquanto dizemos que nanotecnologia talvez não seja tão importante, o governo chileno está investindo quase US\$ 12 bilhões para aprimorar sua indústria de cobre. Se alguém não bater nas costas deles e disser: “Olha o que está vindo. Você não está enxergando!” e não avisá-los, eles vão perder US\$ 12 bilhões e tenho certeza de que isso foi conseguido por meio de empréstimos de bancos do Norte, que eles vão ter de pagar.

A nanotecnologia – sem dizer se trabalha para calças ou cosméticos ou outra coisa – traz uma mudança fundamental na nossa compreensão sobre matérias-primas, o que é uma matéria-prima e o que acontece no mundo em que você pode esquecer platina e usar algo tão barato quanto o níquel em seu lugar. Ou quando você pode misturar materiais de diferentes formas. O que significa para todos os países do Sul, que dependem tanto das exportações de matérias-primas para sua sobrevivência? Significa uma transformação em todas essas áreas. O Stephen Woods pode estar preocupado com o protetor solar. Eu estou mais preocupado com os trabalhadores nesses países e estou preocupado com o que acontece com as economias dos países quando uma grande mudança tecnológica ocorre e as pessoas, lá nas minas, são os últimos a saber.

A tecnologia pode ser uma questão pequena, a nanotecnologia pode não parecer importante, mas no final da última apresentação soubemos que essa área chamada nanobiotecnologia pode, em si, ser mais interessante. Sim, é muito mais interessante porque é aí que 61% dos investimentos em nanotecnologia estão sendo feitos. É aí que vemos as coisas acontecendo. Então, não é uma questão de ser mais interessante, é onde temos de olhar mesmo. E aí as mudanças são profundas, são mudanças na ética e também mudanças no ambiente. Talvez digam que não temos de nos preocupar com algo tão irrelevante quanto nanotecnologia porque, afinal, temos as mudanças climáticas com que devemos nos preocupar. A nanobiotecnologia e a nano sem o bio vão ter implicações profundas nessa mudança de clima. Então, temos de entender isso também. Vamos olhar os pontos básicos do que ouvimos sobre a tecnologia, e não por príncipes radicais ou autores de livros de ficção. Vamos ver o que o governo tem a dizer, o que a indústria tem a dizer. É claro que esses também podem ser radicais.

A Fundação Nacional de Ciência nos Estados Unidos diz que o mercado para produtos de nanotecnologia será de US\$ 1 trilhão daqui a seis anos – e isso é uma grande mudança – e que a nanotecnologia irá contribuir para produtos que irão valer

US\$ 2,6 trilhões no ano 2015. Esses dados não vêm da Fundação Nacional de Ciência, eles vêm da Lux Research, uma das empresas de investimento nesse campo.

Digamos que esses números estejam exagerados – e eu tenho certeza de que estão –; de qualquer forma, US\$ 2,6 trilhões é 15% de toda a fabricação do mundo, é dez vezes o valor de mercado da biotecnologia, é igual a todo o valor de informática e das indústrias de comunicação combinadas. É uma grande mudança, não é apenas calças e protetores solares, é um grande impacto na economia do mundo e eu acho que temos de estar a par disso. Eu devo dizer que os cientistas sociais têm a obrigação de serem muito precisos quando falam disso. E devem contribuir para que tenhamos uma troca de idéias clara. Peço ao Stephen Woods que volte e leia o que o príncipe Charles disse sobre nanotecnologia, porque eu acho que o que ele disse não é verdade. Eu não quero defender o príncipe Charles, eu posso assegurar. Ele cuida de si, ele é um homem rico, mas ele nunca usou a palavra *grey goo*. Ele não escreveu dois artigos, ele escreveu um, foi no *Independent*, no verão inglês de 2004 e ele disse que nunca leu o livro do Michael Crichton. Ele expressou preocupação sobre o impacto da nanotecnologia sobre os pobres, isso pode ter implicações sérias para países em desenvolvimento. E expressou preocupação com o ambiente. Mas ele nunca falou do *grey goo*, embora eu tenha visto muitos cientistas sociais interpretando o que ele disse como sendo *grey goo*. Eu acho que temos de ser mais precisos na forma como descrevemos essas coisas.

Eu gostaria de abordar outras áreas. Talvez eu possa listar três áreas nas quais os cientistas sociais tenham um papel e nas quais precisamos da ajuda deles. Uma delas é entender o que acontece quando há uma mudança traumática nas economias, o que significa quando, de repente, uma economia cai devido a grandes mudanças. Como é que os cientistas sociais podem nos ajudar a trabalhar com governos para fazermos a transição da forma mais segura possível, se é que precisamos de uma transição. Vamos fazer o trabalho duro agora e não no futuro, tentando entender o que aconteceu. Vamos, então, tentar entender agora e dar conselhos aos governos. Lembre-se do caso do índigo, há um século. Tivemos uma grande saga de índigo na Índia para a indústria de corantes do mundo, e de repente os alemães desenvolveram um processo de fabricação de anilina que eliminou a necessidade do índigo. As pessoas morreram de fome. As safras apodreceram nos campos. Foi assim. Há história nisso, não é o único caso de uma grande mudança em *commodities* em um setor industrial que afetou um setor de agricultura. Isso tem de ser lembrado e cientistas sociais têm de trazer isso à atenção dos governos, às Nações Unidas, dizendo: “Não vamos deixar que isso aconteça de novo”. Toda essa área de *commodities* precisa de ajuda.

Na segunda área, as implicações da nanobiotecnologia são difíceis de julgar. É nosso papel na sociedade civil e seu papel como cientistas sociais tentar enxergar o futuro e avisar sobre essas coisas – que podem ou não acontecer – e citar alertas antecipados, dizendo: “Cuidado, isso pode ser um problema”. Ou, se não fizerem algo, igualmente olhar e dizer: “Aqui tem uma oportunidade, vocês não estão percebendo, aproveitem”. As duas coisas são válidas. E esse campo de bionanotecnologia é muito importante. Toda essa conversa sobre Drexler, *grey goo* e assim por diante, tudo isso está-se tornando uma piada da moda. Mas 61% dos investimentos estão nesse campo de bionanotecnologia. E isso por um motivo: nossa preocupação, no futuro, à medida que vemos cientistas brincando com o DNA, não é de que vamos acabar tendo nanorobôs por aí, construindo outros nanorobôs que irão dominar o mundo ou preparar o café da manhã para nós. Não há necessidade de que isso aconteça. O que está acontecendo na biotecnologia é que estamos adaptando a vida na escala nano, para executar funções de máquinas. Então, é muito mais fácil, é muito mais lógico e muito mais barato adaptar a vida para fazer o trabalho das máquinas do que máquinas para serem robôs vivos. E o trabalho que está sendo feito na Universidade da Califórnia, na Flórida e em muitos outros locais do mundo está nessa direção, de brincar com formas de vida, porque o DNA está na nanoescala. E quando vemos cientistas pegando as letras do DNA, C, G, T, A e acrescentando uma quinta letra e uma sexta letra, devemos olhar quais são as implicações disso. No momento, francamente, as implicações são para entretenimento, não têm nenhum outro valor. Mas, daqui a cinco, dez anos, a coisa pode mudar. Então, temos de olhar essas implicações agora e julgar se vão ser importantes ou não.

Eu creio que há uma terceira área, voltando à questão da mudança do clima. Estamos ouvindo constantemente que um dos benefícios da nanotecnologia estará na área de mudança climática. Por exemplo, por ocasião do furacão Katrina, uma empresa disse que eles tinham produtos de nanopartículas que poderiam ser usados para limpar as águas ou, pelo menos, limpar a vida selvagem que estava presa depois da tempestade. É uma possibilidade muito pequena para o uso da nanotecnologia. Temos outros trabalhos procurando formas para consertar os solos, para podermos proteger os solos de incêndios e outras transformações que podem acontecer devido à desertificação, devido à mudança do clima. São coisas interessantes de explorar e também têm implicações muito fortes no meio ambiente. Honestamente, uma das áreas que mais nos preocupa é uma área que pensamos, no início, que fosse uma coisa popular, mas hoje não temos certeza. Há alguns anos, o governo estadunidense, o Departamento de Oceanografia, junto com empresas privadas, foram ao mar, entre a Nova Zelândia e a Antártica, e espalharam partículas de 20 nanômetros de ferro na superfície do oceano. O objetivo era



uma experiência para ver se os nutrientes do ferro no oceano poderiam produzir plâncton e se o plâncton pegaria o CO<sub>2</sub>. Isso reduziria a temperatura, para poderemos contrabalançar o aquecimento do globo. Depois de alguns dias, a experiência foi abandonada por dois motivos: primeiro, um dos cientistas, no navio, disse que se ele tivesse meio petroleiro de nanopartículas, poderia ter causado uma nova era glacial. Foi muito bem-sucedido. Outra afirmação é que eles pararam porque não tinham certeza dos efeitos a jusante e havia a preocupação sobre a possibilidade de conduzir à esterilização de mares tropicais. Eu não sei por que, eu não sou cientista, mas estavam preocupados e abandonaram a experiência.

Outra experiência foi feita na costa do Chile, na Corrente Humboldt. Uma terceira experiência foi feita pelo meu governo, o governo canadense, na Costa Oeste da Columbia Britânica, no Pacífico. Eu soube que há pelo menos 26 países que estão fazendo experiências com nanotecnologia e mudança climática, ou querendo revestir grandes áreas de solo e água, ou na estratosfera, pensando em usar nanopartículas para afetar a chuva ou refletir a luz do sol. Essas são áreas que, quando lemos sobre elas pela primeira vez, pensamos que eram ridículas demais para avançar e que a geoengenharia do planeta seria socialmente inaceitável para todos. Hoje não tenho mais essa certeza. Ficamos sabendo que um dos motivos do furacão Katrina ser tão devastador foi devido ao aumento das temperaturas no Atlântico, devido a mudanças climáticas, e que podemos esperar um número grande de furacões mais fortes do que o normal no Golfo do México, Caribe e Atlântico Norte, por causa disso. Eu não sei com que frequência temos de ver uma Nova Orleans desaparecer, até a opinião pública mudar, até um governo, especialmente o governo de Washington, dizer: “não gostamos dessa idéia de geoengenharia, gastar US\$ 200 bilhões para substituir Nova Orleans é uma coisa muito cara”. E decidir que, ao invés disso, é melhor fazer algumas experiências. O que podemos colocar na superfície do oceano ou na estratosfera para afetarmos as mudanças climáticas. Ou até o governo do Brasil. Vocês sabem, mas o resto do mundo não sabe, que vocês também tiveram um “Katrina” aqui, em 2004, até com o mesmo nome. E o furacão Catarina, vindo do Atlântico Sul para o Brasil, no ano passado, não deveria acontecer. As previsões de mudanças climáticas eram de que não haveria grandes furacões afetando o Brasil até 2070, mas chegaram em 2004. Quantas vezes isso vai ter de acontecer e com quanta intensidade, até os governos decidirem: “Talvez tenhamos de tentar a geoengenharia e brincar com isso”. Quase todo mundo concorda, de fato, que o Acordo de Kioto não vai funcionar e que os governos não vão fazer o trabalho de criar as mudanças sociais necessárias para solucionar os problemas de mudança climática. Isso dá a eles apenas soluções tecnológicas, experiências para tentar realmente contrabalançar essas mudanças climáticas. Eu acho que a nossa

tecnologia pode ter um grande papel nisso. Se puderem fazer isso de forma segura, tudo bem. Mas eu, pessoalmente, não acredito que nossos governos tenham essa competência, não acho que eles consigam fazer isso de forma segura. Eu acho que a história não demonstra capacidade de fazer isso. Então, para mim, essa é a verdadeira preocupação. Não são calças, nem protetores solares, é mudar o mundo.

Se olharmos a história – e muitos de vocês são cientistas sociais –, eu acho que existe uma história de ondas tecnológicas que têm um padrão normal, que todos nós podemos monitorar. E podemos ter uma idéia de como essa onda de nanotecnologia poderá nos afetar. Eu acredito que a nanotecnologia é a maior, mais poderosa onda de tecnologia que o mundo já viu. Eu não acho que é um desenvolvimento menor, pequeno. Eu acho que a convergência da física, química e biologia, juntas, é poderosa. A questão é que efeitos quânticos estão acontecendo, que mudam a natureza dos elementos que estão sendo usados. E depois, quando vemos essa onda tecnológica chegando, com uma convergência das principais ciências ao mesmo tempo, se olharmos na História, como é que essas ondas se desenvolveram? O que devemos olhar, quais são os pontos-chave? Segundo Carlota Pérez, economista venezuelana, os padrões de tecnologia começam com o caos, quer estejamos falando da indústria de navio a vapor, ou têxtil, ou do telégrafo, tudo começa com o caos. E o caos conduz à pirataria. E a pirataria é uma parte de toda onda tecnológica. Da pirataria, passamos para uma padronização, depois de algum tempo, à medida que ocorre a maturidade, e isso conduz a oligopólios, que são inevitáveis. Não houve uma onda tecnológica que não resultasse em um oligopólio e, às vezes, monopólio. E depois, é claro, deteriora.

Outros elementos das ondas tecnológicas não são atos da natureza nem da ciência, são fabricados. As ondas tecnológicas são manipuladas, são construídas por uma confluência de oportunistas, governo e indústria, que vêem a chance de se aproveitar. E isso não é necessariamente ruim de todo. Mas pensar que é uma força da natureza e não uma estratégia humana, está errado. Todas as ondas na história partiram de estratégias. As ondas tecnológicas também suprimem outras tecnologias, eliminam aquelas que não são convenientes. É claro que houve muitas tecnologias na História que não avançaram porque não eram convenientes para os interesses daqueles que tinham autoridade, que estavam no poder. Então, por exemplo, a energia eólica não avançou porque não havia ganhos econômicos para aqueles que tinham poder para encorajar seu desenvolvimento. Há muitos exemplos desses na História.

Outro aspecto das ondas tecnológicas é que, quando elas têm problemas, os que estão manipulando a onda lutam para mantê-la, e essa luta para manter é tão destrutiva quanto outras coisas. Acho que todo mundo concorda, principalmente

economistas, que as ondas tecnológicas conduzem ao que chamam de “destruição criativa”. “Destruição criativa” é um termo interessante. É criativo para aqueles que estão em cima da onda e é destrutivo para quem não está em cima da onda, para os pobres marginalizados que não vêem a onda chegando e são destruídos por ela. E não adianta dizer “não se preocupe, porque daqui a algumas gerações os benefícios vão chegar aos pobres do mundo”. A primeira geração sofre, a segunda geração sofre e isso basta. Então, receber gotas de benefício não é a forma como devemos perseguir metas sociais e justiça social.

Outro aspecto das ondas tecnológicas é o processo de regulamentação. Historicamente, a regulamentação só acontece quando você começa a ir para uma maturidade no mercado. Depois que os piratas já roubaram tudo o que podem roubar e depois que começam a controlar o mercado, aí eles querem regulamentação para manter outros fora do mercado e porque a coisa está ficando muito bagunçada. E os controles só se aplicam quando as indústrias têm opções, quando sabem que poderão se mexer quando necessitarem. Eu recomendo uma publicação que talvez vocês queiram ler: o Birô Ambiental Europeu, há alguns anos, em 2002 ou 2003, publicou um livro chamado *Lições tardias de avisos antecipados*, no qual analisou 15 ondas tecnológicas, algumas bem pequenas. Todas mostraram, no final, que eram problemas. Em cada caso, reconheceram que, no final, o produto que chegou no mercado teve de ser retirado e rastrearam como o governo lidou com esse *commodity*. Por exemplo, benzeno, placa de circuito impresso, fluorcarbonos, tratamento por irradiação e assim por diante. Em média, a brecha entre a época em que os cientistas disseram “há um problema aqui” e a que os reguladores começaram a agir era de 30 anos, uma geração. Quase sem exceção, os reguladores não agiram para tirar o produto do mercado até que a indústria tivesse um produto alternativo para substituí-lo.

Em todos os casos, a indústria argumentou que havia ausência de dados científicos e evidências. Usaram isso para manter o produto no mercado por décadas. A Monsanto, por exemplo, lutou até o fim para manter os PCBs<sup>1</sup>. Eles retiveram a informação, as evidências, distorceram evidências científicas para manter os PCBs no mercado mais alguns anos. A Dupont trabalhou com um consórcio de empresas para manter os fluorcarbonos no mercado, e a lista continua. No caso, famoso, do amianto, mais uma vez as empresas retiveram dados, esconderam dados, tenta-

---

<sup>1</sup> (N. Org.). Policloreto de bifenilas (PCB) são substâncias orgânicas sintéticas consideradas tóxicas e com efeitos nocivos ao meio ambiente e ao homem. Elas têm efeitos cancerígenos e causam distúrbios hormonais e nos sistemas imunológico e reprodutivo.

ram argumentar que não havia evidências científicas suficientes para a lacuna e os reguladores levaram meio século para regulamentar isso, e ainda estamos encontrando os problemas. Espera-se que, na Europa, entre 250 mil e 400 mil pessoas ainda venham a óbito por doenças de amianto, embora este tenha sido retirado do mercado. Então, seria o equivalente a dois *tsunamis* na Europa. São *tsunamis* silenciosos, mas são *tsunamis* devido à falha por parte de reguladores do governo em agir, porque a indústria dizia que não havia evidência científica suficiente. É por isso que existe o princípio da precaução, é por isso que agora, na Europa e em outros países, existe a proposta de que, se você não tiver a evidência da segurança, não é para fazer. Eu sei que o Stephen Wood não está tão preocupado, mas há 720 produtos no mercado, hoje, que têm nanotecnologia, e a maior parte está aqui, vocês estão comendo, jogando uma parte nos seus campos. O fato de os governos não terem regulamentado não me deixa muito à vontade, especialmente quando eu olho a história de como os governos, nos últimos cem anos, cuidaram da regulamentação.

Os cientistas sociais têm um papel aqui, para levantar esses pontos e estarem dispostos a ter coragem e dizer: “Aqui temos riscos possíveis”. Alguns talvez nunca aconteçam, alguns talvez fiquem de lado, mas pelo menos para fornecer as possibilidades positivas e negativas. Francamente, com muita frequência eu tenho estado em reuniões com cientistas sociais, que basicamente são reuniões em que falam de como escrever uma proposta para receber verbas usando a palavra “nanotecnologia”. Muitas vezes falam de onde conseguir verba para a pesquisa e como descrever para não assustar aqueles que dão verbas. E não podemos ter isso, nesse caso. Temos de ter cientistas sociais com coragem para fazer o trabalho que tem de ser feito e fazer rápido. Eu concordo com Stephen Wood que a hora de agir é agora e não mais tarde. De fato, agora já é meio tarde, estamos bem avançados e esse tópico pode ser novo para alguns, mas já existe há algum tempo. E os cientistas sociais poderiam ter agido já há alguns anos, ao invés de só falar disso agora. Eu fico surpreso, nós, em nossa organização, estamos preocupados com biotecnologia desde a década de 1970. Eu não encontrei cientistas sociais falando de biotecnologia até os últimos três, quatro anos. Eu acho que todos, desde antropólogos e historiadores, todos estão voltando e olhando a história da tecnologia. E o que aconteceu, qual foi o debate? Eu diria que uma diferença entre ondas anteriores e a nanotecnologia é que não é uma onda de verdade. Podemos descrevê-la como um *tsunami*, porque é semelhante ao *tsunami*, acontece abaixo da superfície, está lá já há muito tempo e, de repente, agora está chegando na costa. Agora estamos envolvidos por 720 produtos, ou mais, em um grande mercado, centenas de empresas e mudanças traumáticas. E temos, então, de abordar esses problemas.

Um ponto que vou mencionar rapidamente tem a ver com o sistema de patentes. O último orador mencionou, é uma área muito importante a ser estudada, o sistema de patentes. Se vocês olharem as patentes que estão sendo concedidas nessa área de protetores solares e calças, vão ver que a patente foi dada por alguém que trabalha com eletrônica, porque a patente diz que é eletrônica. Só que as outras coisas dizem que isto também pode-se aplicar à indústria farmacêutica, à agricultura, à indústria automotiva, aeroespacial e computadores. Então, a patente não é só para uma coisa. Devido à natureza da nanotecnologia, as patentes estão sendo concedidas de uma forma que cobre toda a economia, que afeta todo um setor da economia. Então, alegações estão sendo feitas para o uso de carbono, que poderia afetar quase tudo que está vivo e muita coisa que não está viva, porque os reguladores, nos escritórios de patentes, não estão prestando atenção. Então, são concedidas patentes que poderiam mudar a natureza da indústria, criar novos oligopólios, novas formas de concentração corporativa que nunca vimos antes, fundamentais para a vida, todos deveriam estar alarmados. Se não olharmos esse para campo agora, não como historiadores daqui a 20 anos, mas agora, e pedirmos que os governos cuidem dessas questões de concentração corporativa, concentração econômica, será tarde demais. Esse trabalho não foi feito e é aí que os cientistas sociais podem ter um trabalho. É trabalho duro, não é ser historiador, é fazer o trabalho.

Vou parar por aqui, agradecendo especialmente a Paulo Roberto Martins por me convidar para este seminário. Para nós, ele vem sendo uma liderança, tanto na abordagem dessas questões de forma bem clara, e não apenas no Brasil, mas também por encorajar as trocas de idéias construtivas – entre elas as críticas, como as que acabo de expor – entre cientistas sociais, governo e sociedade. Espero que continue.

## A nanotecnologia e a política de ciência e tecnologia\*

Henrique Rattner

Os rumos e diretrizes da política de ciência e tecnologia (C&T) 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 nossa sociedade?

Verifica-se a mercantilização dos conhecimentos científicos e tecnológicos em nome de maior produtividade e competitividade, ou seja, de maiores lucros. Propositadamente, omite-se 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 com vistas a aproximar a pesquisa científica e o setor produtivo, poucas modificações houve nesse relacionamento, mesmo decorridos mais de 30 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 de pesquisa e desenvolvimento (P&D) nas sociedades contemporâneas, mas com a condição de 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 microele-

---

\* Para ver outros artigos do autor, consultar a coluna Identidade, disponível em: < <http://www.abdl.org.br> > .

trônica, 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 estadunidense.

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 do 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, 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”, 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 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 colocados à margem, 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 soci-



idade. 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 nanoprodutos 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 bilionésima parte de um metro), capazes de penetrar e se disseminar no sistema imunológico do corpo humano ou animal, afetando mucosas, membranas e a corrente sanguínea, e atacando órgãos vitais como fígado, pulmões, coração e 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, por parte de grandes empresas e do setor militar. Os investimentos em P&D estão entre as despesas industriais mais concentradas no mundo<sup>1</sup> 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 à sua característica de invisibilidade e à capacidade de invadir organismos vivos, as futuras armas à base de nanotecnologia também se tornarão instrumentos

---

<sup>1</sup> CHESNAIS, F. *A mundialização do capital*. São Paulo: Xamã, 1996.

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 ao 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 ao lucro e não ao bem-estar da população. Tais empresas investem e usufruem verbas públicas alocadas à P&D e, assim, habilitam-se 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 proscricções 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 sobre “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 a 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, ante 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 perguntar 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; necessitamos 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 estendem-se 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 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 socioambiental. 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 assinala 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, Simon Schwartzman<sup>2</sup> aponta dois modos diferentes de produção de conhecimento científico:

MODO 1 (linear)	MODO 2 (não-linear)
O conhecimento básico é produzido antes e independentemente das aplicações	O conhecimento é produzido no contexto das aplicações
Organização da pesquisa de forma disciplinar	Transdisciplinaridade
Organizações homogêneas de pesquisa	Heterogeneidade e diversidade organizacional
Compromisso estrito com o conhecimento: os pesquisadores não se sentem responsáveis pelas possíveis implicações práticas de seus trabalhos	<i>Accountability</i> e reflexividade: os pesquisadores preocupam-se 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 diversida-

<sup>2</sup> SCHWARTZMAN, S. A pesquisa científica e o interesse público. *Revista Brasileira de Inovação*, Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, p. 361-395, jul./dez. 2002.

de biológica e cultural e crescente pobreza e desigualdade tendem a aumentar a vulnerabilidade da vida humana e do ecossistema planetário. Precisamos 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 retroalimentação 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 freqüentemente 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.

## Debate (20/10/2005, manhã)

**Renzo Tomellini** – Quanto ao primeiro palestrante, doutor Edmilson Lopes Júnior, entendi sua análise e quero falar sobre o ponto do envolvimento da sociedade civil. Governança é um ponto importante que já foi mencionado, o fato de que a linearidade não existe em nosso mundo complexo e por isso inventamos a palavra governança, para atingirmos resultados em uma situação complexa. Lopes diz que esse é um desafio para a nanotecnologia. Da análise para a proposta, o senhor sabe que eu sou um servidor público, um escravo dos contribuintes. Então, o que o senhor recomenda a mim e à doutora Magda? Três ações concretas, três coisas que poderíamos fazer na administração pública para ajudar a acelerar o envolvimento da sociedade civil, três ações concretas para os governos de Bruxelas e de Brasília. Do segundo palestrante, professor Stephen J. Wood, gostei da análise interessante e comentários rigorosos. Ele disse que talvez o prefixo “nano” desapareça, que essa tecnologia estará presente em tantos lugares que a palavra nano vai desaparecer. Mas em nível nano – e Pat Mooney mencionou isso – há uma convergência de disciplinas. A diferença entre física, química e biologia desaparecem. Quer dizer, mesmo que nano desapareça como prefixo, a convergência das tecnologias vai acontecer. Então, na realidade, como o senhor comenta isso? Vai ser um grande desafio para professores de faculdades, pessoas, organizações, etc. Especialmente para quem me conhece, eu sou fã da nanotecnologia líquida. Nós investigamos a fase sólida e, como pessoas, adoramos computadores sólidos, telefones sólidos. Mas a natureza usa mais a fase líquida, células são líquidas. Já pensaram um telefone líquido, injetado nos óculos? Seria muito mais rápido, flexível, mais leve. Se andarmos, produzimos energia. Poderíamos acumular energia e, por exemplo, recarregar o telefone andando. E isso é algo fácil de imaginar, é uma visão possível. De fato, o professor Wood fala de mobilidade, de comunicação de energia. Comunicação e energia e maior mobilidade. O senhor mencionou efeitos colaterais. Poderia mencionar mais efeitos colaterais? Independentemente do aprimoramento. Eu creio que isso vai gerar independência. E Margaret Thatcher disse que não reconhece a sociedade, que ela não existe. Ela diz que reconhece famílias e indivíduos. Foi Thatcher quem disse isso. Se quiser, comente sobre isso.

Para o terceiro palestrante, gosto das análises e da riqueza de dados de Pat Mooney; não compartilho das conclusões, mas esse não é o ponto. Gostaria de fazer uma pergunta: eu fiquei perplexo com seu temor do uso de menos matérias-primas. Eu concordo que a nanotecnologia muda o significado do uso de matérias-primas. Para mim, usar menos é algo positivo. Quando o senhor fala de destruição criativa, será que o resultado é positivo ou negativo? Eu gosto de destruição criativa

se o resultado final for positivo, não gosto se o resultado final for negativo. Ao falar sobre ricos e pobres, de alguma forma vi na sua mensagem que parece que a nanotecnologia é só para os ricos. Por quê? Eu não sei se os brasileiros consideram o Brasil um país rico ou pobre, vocês é que devem decidir. Talvez os dois. Mas Ponto Quântico é uma empresa que explora sete patentes e produtos que são usados para medir a exposição dos trabalhadores ao sol. No Brasil há sol. Então, por que nano é só para os ricos?

Outra pergunta, sobre o dinheiro para pesquisa na Europa: o senhor pode ver que lá há cooperação internacional, é possível ver nos editais de pesquisa da Comissão Européia: cooperação com os países ricos para explorar sinergias, fazer coisas juntos, e cooperação com países pobres para evitar problemas. Outra pergunta: você sugeriria a nós convidarmos para as próximas sessões pessoas que falem sobre o que fazer para evitar que a nanotecnologia cause uma divisão entre os países? Obrigado. Vou pedir três perguntas da platéia e, depois, vamos responder.

**Sônia Maria Dalcomuni** – Eu gostaria de fazer comentários e perguntas para o doutor Stephen J. Wood. O senhor mencionou que houve muitas coisas discutidas na primeira sessão deste seminário que não eram sérias, e enfatizou que a discussão sobre ética parecia algo de Eric Drexler. Considerando que minha palestra ocorreu ontem e que eu usei a palavra “utopia” como metáfora, gostaria de saber, na sua opinião, onde está a bobagem e quero enfatizar que, no meu caso, não sou seguidora de Drexler, ao contrário. Mas o que me deixou surpresa foi sua afirmação de que o principal problema é que estamos estudando algo que não existe e que o principal impacto da nanotecnologia está na ciência em si. Para seu relatório, o senhor entrevistou a equipe de Cambridge, que alega ter feito nanoflores, nanoárvores? É verdade que todos são grandes mentirosos? Se não entendi bem sua mensagem, peço desculpas antecipadamente.

**Eliane Cristina P. Moreira** – Tenho uma observação e uma pergunta. Concorro com muitas coisas que Pat Mooney falou, mas tenho que discordar de alguns pontos. Se eu bem entendi, ele afirmou que as patentes estão sendo dadas em grande extensão por um desaviso, podemos dizer assim, dos institutos de propriedade industrial dos países. Eu não entendo que seja um desaviso, acho que existe uma clara intenção de constituir o que nós temos chamado, hoje em dia, de latifúndios intelectuais. Creio que existe um intento de conceder cada vez mais sobre cada vez menos, sobre inovações cada vez menores, na verdade.

Sobre o tema regulamentação da nanotecnologia, a que ele se referiu, eu queria provocar mesmo a oportunidade de ele falar mais um pouco sobre o tema. Enten-

do que é um dever do Estado assegurar o direito do cidadão por meio, inclusive, da regulamentação. No entanto, a experiência do Brasil em termos de regulamentação de novas tecnologias não é animadora; efetivamente, a única lei que tem vigorado hoje sobre novas tecnologias é a Lei de Propriedade Industrial. O único direito que tem sido garantido é o direito de patenteamento e o direito de *royalties*. O fato é que, mesmo sendo a favor da regulamentação de novas tecnologias, na medida em que ela é uma garantia do cidadão, tenho medo da correlação de forças, no momento da aprovação das leis. Então, eu pergunto: é melhor regulamentar a nanotecnologia ou tentar “sobreviver” com as leis que hoje, bem ou mal, nos garantem alguns direitos no campo do consumo, do meio ambiente, dos agrotóxicos, entre outras leis esparsas que podem, talvez, ser aplicadas ao tema?

**Participante** – Meu nome é Marcelo, sou do campo de ciências sociais e atualmente estudo tecnologia ambiental. Minha pergunta é bem simples: sempre queremos globalizar a biodiversidade do Amazonas, globalizar a nanotecnologia, ativos, as coisas boas. Nunca queremos globalizar as conseqüências, o passivo. Então, eu coloco a questão para a mesa: é possível? Como a nanotecnologia vai globalizar a gigapobreza?

**João Steiner** – Daqui a pouco poderemos ter mais perguntas. Vamos voltar aos palestrantes e vou pedir a eles que comentem o que acharem apropriado. Professor Wood?

**Stephen J. Wood** – Vou responder primeiro à segunda pergunta. Acho que houve um mal-entendido. Eu nunca usei a palavra “bobagem”. Houve uma dimensão que era radical, utopia *versus* pessimismo, otimismo. E o ponto que eu quis enfatizar é que é perigoso polarizar. Você diz que é bobagem ter esse debate polarizado? Essa é a pergunta? Que não era sério? Eu não disse isso. Se alguém se lembra, no segundo ponto a contradição era: como podemos estudar se não existe? E a senhora disse que existe, em Cambridge. O meu assistente leu e pegou esse ponto que a senhora mencionou, que há coisas lá que existem. Então, é onde está a contradição. Mas não há contradição. A sentença-chave é quando eu digo que a maior parte das aplicações, do desenvolvimento, é incremental. Estamos falando de algo evolucionário, com exceção do caso dos computadores. Então, só para esclarecer exatamente o que eu quis dizer, o que não existe são aplicações sérias. É claro que os cientistas podem dizer: “Temos uma nanoflor.” Mas o que queremos dizer é em relação a produtos comerciais. Aqueles não são produtos comerciais, então não há problema com isso.



Outros pontos levantados: eu não votei em Thatcher. O ponto de independência é um ponto bom, tem a ver com essa questão de privacidade e eu fiz estudos de trabalho e a questão da individualização é interessante. Não há dicotomia entre sociedade e indivíduos. Essa questão da independência é importante, deve ser estudada. É aquela oportunidade perdida, como no caso do celular. Se você olhar como os jovens têm seus relacionamentos sociais em *just-in-time*, eles vão para algum lugar e telefonam: “Eu estou aqui”. Nós fazíamos um planejamento com três semanas de antecedência. Eu acho que você tem razão: se é um efeito colateral bom ou mau, tem os dois lados da independência. Eu acho que o senhor levantou um ponto interessante. Com respeito à convergência, é exatamente aquilo que eu falei no meu estudo. Estudamos os resultados da convergência, mas para estudar isso temos de estudar o ponto, essa convergência. Eu fui a uma apresentação sobre nanoinstrumentos na Universidade de Sheffield. Era hora do almoço, ninguém tinha incentivo para ir. Dez cientistas foram e nenhum deles tinha sido treinado na máquina. Somente uma pessoa entendia do instrumento, e ela disse: “Eu vou levar três anos, porque eu tenho outras coisas para fazer”. Então, a realidade da ciência é um processo complicado. É por isso que tem de ser estudado em várias culturas porque a estrutura da carreira, na Inglaterra, é em silos. Nós temos silos ao redor desses assuntos. Talvez a China, por exemplo, não tenha esses silos. Ai, a convergência vai ser mais rápida. Na Alemanha e nos Estados Unidos, nunca vai acontecer. A questão é de convergência empírica, é muito empolgante.

**Edmilson Lopes Júnior** – Agradeço o comentário de Renzo Tomellini. Quero dizer, inicialmente, que seria suspeito apresentar alguma recomendação, no início da discussão, da entrada em campo das ciências sociais. Mas há outro elemento que é sempre bom marcar nesse debate: eu entendo que cabe às ciências sociais – a contribuição social mais significativa talvez seja isso – a produção desse idioma social. E tem sido isso o que as ciências sociais têm feito, contribuir para a reflexividade. Ou seja, elas estão imersas em um círculo hermenêutico, são parasitárias das elaborações do mundo social e, ao mesmo tempo, retornam para um mundo social as suas elaborações. Nisso está sua contribuição e sua limitação. Acho que dois elementos são importantes para essa tarefa existir. O primeiro é o rompimento, que eu denomino, seguindo o antropólogo Marshall Salles, de teoria do desalento, que é uma visão a respeito dos países emergentes, dos países do Terceiro Mundo, como se fossem meros receptores, e isso é produzido especialmente pelos tais atores “do bem” no Norte, como se mulheres, homens, crianças dos países emergentes, ou do chamado mundo em desenvolvimento fossem atores incapazes de lidar com seu mundo e que, portanto, só têm

uma relação de vitimização com o chamado processo de desenvolvimento do capitalismo.

O segundo aspecto é chamar a atenção para o quanto há de etnocentrismo nesse tipo de visão, isto é, embutido no discurso “do bem” está colocado algo que é extremamente pernicioso, que é uma visão de diminuição da capacidade de intervenção, de formação de atores em nosso mundo e de respostas concretas, que temos e estamos construindo. O terceiro ponto é que cabe às ciências sociais o rompimento com a tentação da profecia, ou seja, não nos cabe o papel de profetas e, portanto, por mais tentadora que seja a instrumentabilidade imediata de nossa produção, temos de rejeitar isso. A tentação de ser profeta, de ser bruxo é algo que nós sempre temos colocado para os cientistas sociais, especialmente em um mundo no qual seu reconhecimento depende da exposição midiática. É isso.

**Pat Roy Mooney** – Eu me esforcei, em minha intervenção, em dizer coisas que Renzo Tomellini não me ouviu falando antes. Temos trabalhado tantas vezes juntos que é difícil ter novidades. Mas eu estava ansioso em saber as perguntas que ele faria. Na primeira, com respeito a matérias-primas e quanto a usar menos matéria-prima, eu penso que, em primeiro lugar, a possibilidade de reduzir a demanda pelas matérias-primas, especialmente aquelas que extraímos do solo, no longo prazo vai ser muito construtivo. E também mudanças de matérias-primas são inevitáveis e podemos ver na História, como passamos do uso de uma matéria-prima para outra, para o mesmo fim. Isso sempre aconteceu. Isso é inevitável e, em muitos casos, há uma oportunidade na tecnologia, que é boa. O que não é bom é os mineradores saírem um dia do trabalho sabendo que seu emprego sumiu. Penso que deve haver uma forma para essas transições acontecerem, que não causem crises na sociedade. Isso pode ser feito, se temos esses celulares fabulosos, então será que alguém não pode alertar essas empresas de que pode ocorrer algum problema? Haverá transições e mudanças, não é esse o problema. O problema é a velocidade e, no caso da nanotecnologia, vai acontecer não só com platina, cobre, mas em alumínio, ouro e dúzias de outros minerais e muitos produtos da agricultura também. E, ao mesmo tempo, essa é a preocupação. A segunda pergunta foi que conselho podemos dar a Bruxelas sobre trabalhar com países em desenvolvimento ou tornar a tecnologia mais simpática, atraente para o Sul. Isso me conduziu a outro ponto que foi mencionado pela advogada, sobre leis, regulamentos. Eu creio que precisamos estabelecer – tanto em Bruxelas e em Ottawa, em Brasília – uma capacidade para alerta antecipado, e não basta os cientistas sociais darem um aviso antecipado se os governos não ouvirem. Então, é necessário alerta antecipado e também é necessário ouvir. Os governos têm de ouvir. Eu acredito – e isso não é

comercial – que Renzo Tomellini, em seu departamento em Bruxelas, tem tentado fazer isso e eu fico encorajado pelo fato de isso ser feito. Claro, não é o suficiente, mas alguma coisa está sendo feita. Isso tem de acontecer em nível global. Se eu puder mencionar a pergunta da advogada, temos de estabelecer algo como uma convenção, um acordo internacional para a avaliação de novas tecnologias, não de nanotecnologia ou biotecnologia, ou robótica ou outra coisa, mas de novas tecnologias em geral. Temos de ter essa capacidade no nível das Nações Unidas, permitindo a todos os governos, especialmente os do Sul, verem o que está chegando e terem uma avaliação transparente do que está chegando e depois fazer ajustes. Em alguns casos, para dizer que não querem a tecnologia; em outros casos, para dizer: “queremos, mas é assim que queremos usar”. Em outros casos, simplesmente dizer: “queremos, mas queremos de certas formas ou para certos fins”. Mas é trágico que a capacidade das Nações Unidas de fazer isso tenha morrido no início da década de 1990. Antes disso, havia o centro das Nações Unidas para desenvolvimento e, embora não fosse forte o suficiente, deveria fazer esse trabalho, esse serviço para o Sul. Os Estados Unidos mataram isso em 1990. Agora há duas pessoas no escritório em Genebra, sem recursos para fazer uma ligação telefônica. Esse é o problema.

Também até 1990, tivemos o Centro das Nações Unidas para Transnacionais, para saber quem seriam os fortes na tecnologia, suas estratégias e como negociar com multinacionais. E o Centro das Nações Unidas para Corporações também morreu, foi destruído pelo Estados Unidos em 1990. Então, perdemos essas ferramentas para o Sul terem uma idéia de tendências e tecnologias. Temos de colocar algo em seu lugar e acredito que será de ajuda se Bruxelas puder estabelecer isso e liderar. Na década de 1980, o governo sueco propôs algo desse tipo na Eco-92. A proposta, a sigla, era Siesta, que não é um bom nome, neste caso. Eles propuseram isso em um livro enorme e todo mundo foi dormir. Morreu. Talvez seja a hora de o governo sueco acordar e ressuscitar o Siesta.

Na questão de regulamentação e patentes, a História mostra que a regulamentação é usada por aqueles que têm poder contra aqueles que não têm poder, para terem mais poder ainda. Mas tem sua utilidade. Não significa que o conceito de regulamentação seja ruim, é útil para nós, para promovermos regulamentações seguras. Patentes são, para mim, uma forma de regulamentação. Os governos regulamentando os monopólios, e não concordo que haja uma estratégia clara. Os Estados Unidos estabeleceram um grupo para trabalhar em patentes de nanotecnologia há menos de um ano. Até aquela época não havia nenhuma habilidade, por parte daqueles que examinam patentes, de entenderem as implicações das patentes que concediam. Somente nos últimos meses é que eles voltaram e come-

çaram a determinar o que é uma patente relacionada a nanotecnologia. Então, não é que exista uma trama, é só uma estupidez e isso não é incomum em escritórios de patentes no mundo. Acho que era isso, obrigado.

**Sílvio Valle** – Sou da Fundação Osvaldo Cruz, do Rio de Janeiro. É um depoimento sobre essa questão da cooperação Norte-Sul. No ano passado, em uma reunião no Rio de Janeiro, promovida pelo Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT) com a Comunidade Econômica Européia, nós colocamos a questão de estudar a segurança da tecnologia e foi dito claramente pelo MCT e pelos interlocutores europeus que esse assunto não estava em pauta. Então, o assunto da segurança não está em pauta. Existe ciência para justificar a pesquisa e, eventualmente, para justificar a produção. Mas não existe ciência para estudar os riscos e a segurança da nano, da bio. Isso me parece muito claro, observando o ponto de vista dos governantes. Existe até alguma ciência avaliando os riscos de nano e de bio, mas não existe uma política pública, eu não vejo isso no Brasil. E concordo com Eliane Moreira, se for mexer em legislação, no Brasil, piora. Mas, do ponto de vista de cooperação, foi colocado textualmente: “Não está em pauta essa discussão”. E no documento final de uma reunião em que estavam representantes de instituições públicas, de governo, no Rio de Janeiro, nem entrou na pauta a questão a segurança.

**Magda Zanoni** – Represento aqui o Ministério do Desenvolvimento Agrário (MDA) e particularmente sou professora de uma universidade na França. Eu gostaria de aproveitar a oportunidade da frase de Pat Mooney, que achei muito propícia, ao dizer que os pesquisadores sociais têm de chegar na hora, e também me parece que há uma visão distinta de Edmilson Lopes quando diz que nós não podemos instrumentalizar a profissão. Eu entendo que este colóquio é importante para nós podermos ao menos discutir essa questão, de qual é o papel de um pesquisador na sociedade. Acredito que há uma distinção, uma diferença entre a instrumentalização da profissão e o papel de um pesquisador cidadão. E eu parto daí para perguntar aos dois o que seria um verdadeiro pesquisador e o que seria uma ciência social, digamos, instrumentalizada. Porque na minha opinião a apropriação do saber pela sociedade civil, por grupos da sociedade que têm de entrar no debate e têm de poder participar é fundamental, é um objetivo da ciência cidadã. Portanto, penso que no Brasil (para os que não estão no Brasil e para os brasileiros também) há uma questão de fundo. Eu assisti a todas as reuniões sobre a questão da biotecnologia e dos transgênicos na Câmara e no Senado e me parece importante informar sobre dois aspectos. O primeiro é a ausência total das ciências sociais, que não são consideradas pelos poderes, pelo presidente da mesa, da Comissão

de Constituição e Justiça, da Comissão de Biotecnologias. As ciências sociais não são solicitadas. No máximo, a Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa (Aspta), do Rio de Janeiro, que é uma ONG importante no Brasil. E a maioria das mesas foi sempre composta por pesquisadores da Embrapa, da Academia Brasileira de Ciências e das ciências biológicas, moleculares, etc. Pouquíssimos chamados às ciências sociais.

Em contrapartida, vem a outra face do mesmo problema, as ciências sociais não se manifestaram e não é pela instrumentalização, porque há uma sociologia que se chama sociologia da produção científica. Eu não sei se essa sociologia não existe no Brasil ou se ela não se faz presente. Eu contatei com várias associações, a Associação Nacional de Pós-Graduação de Pesquisa em Ambiente e Sociedade (Anppas) e outras associações de pesquisadores para pesarem em bloco, para irem ao Senado e fazerem discussões científicas com os senadores, com os deputados, com os ministros. E eu não acho que isso é uma instrumentalização da ciência; acho que é fornecer os conhecimentos necessários ao gestor, ao organismo público, para que ele possa pelo menos ter uma outra visão das coisas além daquela visão unicista que eles desenvolveram e que chegou na lei que chegou. Então, gostaria que Edmilson Lopes e Pat Mooney entrassem nessa questão. O que seria, no fundo, não ser instrumentalizado e, ao mesmo tempo, o que seria poder fazer com que a sociedade e certos grupos sociais mais desfavorecidos pudessem se apropriar destas questões para poder reivindicar suas condições de vida e seus direitos.

**Pat Roy Mooney** – Obrigado. Creio que os cientistas sociais têm muitos papéis, e um deles é de facilitar o diálogo social, encorajar todas as partes a expressarem suas opiniões, especialmente aqueles que, historicamente, não têm chances de expressar suas opiniões, as pessoas para quem a tecnologia acontece como efeito sobre eles e eles não participam. Esse é um papel importante.

Em segundo, os cientistas sociais têm o trabalho de tentar entender o que está acontecendo e o que vai acontecer, o que pode estar acontecendo e mapear as implicações e compartilhar essa informação com o resto da sociedade. Não tenho certeza, não quero errar, mas acho que Stephen J. Wood disse, em seus comentários, que os cientistas sociais têm primazia, sendo os primeiros atores à frente dos outros. Eu diria que não. Mas eu acho que vocês deveriam participar. Se os cientistas sociais não forem convidados a uma reunião, devem ir a ela mesmo sem serem convidados, conseguir o convite. A sociedade civil é constantemente deixada de fora. Façam a mesma coisa, dêem um jeito. Minha esposa formou-se em Antropologia; dou muito apoio a ela em seu trabalho, mas penso que os cientistas sociais têm um papel que ainda não exercitaram. Vocês têm de pro-

var sua competência, todos vocês precisam de um “Viagra”, começar a fazer o trabalho.

**Edmilson Lopes Júnior** – Quero apontar minha desconfiança em relação a termos como “ciência cidadã”. Tenho uma certa desconfiança em relação a esse tipo de elaboração. Não dá tempo de desenvolver aqui, mas acho que precisamos nos precaver em relação à nossa flexibilização, em relação ao que eu denominaria esse idioma do politicamente correto e o que ele significa em termos de censura, de restrição ao desenvolvimento científico e à vida acadêmica. Esse é um ponto, e o segundo é que algumas perguntas podem ajudar e podem também nos atrapalhar. Essas perguntas, quem nos financia, quem é nosso cliente, podem ajudar e podem atrapalhar. Em minha opinião, elas não devem ser ponto de partida. Há algo muito mais interessante, essa discussão de instrumentabilidade ou não, é óbvio que uma coisa que não tem utilidade nenhuma e que nem possa, em algum momento, ser instrumentalizada, não tem para que, não tem por que a sociedade financiar. No entanto, cabe às ciências sociais – e essa é uma discussão do início do século XX, final do século XIX – discutir qual a relação que nós temos com a produção do conhecimento. Se partimos dessa perspectiva normativa, o que é que vamos produzir de conhecimento? Parece que um certo alemão, no começo do século XX, disse o seguinte: “Eu estou produzindo e o que se vai fazer com isso é outra coisa”. Eu acho que essa é uma discussão que, às vezes, não conseguimos resolver.

Em terceiro lugar, parece-me danoso para o entendimento da vida social moderna fazer uma separação entre sociedade de um lado e mercado de outro. Nos últimos 20 anos, houve uma produção teórica significativa para superar um pouco essa visão da teoria da conspiração em relação às chamadas forças do mercado. Acho que esses elementos apontam para que, já que nós vamos abordar e temos a tarefa de abordar essa discussão sobre o campo da nanotecnologia, pelo menos o façamos com uma serenidade razoável.

Por último, mas não menos importante, acho que não podemos (e quero reafirmar isso) achar que nossa legitimidade social depende de nossa capacidade de produção do que eu chamaria de profecias. Em algumas situações, parece-me que o fato de os cientistas sociais não serem solicitados, ao invés de ser uma coisa negativa, é uma coisa positiva porque, para contrabandear, com pretensão de roupage científica, elaborações sobre políticas, é melhor que eles não estejam presentes. Obrigado.

**Stephen J. Wood** – O papel dos cientistas sociais é o que está na mesa. E eu concordo com o que Pat Mooney disse. Não há dúvida, precisamos tentar entender

as coisas, concordo com tudo o que ele disse, sermos os primeiros, tomarmos a dianteira, sermos os primeiros nessa análise. No mundo, estamos competindo pela atenção. Competimos fortemente pela atenção e perdemos, estamos perdendo para consultores e gerentes que primeiro falam de nanotecnologia e depois falam de David Beckham, esgotos, novas universidades. E é isso que eu vejo, nós competimos pela atenção com esses consultores e gerentes.

Penso que o ponto que você levantou sobre financiamento, sobre de onde vem o dinheiro, temos decisões de investimento a serem feitas. Eu não tenho realmente de lutar também pelas verbas. Entendo que é hora de conseguirmos comentários construtivos dos cientistas sociais sobre o que devemos estudar. E teremos coisas para estudar, haverá dinheiro. Mas não adianta só gastar o dinheiro nessa área. E existe essa pergunta genuína que eu levanto: precisamos de um programa de nanotecnologia? Se é falta de igualdade, tudo bem. Por que investir em tecnologia? Só porque o Príncipe Charles escreveu dois artigos em um jornal? Vamos investir o dinheiro na igualdade, em estudos de igualdade. Muitas vezes, rejeitamos assuntos válidos para darmos ênfase em coisas que estão na moda. Então, eu tenho a chance de ajudar a decidir isso. Devemos deixar todo esse dinheiro ir para a nanotecnologia ou para outros locais? Temos de ver como o dinheiro vai ser gasto e é isso que estou tentando provocar. Não uma discussão política, mas estou tentando provocar os cientistas sociais para darem opções genuínas, válidas. E, tendo dito isso, não vi nenhum grande conflito entre Pat Mooney e eu. O que ele deu foi um exemplo muito bom do que eu chamo de estratégia, mostrando problemas para estudarmos. E todos os problemas que sugeriu, falta de igualdade, biotecnologia e mudança climática, todos esses estavam em meu artigo e em minha mente. Então, não sabemos nada sobre como as multinacionais tomam decisões. É nesse sentido, é isso que eu quero dizer.

Mas o ponto fundamental não é uma questão de “tomarmos Viagra”. E se tivéssemos Viagra? Não é falta de energia. Mas nós não temos recursos. Vontade temos, não é uma questão de vontade ou disposição.

Mas vejo que há dois pontos em que discordamos. Primeiro, Mooney trata isso como uma coisa homogênea, e não é. Isso não ajuda. E o segundo ponto que penso ter descoberto, ele falou dos Estados Unidos, seu modelo são os Estados Unidos. Nós temos o mesmo problema, mas nós chamamos “imperialismo americano”. Então, não gostamos disso e o objetivo, a pergunta sobre ciências sociais, é o melhor método já inventado, mas não foi muito utilizado porque é caríssimo, é difícil e esse é o problema. E as perguntas que levantamos só podem ser respondidas via comparações. Mooney fala do capital estadunidense e nós sabemos da dominação. Só que, quando se sai dos Estados Unidos, aí muda. Esse é o meu

ponto, há países como a Suécia, que fazem as coisas de forma diferente. A Alemanha, obcecada com a idéia de que podemos fazer engenharia de pessoas, a idéia de Hitler. Na Inglaterra e nos Estados Unidos, já é diferente. Por isso, sua referência à Suécia foi boa e muitos de nós preferiríamos realmente viver sob a influência de multinacionais suecas ao invés de estadunidenses.

**Ricardo de Toledo Neder** – Gostaria também, em nome de minha participação na Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), Regional São Paulo, fazer um esclarecimento para a doutora Magda especificamente, mas extensivo aos convidados estrangeiros, de que a participação nos debates sobre a lei brasileira de biotecnologia e os debates que ocorreram no âmbito do Congresso tiveram, sim, uma participação da SBPC. Na ocasião, havia pelo menos três representantes das ciências sociais na diretoria da professora Glacy: Ana Maria Fernandes, professor Antonio Flávio Pierruti e professora Vilma Figueiredo, da Universidade de Brasília, que é especialista da área a que você se referiu. A sociologia da produção científica do Brasil, ramal do qual eu faço parte, está engatinhando e você tem razão nisso. A visibilidade no Congresso Nacional, quem teve foram os cientistas das biociências e não havia espaço no espetáculo montado dentro do Congresso para nós, se você entende o que eu quero dizer.

Outra observação que eu gostaria de dirigir à mesa é específica em relação ao diálogo da Comunidade Européia com a representação do ponto de vista dos Estados Unidos. Parece-me que temos aí um cenário interessante. Os Estados Unidos batem e a União Européia passa a mão na cabeça para acalmar os ânimos. Do ponto de vista de uma relação entre países em desenvolvimento, nós temos um conflito que é claro, não é só uma posição pessoal. Penso que temos aí uma perspectiva interessante, se me permitem a imagem que usei. Muito obrigado.

**João Steiner** – Para fechar a sessão, quero dar aos palestrantes a oportunidade de um último nanocomentário, iniciando com o professor Edmilson Lopes.

**Edmilson Lopes Júnior** – Eu só quero agradecer a oportunidade de ter participado desta mesa, juntamente com o professor Stephen Wood e Pat Mooney, e esperar que em outros momentos possamos continuar debatendo e conversando sobre essas coisas. Muito obrigado.

**Pat Roy Mooney** – Stephen J. Wood e eu concordamos quanto ao “imperialismo americano”, isso é bom. A realidade é que temos falado sobre dois tipos de nanotecnologia. Para a maior parte de nós, no dia-a-dia, a nanotecnologia tem sido



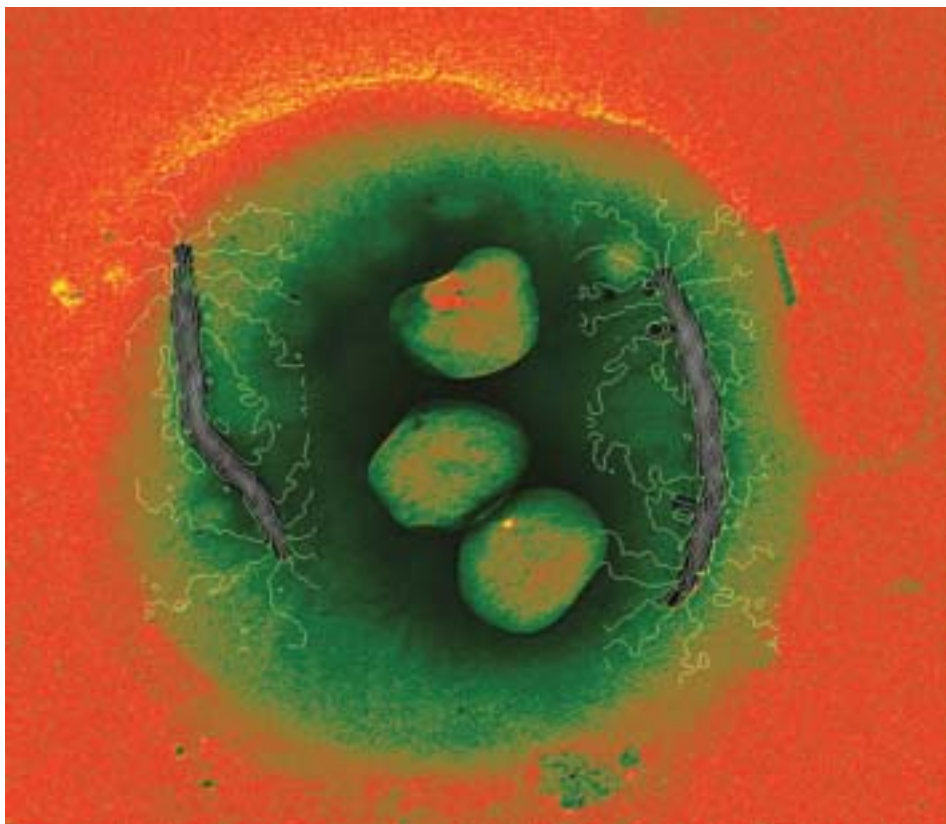
um ponto de convergência da física, química e biologia. Isso é verdade, pelo menos nos últimos quatro anos é isso. E me parece que as descrições que ouvimos são diferentes disso. Podemos chamar de diferentes coisas, mas eu acho que um dos paralelos entre nanotecnologia e biotecnologia é que a indústria constantemente tentou mudar o nome. Quando acham que o nome não é popular, passam para outro. E não funciona bem para eles. A indústria começou descrevendo seu trabalho como engenharia genética, usaram esse termo, depois viram que não era muito bom e mudaram para manipulação genética. Não funcionou e mudaram para organismos vivos modificados, e isso não funcionou também. Então, há uma mudança constante do nome e não importa se é nanotecnologia ou não. Estamos falando de convergência tecnológica e, aí, quem sabe possamos concordar mais.

Agradeço pelo convite e por me confrontarem com perguntas interessantes. Acredito que as ciências sociais, onde encontramos os problemas, onde localizamos os problemas, precisam de pessoas como Pat Mooney e outros cientistas sociais. E quero muito ouvir idéias com respeito a esse trabalho conjunto. Conforme já ouvimos, o Estado tem um papel limitado por causa das multinacionais e também devido ao “imperialismo americano”. Obrigado.



# SESSÃO 4

## NANOTECNOLOGIA, INOVAÇÃO E AGRICULTURA



Coordenador:

Magda Zanoni

Conferencistas:

Sílvia Ribeiro, Paulo Cruvinel, frei Sérgio Gorgen e Richard Domingues  
Dulley

*Key note:*

Paulo Roberto Martins

Os finos fios claros são linhas de campo magnético aplicado a uma célula bacteriana (Cambridge University)

# O impacto das tecnologias em escala nano na agricultura e nos alimentos

Sílvia Ribeiro

Vou dizer apenas algumas palavras sobre o que é o Grupo de Ação sobre Erosão, Tecnologia e Concentração (ETCGroup), ao qual pertenço. É uma organização da sociedade civil, internacional, pequena, com sede no Canadá. Nosso nome tem a ver com erosão, tecnologia e concentração. “E” de erosão genética, erosão ambiental, erosão dos direitos humanos, erosão dos direitos dos agricultores, desde as novas tecnologias e a concentração corporativa. O ETC atuava bastante na área de biotecnologia no passado, quando éramos o Rafi, nosso nome até 2001. Trabalhamos também no estudo dos impactos da concentração corporativa na sociedade. Nós temos monitorado o que as corporações têm feito nos últimos 20 ou 30 anos, em especial na parte de alimentos e agricultura.

A apresentação que farei foi elaborada por nossa pesquisa coletiva e depois transformada em dois relatórios: *Down on the farm – the impact of nano-scale technologies on food and agriculture*, sobre nanotecnologia em alimentação e agricultura, e *The big down: from genomes to atoms*, sobre as tecnologias convergentes. Esses relatórios estão disponíveis em nosso *website*<sup>1</sup>. A nanotecnologia não é uma tecnologia separada de outras. A maior parte dos impactos e perspectivas na nanotecnologia pode ser entendida muito melhor quando se fala de convergência de novas tecnologias, principalmente da nanotecnologia com a biotecnologia, a informática, a neurociência, a ciência genômica e outras. Pelos dados que temos, pensamos que esta vai ser uma grande mudança e que vai levar a grandes transformações no sistema de produção de alimentos e de agricultura. Nas próximas décadas, talvez daqui a uns 20 anos, a convergência de nanotecnologia com as outras tecnologias criará impactos muito maiores do que os da “revolução verde”, assim como novos debates sociais, especialmente a partir do impacto na alimentação e na agricultura, mas também acerca de outros aspectos, relativos à concentração corporativa e à utilização destas tecnologias, que vão mudar não só o modo de vida dos agricultores e camponeses, mas também a própria forma como se fará a produção e seu peso na sociedade.

Então, o que está em jogo? O que será afetado? O que está em jogo hoje, entre outras coisas, são US\$ 3 trilhões o valor atual do comércio global de varejo de ali-

---

<sup>1</sup> (N. Org.). Disponível em: <<http://www.etcgroup.org>> .

mentos (*food retail market*); o mercado de exportação de alimentos que está em torno de US\$ 544 bilhões é o meio de vida de cerca de 2,6 milhões de agricultores em todo o mundo, que não produzem alimentos só para si, mas para o resto do mundo também.

A nanotecnologia já tem uma profunda influência, no que diz respeito a agricultores pescadores e pastores. Quando Paulo Martins falou quem serão os atores, as pessoas mais envolvidas ou que deveriam estar envolvidas no debate, ele falava dos ambientalistas, dos sindicatos e outros setores. Eu fiquei um pouco surpresa com o fato de camponeses, povos indígenas e culturas locais, por exemplo, não terem sido mencionados. Pode ser que eles não sejam imediatamente atingidos, mas serão alguns dos grupos que certamente receberão o impacto de grande parte dessas tecnologias. Mais tarde, haverá também outros tipos de efeitos não previstos na sociedade em geral. Por exemplo, o uso de sensores na agricultura hoje: eles podem ser usados também em guerras, tanto para controle social como em espionagem. Então, se pensarmos como está a nanotecnologia hoje, na indústria dos alimentos e agricultura, muitos acham a mesma coisa que foi mencionada por Stephen Wood neste seminário, ou seja, que ainda não há muitos impactos em lugar nenhum. Richard Smalley, laureado com o Prêmio Nobel e uma das grandes referências na questão da nanotecnologia, disse ao *The New Statesman* há cerca de dois anos: “No final das contas, você não precisa ficar tão preocupado assim com segurança, porque nós não estamos recomendando que você coma coisas feitas com nanotecnologia”. Isso foi o que ele disse em 2003. Ele não sabia quantos elementos aplicáveis à agricultura já vêm sendo comercializados e não estão só no nível de pesquisas. Podemos comparar isso com outra declaração de Jozef Kokini, diretor do Centro para Tecnologia Avançada de Alimentos da Universidade Rutgers, que disse: “Todas as maiores corporações de alimentos têm um programa de nanotecnologia ou querem desenvolver um”.

A Universidade Rutgers é uma das universidades que colaboram com a Kraft Foods, uma das maiores corporações ligadas a alimentos, parte da Phillip Morris, hoje chamada Altria. Eles estão desenvolvendo o que chamam de “bebida interativa”. É uma bebida que tem átomos de várias matérias-primas em suspensão. O consumidor pega essa bebida, leva para casa, coloca em um aparelho similar ao microondas e em diferentes frequências de onda pode obter, com a mesma bebida, sucos de laranja, leite ou vinho. Isso é o futuro. Isso ainda não está no mercado, embora a Kraft Foods esteja prevendo o lançamento somente para daqui a dez anos, após serem feitos todos os testes de laboratório e depois de haver a aprovação dos órgãos que regulamentam esse tipo de alimento. Isso é o que se chama de alimento interativo.

Ao contrário dos que acreditam que não há produtos no mercado, há pelo menos 720 produtos no mercado que contêm nanopartículas ou que estão usando nanotecnologia de alguma forma. E nenhuma delas foi regulamentada, ninguém sabe que aquilo existe e é por isso que não é percebido. E 260 corporações relacionadas à agricultura e alimentos têm investimentos em nanotecnologia. Já termos nanopartículas fabricadas sendo aplicadas a produtos para a pele, por exemplo, em cosméticos e protetores solares. Já há nanopartículas jogadas em nossos campos, em defensivos agrícolas ou pesticidas e também em nossos refrigeradores, em aditivos alimentares em nanoescala. Nenhum governo desenvolveu um regime que regulamente a nanoescala ou os impactos dessas nanopartículas para a saúde. Alguns governos – na Europa, por exemplo, – já começaram a falar sobre o assunto, mas ainda não existe regulamentação a respeito em nenhum lugar do mundo.

Como eu disse, alguns dos produtos estão no mercado, já existem na área de alimentos, da agricultura. Em virtude disso, eles estão em nossa cozinha e também no meio ambiente. A atitude das agências regulamentadoras e da ciência que trabalha com isso é não cuidar desse assunto, não enfrentar os problemas que isso pode trazer. No entanto, as nanopartículas, não em termos da substância ou conteúdo da nanopartícula, mas, como classe, pode ser muito mais tóxica, justamente pelo seu pequeno tamanho. Um dos motivos é que elas acabam tendo uma superfície muito maior e isso promove uma reação química muito maior. Na verdade, o princípio de fazer catalisadores reside nisso, é reduzir o tamanho. Mais do que a substância que compõe a nanopartícula, o próprio tamanho da partícula já é algo que por si só tem conseqüências. A reatividade de uma partícula aumenta na medida em que ela fica menor, a reação é potencializada.

Existe hoje uma ausência significativa de estudos toxicológicos a respeito. Há três anos, a diretora do Centro de Nanotecnologia Ambiental e Biológica da Universidade de Rice ficou abismada ao observar que, em um campo em que há cerca de 12 mil citações por ano a respeito, não havia nenhuma avaliação de risco sobre as nanopartículas. Outra coisa que ela mencionou foi que os nanotubos, por serem parecidos com agulhas, são muito fortes e longos, e que poderiam atuar como asbestos ou como amianto. Essa foi uma das questões, uma pergunta não respondida. Outro ponto: a Universidade de Rice estava estudando ou levantando a questão de alguma coisa se associar à nanopartícula. Isso significa que, enquanto se usam nanopartículas nos alimentos e na agricultura para obter um certo efeito, esse procedimento pode, além disso, agregar bactérias que se introduzem no organismo ou produzir alguma coisa antes nunca vista. Desde 2002, quando isto foi dito, nós já vimos e conversamos em vários fóruns sobre outros possíveis impactos ambientais. Os estudos toxicológicos analisados nos últimos anos levantam a ban-

deira da preocupação. Não é que com mais toxicidade podemos ficar mais tranquilos, é o contrário. A maior parte de nós, nesta sala, provavelmente já ouviu falar do relatório da American Chemical Society sobre o experimento no qual foram colocadas nanoesferas de carbono em um tanque com peixes, no que poderia ser uma taxa normal de poluição industrial. E isso causou dano significativo no cérebro dos peixes em 48 horas. Neste ano, a Nasa reportou que os nanotubos de carbono injetados em ratos causaram danos significativos a seus pulmões. Na questão de saúde e segurança ocupacional, as autoridades do campo nos Estados Unidos relataram também danos nas artérias e nos pulmões de camundongos expostos a nanotubos. Extrapolando os dados, calculou-se que a quantidade usada foi equivalente à exposição de um trabalhador a esse tipo de partícula por 17 dias.

A Universidade de Rochester, nos Estados Unidos, descobriu que coelhos inalando certos nanoprodutos tinham aumentada a suscetibilidade a formar coágulos sanguíneos. Isso é importante porque inalar é uma das possibilidades a que os trabalhadores com nanopartículas estarão expostos. Mas quando você usa defensivos ou pesticidas agrícolas, você tem também possibilidade de contato com nanopartículas, por meio da inalação. Em 2005, a American Chemical Society emitiu um relatório que mostra que, em contato com o solo os *buckyballs* (nanoesferas de carbono) reúnem-se, agrupam -se e se dissolvem em água, e isto é relevante porque existem propostas de usá-los como fertilizantes. E eles disseram: “Não temos nenhuma explicação científica para isso. Não deveriam, mas se dissolvem em água, têm efeitos tóxicos para microorganismos do solo, e podem começar a escalar até se integra em à cadeia alimentar”.

É importante falar dos impactos ambientais e para a saúde, porque não foi mencionado aqui quais são as abordagens das nanotecnologias utilizadas na agricultura; uma das principais é que as nanopartículas podem-se tornar veículos usadas, por exemplo, como nanocápsulas) e podem mudar as propriedades dos materiais que as contêm. Os nanotubos, por exemplo, podem conter diversas substâncias e são usados na indústria farmacêutica e outras. O dióxido de titânio é usado como aditivo alimentar, mas há diversos outros exemplos. Outras formas são a utilização de nanocápsulas para aplicação controlada, mais rápida ou mais lenta, de substâncias. Ou a construção de híbridos de matéria viva e não-viva, que é a nanobiotecnologia e está sendo aplicada à área veterinária, além da área de alimentos e agricultura. Podemos também dizer que outra parte importante da abordagem se refere (eu não quero dizer sistemas de agricultura, porque não são *farm systems* mesmo) ao chamado *smart field*, “campo inteligente”, que tem a ver com sensores aplicados no campo agriculturável.

Tudo isso que eu mencionei aqui vocês podem achar com mais detalhes no *website* de ETC.



Então, uma das principais aplicações, que é encapsular substâncias diferentes, tem como objetivo controlar, em nível micro e, agora, nano, as nanocápsulas, que são simplesmente um invólucro que contém alguma coisa. Então, a cápsula se parte ou se desfaz com algum gatilho, que pode ser químico ou ambiental e, aí, age o tipo de nano ou microcápsulas desenhadas para, por exemplo, aplicação lenta. Isso se vê em cosméticos (mas também em pesticidas), que liberam, por exemplo, o retinol, durante 12 ou 24 horas. Isso seria uma liberação lenta. A liberação rápida é ao oposto: a cápsula se quebra e entra direto na folha de um vegetal. Isso é o que está sendo usado hoje em pesticidas, liberações específicas para veterinária e medicina, em que as cápsulas se abrem quando chegam a determinados tipos de tecido ou determinada parte do corpo. Às vezes, é com o calor do corpo, quando o corpo muda a condição de temperatura, ou pode acontecer com o pH. Também há a liberação por ultra-som e isso é preocupante, porque as cápsulas começam a quebrar quando aquecidas por um sistema de ondas de ultra-som à distância. Também temos liberação magnética e cápsulas de DNA, usadas em vacinas. E hoje isso já está em uso experimental em peixes.

Todas essas coisas fogem totalmente ao sistema de regulamentação que existe hoje. Eu vou dar um exemplo, este é para o Brasil e para muitas outras partes do mundo. A Syngenta – que não está aqui hoje, o que é uma pena, porque poderíamos discutir isso –, tem um pesticida chamado Karate. Se você for agrônomo, você conhece o Karate, com tecnologia Zeon. É um pesticida que já existia no mercado, mas foi manipulado para ser nanoencapsulado. A tecnologia Zeon é usada em agricultura, que depois vai para a produção de alimentos. O Primo Maxx e o Banner Maxx são usados para a grama, mas a tecnologia é a mesma.

E quais são as preocupações? É que, agora, temos muitas nanopartículas liberadas no meio ambiente, o trabalhador tem uma exposição prolongada. Quem sabe disso? Quem estuda isso? Haverá também outras ameaças a humanos e ao meio ambiente? Não sabemos. O que acontece com as cápsulas que não se abrem? O que acontece com o solo, o que acontece com as diferentes interações? Pesticidas em nanoescala, por exemplo, permanecem facilmente no resto da cadeia alimentar. Parte da partícula não é aberta. Será que essa partícula vai abrir dentro do seu corpo quando você comer o alimento? O que vai acontecer, não se sabe. No resto do mundo, a situação é a mesma, mas penso que os Estados Unidos são o país menos regulamentado. O que eles dizem na Environment Protection Agency (EPA), a agência de proteção ao meio ambiente, é que não existe necessidade de reexaminar o pesticida porque é a mesma substância química. Eles acham que o tamanho não é problema.

Um outro exemplo, em que um aditivo alimentar também passa por todos os sistemas regulamentares, é um produto da Basf, o licopeno sintético em nanoescala. O licopeno pode ser encontrado, por exemplo, em tomates, é um carotenóide usado como aditivo alimentar, porque muda a cor e pode aumentar o tempo de vida do produto em prateleira. E, de acordo com a Basf, aumenta também a biodisponibilidade. E isso já está sendo vendido. Não vamos perceber isso porque não está sequer no rótulo. Isso está sendo adicionado a sucos de laranja, de limão e já está sendo vendido sem passar por nenhum tipo de regulamentação. A mesma coisa para o Food and Drug Administration (FDA) dos Estados Unidos. Como a EPA, eles não acham necessária nenhuma aprovação especial porque a substância ativa já foi aprovada em outras fórmulas, em escala macro. A Kraft fez um consórcio para desenvolver nanotecnologia para alimentos, chamado Consórcio NanoteK. Esse consórcio trabalha com 15 laboratórios.

A questão da biologia sintética ou do que se chama de nanobiotecnologia, isso realmente terá um grande impacto. Um dos nossos painelistas mencionou uma área de grande preocupação: uma das aplicações dessa tecnologia, especialmente na área veterinária, vacinas contendo pedaços de DNA aderidos a nanocápsulas. Isso está sendo usado em trutas, por parte de uma das maiores empresas de piscicultura, que produz peixes confinados em tanques. Eles fazem o seguinte: pegam um pouquinho de DNA, montam uma cápsula com a vacina e simplesmente jogam dentro da água. Por ser DNA, o corpo do peixe absorve isso e, uma vez lá dentro, com o ultra-ssom, eles quebram as cápsulas. Então, quem sabe o que acontece com o resto, com aquele que não foi absorvido, que ainda está na água? Ninguém sabe o que acontece depois. Isso é muito preocupante, se você pensar na implicação de usar esse mesmo sistema que é totalmente invisível, por exemplo, em piscinas públicas. Já pensaram, colocar sabe-se lá que substância em uma piscina pública? E aqui entra aquele limite cinza entre os produtos comerciais e a guerra, o controle, substâncias que podem ser usadas para outros objetivos, para controlar pessoas ou para fazer as pessoas passarem mal com substâncias específicas. A bioguerra, as bioarmas são hoje um grande investimento dos governos. Nós não estamos falando de nada impossível. E isso tem sido usado, não só com o DNA, mas em outras formas, como meio de levar substâncias ou medicamentos a animais e a humanos.

Outra tecnologia chama-se *microfluidics*, são microfluidos. Fazem pequenos canais em nanoescala e passam cepas de DNA. É uma forma de diagnóstico. O uso é para diagnóstico, mas no caso dos animais, usa-se, por exemplo, para inseminação artificial de vacas etc. Fazem isso para selecionar o sexo do animal. Hoje já é possível aplicar o *microfluidics* para seleção de sexo, e uma empresa já faz isso. As vacas

podem ser inseminadas de uma certa maneira; para que nasçam só fêmeas ou para que nasçam só machos, isso já é controlável.

Outra coisa que eu gostaria de mencionar é o que chamamos de campos inteligentes (*smart field*). Isso é uma rede de sensores que monitora tudo, a umidade, a fisiologia, as doenças, do que quer que aquela cultura necessite. Isso vem da agricultura de precisão e já está bem desenvolvido, pelo menos nos Estados Unidos. E tende a eliminar os trabalhadores das fazendas e elimina tudo o mais. A Intel, por exemplo, já instalou um sistema assim em uma vinícola, no Oregon, que quase não tem mais pessoas no campo. É uma rede de sensores que consegue se comunicar, uns com os outros, por meio de nós por onde passa a informação. Esses nós chamados “motas”, são do tamanho de uma moeda, mas vão ser menores no futuro. Os sensores são invisíveis. O projeto que está no *road map* do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos sobre nanotecnologiae chama-se “Projeto do Pequeno Irmão”, (em vez de o “grande irmão”), para ter uma visão total do campo. Os sensores, combinados com conhecimentos genômicos da planta para perceber quaisquer modificações enviam informação por redes de satélite, que depois entram no computador. Hoje, só conseguem fazer isso para monitorar; no futuro (é o que estão desenvolvendo), pretendem fazer isso também para fornecer, por exemplo, pesticidas, nutrientes, o que for necessário. A Intel também está fazendo estudos etnográficos dos agricultores na vinícola, para que as máquinas possam agir como os agricultores em diversas circunstâncias.

No tema das *commodities* agrícolas, duas áreas que vão sofrer muito no curto prazo são o algodão e a borracha. O algodão, ou pelo menos parte dele, será substituído com relativa rapidez por fibras à prova de amassamento e de manchas. Quer dizer, você não consegue amassar nem manchar. Se você for ao Shopping Eldorado vai achar esse tipo de tecido em calças e camisas, porque ele já está sendo usado pela Lee, Levi’s, Dockers e diversas outras empresas. Em Brasília já existe uma empresa têxtil que quer aplicar isso no mercado brasileiro. Isso tem impacto direto nos agricultores de algodão. Hoje, existem cerca de 100 milhões de famílias de agricultores diretamente envolvidas na produção do algodão. A mesma coisa com borracha, é um grande mercado e também será substituído pela utilização de uma substância nanotecnológica com borracha muito mais resistente, algo como nanotubos aglomerados.

Pat Mooney mencionou o tema das patentes nanotecnológicas. Isso não somente dá uma forma renovada de poder monopólico às empresas, mas também abre novos aspectos da biopirataria. Na China, existe um só pesquisador que tem 900 patentes sobre plantas usadas na medicina tradicional chinesa, que é praticada por um quinto do mundo, porque ele diz que as formulou em nanoescala. É

outro exemplo do uso de patentes associado à nanotecnologia. Entre as nossas recomendações, talvez a mais clara que fazemos é que existe a necessidade de trazer a sociedade para esta discussão sobre os impactos, todos os tipos de impactos econômicos, de saúde, ambientais, sociais, os controles, a questão militar e muitos que já foram mencionados aqui. Pensamos que grande parte da regulamentação que se está debatendo em alguns países analisa de forma muito estreita a parte da segurança. As regulamentações que estão sendo desenvolvidas na Europa, que é o único lugar onde existem preparativos para algum tipo de regulamentação (eles também estão discutindo isso nos Estados Unidos, mas provavelmente vai demorar muito mais tempo), querem focar só se vai ser um problema para a saúde e o meio ambiente. Outros impactos mais amplos que possam existir, dentre os que foram discutidos aqui, não estão sendo incluídos. As organizações da sociedade civil, por exemplo, mas também associações, cientistas, precisam analisar todos os aspectos e discutir os impactos antes de a tecnologia chegar ao mercado. E já chegou lá; há mais de 700 produtos no mercado com nanotecnologia. Esse é o motivo pelo qual o nosso grupo pede uma moratória global a esse respeito. Não temos sequer protocolos de segurança para laboratórios e para trabalhadores das indústrias que usam nanotecnologia, e esses são os grupos que sofrerão de forma mais direta se as nanopartículas tiverem algum impacto à saúde. Mas esse não é o único grupo. Entendemos que isso não é uma onda tecnológica, é um *tsunami* tecnológico. Então, nós temos o direito de discutir todos os aspectos dessa tecnologia antes de ela estar presente em nossos alimentos, em nossos campos, em nossas roupas e outras coisas que usamos em nossa vida. Por último, quero falar a vocês sobre os documentos que publicamos na ETC sobre nanotecnologia. Aquele a que me referi chama-se *Down on the farm: the impact of nano-scale technologies on food and agriculture*. Foi publicado recentemente em português e conta com um capítulo sobre a situação do Brasil<sup>2</sup>. O segundo trabalho do ETCGroup que citei – *The big down: from genome to atoms* – também está publicado em português<sup>3</sup>.

Outro documento diz respeito à propriedade intelectual e se chama *Second nature patents*; o terceiro chama-se *Nanogeopolítica* e é uma visão geral, uma pesquisa sobre a questão da regulamentação e as discussões a respeito em todo o mundo. Tudo isso pode ser baixado diretamente de nosso *website* sem custo.

---

<sup>2</sup> (N. Org.). ETCGROUP. *Down on the farm: the impact of nano-scale technologies on food and agriculture*. Ottawa: ETCGroup, 2004. Edição em português: ETCGROUP. *Nanotecnologia: os riscos da tecnologia do futuro*. Porto Alegre: L&PM, 2005.

<sup>3</sup> (N. Org.). ETCGROUP. *Tecnologia atômica: a nova frente das multinacionais*. São Paulo: Expressão Popular, 2004.

## **A Embrapa, a Rede de Inovação e Prospecção Tecnológica para o agronegócio e a nanotecnologia**

Paulo Cruvinel

Gostaria de agradecer ao doutor Paulo Martins pelo gentil convite e também fazer uma referência ao meu colega, doutor Paulo Sérgio de Paula Herrmann Júnior, especialista na área de nanotecnologia. Eu diria até que a primeira publicação brasileira no segmento de nanotecnologia em agricultura encontra-se em um livro que foi publicado pelo Instituto de Estudos Avançados da USP, do qual o doutor Paulo Sérgio de Paula Herrmann Júnior é um dos autores. De certa maneira, ele trabalhou a prospecção em relação ao que vamos apresentar, no aspecto específico da nanotecnologia. Na verdade, o assunto que me traz aqui está conectado à Rede de Inovação e Prospecção Tecnológica para o Agronegócio, que foi concebida no âmbito do Fundo Setorial de Agronegócios. Um grupo foi constituído para dar forma a essa idéia, a esse trabalho da Rede de Inovação e Prospecção Tecnológica para o Agronegócio que, predominantemente, está focada no aspecto do desenvolvimento regional.

Basicamente, temos um quadro que apresenta um resultado recente, publicado em 2005 pelo MIT, mostrando um nanorotor com grande potencial, a partir da variação de um campo elétrico externo, trazendo, assim, uma série de oportunidades para o desenvolvimento de sensores ou mesmo biossensores, e assim sucessivamente. Mas o que nós vamos tratar aqui é a questão da inovação. Inicialmente, nós vemos que, quando se fala nesse binômio criatividade-inovação, faz-se uma pequena distinção entre essas coisas, dizendo que criatividade é pensar coisas novas e inovação é fazer coisas novas. É lógico que poderíamos inferir, inicialmente, que inovação depende de conhecimento. Portanto, a organização do conhecimento tem caráter estratégico para o processo de inovação. Então, essa rede de inovação que está em pauta trata predominantemente do aspecto da organização do conhecimento para a geração de novos conhecimentos, e certamente está nesse âmbito do agronegócio.

Observamos que a influência do fator inovação tecnológica para o desenvolvimento e a competitividade é hoje amplamente reconhecida. Quando falamos aqui de desenvolvimento, temos de chamar a atenção e observar que estamos falando de desenvolvimento sustentável, que é buscar garantia, às gerações futuras, de condições de desenvolvimento, senão iguais, melhores do que as que temos hoje. Então, temos aí o contexto do desenvolvimento. E a questão da

competitividade é um fator diferencial, porque hoje vivemos em uma situação de mundo globalizado, em que é importante pensar o local. É importante conhecer o que acontece de forma globalizada, até mesmo para buscar a opção certa entre o que fazer e o que adotar.

O interessante é observarmos que, entre o segmento de geração do conhecimento e de políticas públicas e o segmento dos demandantes, no qual está predominantemente a visão de mercado, existe um caminho que precisa ser trabalhado, que precisa ser construído. As pontes precisam ser construídas e, certamente, inovação é um desses caminhos importantes de serem utilizados, como algo que possa trabalhar essas componentes de sociedade de forma a se buscar um modelo de desenvolvimento de fato.

Nós vemos o Brasil com forte potencial na geração de conhecimento. Segundo dados oficiais da Fundação Coordenação e Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), temos a tendência de 6 mil doutores por ano. Esses são dados de 2004, nós temos de 2003 e também um pouco mais recentes, mas, de qualquer maneira, esses números têm ficado nessa ordem de grandeza, de 6 mil doutores por ano. Por outro lado, observamos a produção científica do Brasil representando, já neste momento, 1,5% do total mundial. O número de artigos publicados em revistas internacionais, indexadas, também vem crescendo. Observamos claramente que, nessa questão da produção científica, uma derivada positiva se apresenta. Mas será que só isso é suficiente? Temos de começar a fazer essas reflexões.

Fazendo uma comparação entre Coréia e Brasil – com os dados produzidos por diversos órgãos oficiais destes países –, com enfoque no conhecimento para geração de riqueza (e riqueza, aqui, vista como modelo, no sentido de que ela pode trabalhar as questões de melhoria das oportunidades), vemos que o Brasil, em termos de produção acadêmica, compara-se à produção científica da Coréia; pelo lado da produção de patentes, há uma diferença muito significativa. Em 2001, enquanto o Brasil tinha 110 patentes depositadas, a Coréia tinha 3.538; no ano de 2004, enquanto o Brasil estava com 221 patentes, a Coréia já tinha depositado quase 3 mil patentes. Por outro lado, quando olhamos a questão do contexto, do que se exporta, do que se trabalha, enquanto predominantemente no Brasil ainda vivemos um modelo de *commodities*, vemos a Coréia trabalhando fortemente com a questão da tecnologia. Penso que cabe aí uma reflexão muito significativa porque, quando estamos falando em agronegócio, em agricultura, em agropecuária, vemos que o modelo de agregação de valor ganha importância e precisa cada vez mais ser praticado. E ele está baseado fundamentalmente na questão do conhecimento.

Outro dado interessante diz respeito ao acesso à rede de banda larga: enquanto no Brasil cerca de 3% da população brasileira tem acesso à banda larga, na

Coréia 85% da população já tem acesso ao contexto de banda larga e internet. E há, ainda, as questões de renda *per capita*, etc. No que concerne à questão de onde estão as capacidades, as competências, a locação do capital intelectual para a geração de riqueza, no caso do Brasil, 65% está predominantemente no ensino superior, enquanto 27% nas empresas; no exemplo comparativo da Coréia, há uma inversão muito significativa: 58% está nas empresas, enquanto 31% está no ensino superior.

Quanto à questão dos recursos aplicados em ciência e tecnologia, dispêndio dos governos estaduais, o Brasil investe em torno de 1,4 bilhões (não incluindo recursos de ensino superior). Com relação à porcentagem dessas aplicações às regiões do Brasil, certamente a Região Sudeste tem um apelo maior, seguida do Sul, depois Nordeste, Centro-Oeste e Norte. A relação entre o que tem sido aplicado pelo governo estadual e o que tem sido aplicado pelo governo federal revela um destaque muito significativo para o Estado de São Paulo, que aparece com um aspecto bastante diferenciado, o que resulta muito impactante na conjuntura dos resultados.

Segundo dados são do CNPq (do Lattes), no que tange à distribuição dos grupos de pesquisa, há cerca de 19.470 grupos cadastrados, sendo 10.221 da Região Sudeste, organizados na base Lattes do CNPq. No concernente à distribuição dos pesquisadores por titulação e região geográfica, a Região Sudeste conta com um número de pesquisadores e doutores da ordem de 56%. Em relação aos centros de pesquisa e pesquisadores da Embrapa por região, podemos afirmar que na Região Sudeste encontram-se em média 369 pesquisadores. A Embrapa tem um total de 40 centros de pesquisa; no Estado de São Paulo há basicamente cinco centros de pesquisa.

Por outro lado, podemos refletir sobre os recursos aplicados de fundos setoriais, realizados entre 2003 e 2005, com um total global da ordem de 398 milhões em 2003, 619 milhões em 2004 e, até 30 de junho de 2005, 110 milhões de reais. A Região Sudeste novamente se destaca e, em seguida, as demais regiões, com seus projetos e recursos para o desenvolvimento. Na questão de potencial de inovação, usando dados do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), sobre os depósitos de pedidos de patente pedidos em 2001, verificamos que, novamente, a Região Sudeste destaca-se significativamente. O mesmo acontece na questão do registro de marcas e de pedidos de *software*.

Com relação a potencial de inovação, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) tem hoje um total de 682 projetos em desenvolvimento, sendo 27% da Região Centro-Oeste, 24% da Sudeste, 22% da Nordeste, 15% da Região Sul e 9% da Região Norte. Quando fazemos projeção de futuro, um dado



muito significativo é a questão do acesso ao ensino superior, da evolução do número de matrículas. Entre as várias regiões do Brasil, a Sudeste aparece em primeiro lugar, seguida da Região Sul; posteriormente vem a Região Nordeste, depois a Centro-Oeste e, finalmente, a Região Norte. Essa informação é muito significativa porque, quando se trata de uma discussão de modelo de sociedade, é fundamental olharmos a projeção de futuro. E, certamente, esse futuro, esse cenário a ser resolvido depende muito do que se organiza no presente.

Para nossas reflexões, podemos também construir um mapa da invenção. Esse mapa traz um indicador muito interessante que é o número de patentes por milhões de habitantes. Estados Unidos e Canadá lideram esse processo mundialmente. O Japão também tem um papel significativo nesse contexto de número de patentes por milhão de habitantes. Para os países em desenvolvimento, tais indicadores são extremamente baixos.

Trazendo para o tema do trabalho em curso, o agronegócio brasileiro representa algo da ordem de 25% do Produto Interno Bruto (PIB), contribuindo com cerca de 37% do total de empregos. Portanto, quando se fala de inclusão social, essa área é extremamente significativa. É a principal responsável pelo desempenho positivo da balança comercial brasileira. Por outro lado, quando observamos a participação do Brasil no comércio mundial, isso ainda é da ordem de 1%. E quando vemos o agronegócio brasileiro *versus* o agronegócio mundial, isso está na casa de 4%. Isso mostra claramente o quão significativo é o segmento e o quanto se tem, ainda, de espaço para crescimento, para desenvolvimento. Assim, se nos próximos 15 anos dermos um ganho de 5% nesses indicadores de participação do Brasil frente a esse cenário internacional, o que isso vai significar como impacto na sociedade, na contribuição do total desses empregos gerados? Será de extrema relevância e, por essa razão, torna-se absolutamente diferencial trabalharmos o contexto ciência e tecnologia na visão do agronegócio.

Vimos daquele tempo do carro-de-boi e da enxada; hoje deparamos com o uso da biotecnologia, com a questão da automação, com a questão de outras áreas do conhecimento, extremamente significativas, interfaces entre as áreas e, por que não, dentro do contexto, a própria questão da nanotecnologia. Quando olhamos a questão inovação, vemos que ela fundamentalmente depende de base de conhecimento, de trabalhar com inteligência estratégica e competitiva, este é o diferencial. Nós vemos que a gestão do conhecimento cria valor, concilia e potencializa frentes como o capital intelectual e a inteligência competitiva e tecnológica, lidando com uma enorme diversidade de informações e interpretações, valorizando o uso de conhecimentos codificados e tácitos, estimulando a geração de novos conhecimentos. Peter Drucker, que é um pensador muito importante, defendeu a idéia de que o que



distingue uma nação avançada de outra é exatamente a habilidade de coletar, organizar, processar e disseminar informações.

Por outro lado, é uma visão da United Nations Industrial Development Organization (Unido). E por que é que nós colocamos isso aqui? Exatamente para fundamentar o porquê de se trabalhar uma rede de inovação e prospecção tecnológica para o agronegócio. Na visão da Unido, a prospecção envolve a especificação de possibilidades de desenvolvimento tecnológico e viabiliza a percepção das demandas postas pela sociedade, permitindo, assim, estabelecer relações entre as possibilidades tecnológicas e as necessidades sociais e econômicas. Quer dizer, a visão de sociedade, aqui, é muito forte, apoiando-se na ação em rede de representantes de governo, academia e empresas, na construção coletiva de visão de futuro. Quer dizer, o trabalho com inteligência coletiva é fundamental na organização de modelos sustentáveis de desenvolvimento de sociedade.

E, aí, nós ousamos um pouco mais: além de trabalhar essas três componentes fundamentais de sociedade, nós trabalhamos também uma quarta componente ligada ao segmento “terceiro setor”, dada sua importância no desenvolvimento da sociedade. O terceiro setor tem um papel fundamental. Por isso, nós trabalhamos uma concepção que traz governo, academia e iniciativa privada, que é o setor produtivo, e o terceiro setor, em uma visão de sociedade, de gestão do conhecimento, de organização do conhecimento para a geração de novos conhecimentos, trabalhando a componente de inovação como diferencial para trazer e buscar uma aproximação entre o setor de geração do conhecimento e o setor produtivo.

Hoje, a macropolítica nacional de ciência e tecnologia para o agronegócio prioriza oito temas: 1) sanidade agropecuária e segurança do alimento; 2) acesso a mercados; 3) novas tecnologias de produto, processo e gestão; 4) produção orgânica de alimentos; 5) produção rural de economia familiar; 6) agronegócio em energia; 7) agronegócio em uso racional da água; e 8) tecnologias tropicais. A questão que a Rede de Inovação traz é exatamente rediscutir essa macropolítica, olhando as competências e os valores regionais. Será que todas essas grandes plataformas já satisfazem as realidades regionais do Brasil? Então, o trabalho em desenvolvimento vai às regiões, novamente se organiza uma discussão, faz-se uma prospecção de base, rearticula-se a macropolítica a partir das bases regionais.

Se, por um lado, temos avanço do conhecimento, altas tecnologias, ainda temos também problemas básicos de sociedade que precisam ser resolvidos. Então, a concepção de um trabalho dessa natureza não pode trabalhar com uma única componente tecnológica, técnica ou científica; ela tem de trabalhar fortemente também a questão de visão de sociedade, de tal forma que se busquem trabalhar todos os elos que compõem essa cadeia de desenvolvimento, em cujo processo o

indivíduo tem papel central. A própria questão de qualidade de vida é fundamental. Portanto, ciência e tecnologia é um binômio muito importante, é a grande plataforma de desenvolvimento. Mas ela tem de vir acompanhada desses paradigmas de integração de sociedade para que, de fato, os resultados gerados possam rapidamente ser incorporados à sociedade.

Além do mais, quando falamos em agricultura, em agropecuária, em agronegócio, falamos em algo que está além da questão alimentar. Hoje, há toda uma área ligada à saúde, fibras, químicos, a própria questão de energia. Hoje, nosso ministro da Agricultura tem como principal plano de governo a questão da agroenergia, dado o potencial que isso representa no país. Há também a questão de materiais fitoterápicos, e outras. Em contrapartida, o cenário do agronegócio é um cenário bastante complexo. Depende de uma série de variáveis, não só nos aspectos de sociedade, mas também de ambiente. Dessa forma, temos uma visão muito clara de que a competitividade se estabelece no trabalho, com todos os elos da cadeia. Não se trata de olhar somente a tecnologia ou como ela se desenvolve, mas sim como ela se aplica e como ela retorna valor ao próprio contexto de sociedade.

Na atualidade, temos também os paradigmas da sustentabilidade: é fundamental trabalhar a questão de qualidade de ambiente, garantindo que os recursos naturais estejam com a mesma condição de qualidade e também de desenvolvimento. Esse tipo de abordagem encontra apelo em uma visão de abordagem sistêmica que, basicamente, fundamenta os pressupostos do desenvolvimento sustentável. Assim, ao focar uma perspectiva de geração de inovações, temos de trabalhar uma estrutura que contemple o aspecto comportamental, o aspecto tecnológico, o aspecto organizacional e o aspecto institucional, sem perder de vista essa abordagem de ambiente, de sistema, que abrange os aspectos econômicos, os aspectos políticos e sociais e os aspectos ambientais. Está aí o novo perfil da sociedade. Hoje, temos a Agenda 21, a questão da qualidade, o Protocolo de Kioto, que está em pauta e é extremamente significativo, a questão da visão de otimização de risco, de trabalha-la *a priori* para a questão das aplicações e desenvolvimentos. A questão da força do terceiro setor, conforme mencionado.

Estes são os propósitos da Rede de Inovação e Prospecção Tecnológica: a criação de um ambiente colaborativo para maximizar a canalização de conhecimentos tácitos e explícitos das organizações, a integração de ações entre instituições do governo, setor produtivo, terceiro setor e comunidade de ciência, tecnologia e inovação. E, também, ser um uma fonte de dados e reflexões para subsidiar o comitê gestor do fundo de agronegócio e formulador de políticas públicas no estabelecimento de prioridades e iniciativas que pressuponham decisões de natureza estratégica e competitiva, dependentes de inovação e prospecção tecnológica. Tra-

balhar com visão de futuro, com construção de visão de futuro. Escolher o caminho adequado e o futuro que nós queremos construir, dada a importância que o segmento tem para o país, o quão relevante ele é. E, certamente, C&T é fundamental nesse contexto.

O trabalho desenvolve-se em três dimensões. Nós podemos imaginar três grandes pilares: *workshops* regionais para prospecção, estabelecimento de um portal corporativo com visão de *cybercultura*, estabelecimento de comunidades de prática, estabelecimento de redes de indivíduos e os núcleos regionais. O portal está disponível<sup>1</sup>, com artigos, *newsletters*, comunidade, diálogo *on-line*, publicações, regional, banco de competências, combinação automática entre oferta e demanda, e busca ser referência no segmento inovação tecnológica para o agronegócio brasileiro.

Cada região do Brasil terá um núcleo regional. Já está estabelecido o núcleo regional Sul; o Nordeste encontra-se em fase de estabelecimento; A seguir virão as Regiões Norte e Centro-Oeste, finalizando essa fase de implantação com a Região Sudeste. Os núcleos regionais estão focados na organização de observatório de prospecção tecnológica para o monitoramento do panorama regional da inovação tecnológica, funcionando como interlocutor para a articulação desses segmentos da sociedade: governo, academia, iniciativa privada e terceiro setor.

O primeiro *workshop* ocorreu em Londrina, no final de 2004, contando com 122 instituições participantes, sendo 39% da academia, 28% do terceiro setor, 22% da iniciativa privada e 11% do governo. Várias plataformas foram geradas, por exemplo: energia e agronegócio, envolvimento de biotecnologia e biologia molecular no aprimoramento genético e assim sucessivamente. Tivemos, em seguida, o *workshop* da Região Nordeste, com 114 instituições participantes, sendo 52% da academia, 23% do terceiro setor, 16% da iniciativa privada e 9% do governo. Estas foram algumas das plataformas: alimentos funcionais e biofármacos; aquíicultura e pesca; desenvolvimento de agroindustrialização e aproveitamento de resíduos; estudos ambientais com ênfase na recuperação de áreas degradadas e otimização de recursos hídricos; fontes renováveis de energia; inovação e validação tecnológica para produtos e processos no semi-árido e áreas úmidas, estratégias de convivência; produção orgânica e agroecológica, entre outras. No encontro da Região Norte, tivemos 98 instituições participantes, sendo 37% da academia, 24% do terceiro setor, 23% da iniciativa privada e 16% do governo. A partir daí, busca-se levantar os assuntos críticos para o desenvolvimento regional, as prioridades, e então se

---

<sup>1</sup> (N. Org.). Disponível em: <<http://www.ripa.com.br>>.

elencam as grandes plataformas. Exemplos de plataformas: desenvolvimento de sistemas agropastoris; desenvolvimento de ambiente econômico e agroecológico; desenvolvimento de manejo de culturas florestais e nativas e plantadas; mudanças climáticas, seqüestro de carbono e redução de emissões; produção orgânica e agroecológica de alimentos.

A partir desse conjunto de plataformas e buscando a visão prospectiva da nanotecnologia, em que a nanotecnologia poderia ser importante para essas plataformas regionais? Pensando nisso, tivemos uma interação com o doutor Paulo Herrmann e, a partir daí, organizamos algumas questões ligadas a nanotecnologia e prospecção regional. Porque, para cada plataforma daquelas, todo um conjunto de métodos, meios, organização de base para a construção é estabelecido. A disponibilidade pessoal, a interatividade entre instituições, entre regiões, a necessidade de consultores internacionais. Estabelece-se, enfim, um desenho para a materialização dessas realidades, baseando-se no que temos de mais rico no país, que é a nossa diversidade. Trabalhar com a cultura, a diversidade, os diferentes biomas, trabalhar a partir da base regional, a macropolítica nacional por segmento, com estrutura de base e gestão do conhecimento e estratégica para a efetivação dessas plataformas.

Vou-me referir rapidamente a uma linha de sensores de gases. Este trabalho é do doutor Paulo Sérgio de Paula Herrmann Júnior, com nanotecnologia, nanofibras como sensor para vapor d'água. Outro trabalho desenvolvido pela Embrapa, pelos doutores Henrique Capparelli Mattoso e Antonio Riul Júnior, diz respeito à língua eletrônica.

Em termos de prospecção em nanotecnologia, a partir das grandes plataformas regionais e partindo daquele grande conjunto de plataformas, poderíamos ter o seguinte: desenvolvimento de processos de fabricação de células de energia decorrentes do uso de biomassa em escala nanométrica. A própria política atual, priorizada pelo ministério é a agroenergia. Desenvolvimento de nanocápsulas revestidas com DNAs específicos para sanidade animal e vegetal. Isso também tem um apelo muito significativo dentro do conjunto de plataformas que se apresentaram. Desenvolvimento de sensores para gases, água e qualidade ambiental com base em nanofibras condutoras e nanotubos de carbono.

No Mato Grosso do Sul, temos um problema com a questão da aftosa, que apareceu lá. Precisamos identificar qual é a origem desse problema. Há um apelo bastante significativo também no que tange ao desenvolvimento de produtos químicos biodegradáveis projetados molecularmente. Estamos falando em questão de sustentabilidade. Direcionamento de gênese e drogas com finalidades específicas, para animais. Temos aí o problema da gripe aviária, que está presente no mun-

do, o problema da vaca louca. Como é que o Brasil está se preparando para essas realidades? O Brasil é uma área livre de terrorismo, mas hoje se fala em agroterrorismo e bioterrorismo. Como é que nós estamos preparando as nossas bases para enfrentar essas realidades?

Duas características de base que eu vou destacar: a primeira é estabelecer competências, fundamentar o trabalho com formação de pessoal. Nanofibras e nanotubos de carbono. Treinamento na nanomanipulação. Biosensores. Particularmente, dadas as características das plataformas regionais, a ênfase é no trinômio alimento-nutrição-saúde. Certamente, a segunda característica, que é a construção de modelos para a busca de recursos, também é fundamental. Fundos setoriais, ações transversais, articulação de parcerias público-privadas. É fundamental, nesse contexto, para que se possa trabalhar o ambiente de geração, o ambiente de produção.

Aspectos relevantes: incongruência entre o volume de produção científica e a escassez de inovações. A expansão do conhecimento não é proporcional ao aproveitamento econômico desse conhecimento. Portanto, esse é um gargalo do processo. Cultura de propriedade intelectual incipiente. O conhecimento como fonte de geração de inovação e de riqueza necessita, antes de qualquer coisa, estar protegido. Essa situação vem sendo alterada, mas ainda precisa de estratégias de base e organização da sociedade para que isso, de fato, possa ter ganho em escala. A reputação, a notoriedade do pesquisador parece ser mais importante do que o benefício social da exploração comercial do objeto da patente. Então, a responsabilidade social aqui é essencial. As bases de consciência, a ética, merecem uma reflexão. E, finalmente, ampliar o incentivo à cultura, para a fixação de doutores e empresas, expectativa de mudanças com a Lei de Inovação, que foi publicada, e também a sua interatividade com a sociedade. Como é que nós estamos trabalhando esse modelo de interatividade com a sociedade? Também é outro gargalo do processo e é extremamente importante porque só se muda um paradigma quando se incorpora cultura de fato, na sociedade. Então, isso é fundamental.

# **Inovações tecnológicas, desenvolvimento científico e o modelo agrícola brasileiro: a visão da agricultura camponesa**

Frei Sérgio Gorgen

Nós vivemos essa enorme contradição: o debate público sempre vem muito atrás do planejamento estratégico das empresas. Quando nós nos damos conta do que está acontecendo, já não há mais muito a fazer senão engolir ou agüentar as conseqüências. Não temos a mínima possibilidade de definir quais os rumos, quais os destinos, quais as utilidades práticas que poderiam ser úteis para nós com as inovações tecnológicas e com o desenvolvimento científico.

Antes de entrar na temática, quero explicitar a partir de que enfoque vou tratar o assunto. Não tenho nenhuma experiência acadêmica, nenhum vínculo com a academia, minha vida toda foi vinculada aos movimentos sociais. São quase 30 anos de militância e estudo relacionados à agricultura, à agricultura camponesa, à questão social da terra, à questão agrária e à questão agrícola. Conhecimento vindo muito mais da experiência, mas também de intensa tentativa de compreensão teórica do que se passa. Nosso debate a respeito da ciência, da tecnologia, das inovações tecnológicas se dá a partir do enfoque dos pobres do campo, os camponeses, os índios, os pescadores, aqueles que normalmente têm muito pouco espaço na ciência, na tecnologia, nas universidades, no debate público, mas colocam a comida na nossa mesa: a maior parte da comida que todos comem vem da produção de algum camponês. Vem muito pouco do grande agronegócio. É a partir desse enfoque que eu gostaria de falar, com a humildade de quem não domina os conceitos da forma que a academia os formula, mas nem por isso de forma inferiorizada; quero falar de igual para igual com vocês.

Penso que há dois movimentos na sociedade contemporânea extremamente danosos para a ciência e para a agricultura, principalmente para a agricultura camponesa, mas para a sociedade como um todo. O primeiro deles é a privatização e a mercantilização da ciência, o segundo é a aplicação científica e a tecnologia, muito mais. Se ainda há um debate acadêmico, se a ciência é ou não é neutra, é um debate que eu não sei se algum dia vão resolver. Agora, com certeza, a aplicação da ciência não é neutra. Disso não há dúvida: ela é uma aplicação de classe para atender a interesses de classe. Então, podemos discutir se a ciência é neutra, não precisamos discutir se a tecnologia é neutra. A tecnologia não é neutra. A tecnologia certamente é uma seleção do conhecimento científico a partir de interesses predominantes na sociedade. Isso é um debate interessante para fazer e tanto as pre-

senças como as ausências são importantes nisso. Normalmente, estamos muito ausentes no debate, mas, em alguns momentos, a Syngenta prefere ficar ausente do debate, como acontece neste momento.

Contudo, a gravidade da privatização e da mercantilização da ciência deve-se ao fato de ela vir em um momento da História, da grande oligopolização da economia. Portanto, a apropriação, a privatização e a mercantilização da ciência se dão por uma pequena quantidade de grandes grupos privados que dominam a economia. E isso afeta a agricultura de maneira drástica.

Antes de falarmos de nanotecnologia, que é um tema novo para nós, estamos procurando entender, procurando estudar. E se para quem é da área há vários “nós” na cabeça para entender essa convergência de conhecimento científico e de aplicações tecnológicas, imaginem para quem é dos movimentos sociais, com uma formação básica razoavelmente precária dos conhecimentos de ciência. Minha formação acadêmica é na área das ciências humanas. Depois, pela prática, estive em contato com o conhecimento da área da agronomia, das ciências sociais, da veterinária. No entanto, vocês não imaginam como é difícil chegar a um grupo de camponeses e explicar a eles o que estamos falando em nanotecnologia, se eles nunca viram sequer um microscópio, nunca tiveram contato com um dos principais instrumentos para fazer a manipulação das partículas subatômicas. É muito difícil. Portanto, precisamos discutir em que sociedade estamos e de que forma poderíamos debater a aplicação de novas tecnologias com a sociedade de maneira mais autêntica.

Um outro elemento basilar do meu pensamento é que entendo que a sociedade como um todo – e a academia de um modo especial – ainda é escrava de um paradigma científico que não leva em conta o conjunto dos processos vitais que se desenvolvem no cosmos. Nós somos escravos de um paradigma científico nascido com Descartes, com a ciência moderna, que trabalha a segmentação do objeto e pouco a capacidade de interação entre os vários fatores, especialmente quando falamos da questão ambiental, da natureza ou do cosmos, como um todo. E a nanotecnologia é uma espécie de radicalização de uma ciência de segmentação do objeto, assim como a biotecnologia, da forma como ela está sendo aplicada. Por meio de um gene, imagina-se que é possível resolver um conjunto de problemas. Resolve-se um problema da indústria química, mas cria-se um enorme conjunto de problemas para a produção agrícola e para a relação com a natureza. Então, há um problema de paradigma científico que também precisa ser colocado, é uma questão prévia, uma questão epistemológica que tem de ser posta antes de entrarmos nesse debate. Por isso, um elemento fundamental da ciência, do conhecimento, sempre é o elemento crítico. Penso que nós somos caudatários em demasia do positivismo, que erige a ciência em uma espécie de religião. Muitas ve-

zes, pelo fato de ser frei e pertencer a uma ordem religiosa, ao fazer certas críticas ao entusiasmo dos aplicadores da ciência, ouvimos que estamos na Idade Média e que estamos fazendo um questionamento da ciência a partir de uma ótica religiosa. Mas há concepções que parecem muito mais dogmáticas e doutrinárias do que muitas concepções religiosas.

Tendo isso como parâmetro inicial, gostaria de colocar um outro aspecto, um aspecto histórico. Os últimos 55 anos de nossa agricultura – e por isso eu tenho sido um crítico da Embrapa, porque a Embrapa é uma referência, mas não só a Embrapa, a academia de modo geral – apontam para a adesão a novos modismos, mas antes de aderirmos a novos modismos, deveríamos fazer uma avaliação séria, um balanço crítico dos últimos 55 anos da “revolução verde” no Brasil. Esse balanço não está feito, a academia não fez. Nós, da Via Campesina, fizemos recentemente um estudo coordenado pelo professor Horácio Martins de Carvalho<sup>1</sup>, e encontramos poucos trabalhos com uma avaliação crítica desse período da agricultura. E novas coisas são feitas, e há promessas de que, “agora sim, vamos acabar com a fome”, “agora sim, vamos resolver os problemas ambientais”. E são os mesmos que criaram e mantiveram a fome, que destruíram as sociedades rurais, que arrebentaram, literalmente, nosso meio ambiente rural nestes últimos 55 anos.

Quando eu era moleque, meu finado avô dizia que dois bandidos iam acabar com o Brasil. E eu pensava: “O vô está ‘bilé’”. E perguntava: “Vô, quais são os dois bandidos?” “O trator de esteira e a moto-serra.” O “vô” estava certo. Inclusive, quando a Apollo XI foi para a Lua, ele disse: “Desceram em algum lugar por aí e fotografaram e filmaram. Não foram para a Lua, não.” E, agora, estão dizendo que não foram para a Lua, que desceram no deserto do Texas. Até porque, aquela bandeirinha tremulando, quando dizem que não há vento na Lua, é uma coisa impactante mesmo. Não vou entrar nisso, estou fazendo pilhéria. Mas nós achávamos que o “vô” estava “fora da casinha”, e o “vô” estava certo quanto aos dois bandidos que poderiam destruir o Brasil. Eu estou falando de dois instrumentos técnico-mecânicos fundamentais; mas temos de discutir de que maneira foram utilizados.

Precisamos fazer um balanço crítico disso tudo. E um balanço crítico num momento em que a gripe do frango arrasa criações no mundo inteiro. Em um momento em que doenças como a vaca louca não conseguem ser resolvidas. Em um momento em que doenças como a da língua azul, que estava nos Estados Unidos, já está chegando à Europa e logo vem para cá, porque é o modelo produtivista, de produção intensiva, com agrotóxicos aos montes, com anabolizantes aos montes,

---

<sup>1</sup> (N. Org.). CARVALHO, Horácio Martins de. *O campesinato do século XXI*. Petrópolis: Vozes, 2004.



com hormônios de crescimento aos montes, com redução da base genética cada vez maior, com redução da capacidade de resistência, da imunidade. A própria imunodeficiência humana, cada vez maior. De onde vem isso? E vamos além: eu estive visitando criações de suínos e constatei que, se os agricultores, quando criam o leitão, se não derem antibiótico na ração, o bicho “encrespa” e morre. E nós estamos comendo essa carne. Mas está-se produzindo um vírus super-resistente, e amanhã ele lhe derruba. Amanhã, o antibiótico na ração não vai mais resolver. E é disso que estamos falando e tínhamos de falar disso antes dessas fabulosas e extraordinárias possibilidades que os mesmos que fizeram isso estão promovendo. Um exemplo na produção vegetal: não há solução para a cigatoca negra da banana, não há solução para a vassoura-de-bruxa no cacau, nem para as ferrugens da soja, nem para o cancro cítrico da laranja. A única solução é cortar, acabar. É a agroecologia que está encontrando soluções. E agora? Vamos parar e pensar: seca na Amazônia? Seca, estiagem, na Amazônia? Aí, dizem-nos que não tem nada a ver com a soja na Amazônia, nem com o desmatamento. Não tem nada a ver. Tem a ver com a menstruação das borboletas.

Desse modo, nós teríamos de pensar as novas tecnologias, e nosso entusiasmo com elas, à luz da perda de base genética que tivemos, da perda da qualidade ambiental, da deterioração das condições sociais, da deterioração das condições de saúde, da fome que continua. Nas contas que eu conheço, são 53 milhões de famintos no Brasil (se bem que cada um tem o dado de acordo com seu interesse, não é?) Entendo que, se quiséssemos pensar o futuro e o uso de qualquer conhecimento científico e instrumento tecnológico, e orientar pesquisa – e na minha opinião existe pouca pesquisa, pouca ciência –, eu diria que, hoje, nós precisaríamos de três grandes critérios orientadores: meio ambiente, saúde humana e combate à desigualdade social. E isso também para analisar a biotecnologia e as nanotecnologias, sem excluí-las do nosso horizonte de instrumentos a serviço da humanidade. Pesquisar muito mais a forma de utilizar.

E o método? Em termos de método, humildemente eu sugeriria cinco elementos. A primeira coisa que nós precisaríamos ter é um debate público. Nós estamos em grupos pequenos e temos de ampliar esses grupos de debate. Ainda somos poucos, mas os setores da mídia já começam a informar e, amanhã, haverá um pouco mais. Acho que nós deveríamos ser capazes de fazer. Talvez seja difícil, porque os interesses das indústrias vão operar poderosamente para que não haja debate público, como fizeram com os transgênicos. Eu moro em um assentamento junto com outros colegas, confrades meus, e trabalhamos, produzimos. Eu produzo pouco porque não paro, vivo correndo o mundo. Mas meus colegas produzem. Eu chego em casa com o bolso cheio de sementes e eles cultivam. Eu dou

muito palpite, muita idéia e recolho e procuro sistematizar, escrever, anotar, muito do que eles fazem, muitas observações. Nós temos desde o horto medicinal até irrigação por gotejamento, com retenção de água de chuva. Recuperamos mais de 40 variedades de sementes de feijão, algumas delas quase perdidas. E assim foi com o milho, trigo e tantos outros. E onde eu moro estou vendo várias conseqüências dos transgênicos, mas isso não consegue ir para a mídia, nem para o debate científico nem para a pesquisa científica. E toda a ciência começa com a observação empírica, não é? O primeiro passo da ciência é a observação empírica.

Segundo, transparência de informações. O máximo de informação, em linguagem acessível, de forma transparente. Não fazer um debate público, como fizemos com os transgênicos, de um lado e de outro, como se houvesse os moderninhos e os atrasados, como se houvesse os pró-ciência e os anticiência, que a gente pudesse fazer de outra forma. Acho que é muito importante a academia, nisso.

O terceiro, a previsibilidade sobre os impactos. Se é ciência verdadeira, tem de ser capaz de prever os impactos, sejam sociais, ambientais, para a saúde etc.

O quarto ponto, as normas. Precisamos ter normas de biossegurança. Mas não basta ter normas de biossegurança, nós precisamos construir uma cultura de biossegurança. Nós vivemos em sociedades complexas, em que a vida está ameaçada e, portanto, temos de criar uma cultura de que é esse o tipo de sociedade na qual estamos. E que, portanto, biossegurança passa a ser algo fundamental para nós. Quem se preocupava com a obesidade, há algum tempo? Agora, temos de passar a nos preocupar, porque ela é um fator de deterioração da qualidade da saúde. Quem se preocupava com fumo, há 40 anos? A não ser meia dúzia de malucos, que nos alertavam que podia haver problemas. Foram precisos 30 anos para ver, comprovar, constatar que os problemas são esses e mais esses. E agora, fazer parar de fumar, ou então explicar para os 200 mil produtores de fumo do Sul do país, com os quais eu convivo e trabalho, que cada produtor de fumo mata um fumante por ano no Brasil. São 200 mil que morrem em conseqüência do fumo no Brasil. E com que direito eu chego para o camponês que foi induzido a fazer isso e digo que ele é um assassino? Não é ele, mas alguém é. E são só quatro grandes conglomerados que produzem fumo no Brasil. Aliás, não existe “Embrapafumo”, porque não precisa, a indústria faz tudo. Se a Embrapa não se cuidar, não vai existir Embrapa para nada, porque a indústria vai tomar conta de tudo. Só vai usar o material genético que ela preparou durante muitos anos, colocar um transgênico dentro. Eu estou sendo polêmico porque vocês são referência e, como referência, têm de cuidar o que referenciam. Mas eu podia dizer a mesma coisa de outros setores da academia.

Precisamos criar uma cultura de biossegurança, e há um elemento da biossegurança que é o que mais apavora a indústria: na concepção de bioética correta,

séria e de biossegurança, o ônus da prova compete ao proponente. Não sou eu, cidadão comum, sem os meios adequados de pesquisa, que tenho de provar que algo poderá me fazer mal para, então, dizer e justificar publicamente que não vai fazer mal. O que propõe tem de me dar essas garantias. Por isso, não é estranho que a Monsanto tenha preferido investir US\$ 10 milhões para impor duas medidas provisórias e uma lei de biossegurança ao invés de fazer um estudo de impacto ambiental e mostrar para nós: “Está aqui o estudo, está tudo tranquilo, não se preocupem, podem comer, podem consumir”. E agora, não rotulam, têm medo de rotular. Se fosse tão bom, por que não rotulariam, dizendo: “É bom, comam, não tem problema”. O que mais preocupa na biossegurança é isso: caberia à Kraft Foods dizer que esse líquido disforme que você coloca em um acelerador de nanopartículas e que poderá ser uísque para uns e café para outros, com o mesmo líquido, não irá fazer mal a ninguém. Cabe a eles, antes de colocarem no mercado eles têm de mostrar e provar. Mas, normalmente, não há nenhuma transparência. Há é muita propaganda.

Eu falei sobre quatro: debate público, transparência, previsibilidade, normas e cultura de biossegurança. Este é o quinto: o impacto nas comunidades. Mas ao dialogar com as comunidades, qual é o impacto que elas vão ter? Qual é o impacto para o campesinato? Eu, por exemplo, diria assim com certeza: se eu achar que as aplicações nanotecnológicas vêm para servir de arma para as empresas, para destruir o campesinato, sou inimigo. Significa ser inimigo do conhecimento científico? Não. Significa ser inimigo da empresa que vai estar usando uma arma para destruir os camponeses. E por que os camponeses são importantes? Para vocês. O camponês preserva a biodiversidade. O camponês não vai vir à cidade, ter um filho que vai virar bandido e ameaçar vocês; ele vai ficar na roça, trabalhando, e vai produzir um alimento de qualidade para vocês. Vai prestar vários serviços ambientais que vocês, aqui na cidade, não podem prestar. O que nós não podemos mais fazer é transformar a tecnologia em uma arma má e sofisticada na mão do mesmo bandido, que é o que tem acontecido, muitas vezes, com as inovações tecnológicas nas mãos dos grandes grupos econômicos, nas mãos das grandes multinacionais.

Desculpem-me se fui um pouco forte ou drástico demais; talvez em outro momento pudesse falar de outras coisas bonitas; mas, diante disso, acho que o que temos a fazer é tomar pé do que realmente nos toca, enquanto responsáveis por nossa vida e pela vida de nossos irmãos.

Por último, agradeço o convite que foi feito à Via Campesina para estar aqui e ao doutor Paulo Roberto Martins por esta possibilidade de participar de um debate tão rico, um debate que se está recém-iniciando no país.

# Nanotecnologia e agricultura: algumas considerações

Richard Domingues Dulley

Na condição de membro da Rede Nacional de Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (Renanosoma), venho pesquisando há cerca de um ano e meio, basicamente na internet, *sites* relacionados com as nanotecnologias de modo geral e mais especificamente com o setor agrícola ou, como hoje em dia a maioria prefere chamar, o agronegócio. Ao pesquisar na internet no início de 2004 o tema agricultura e nanotecnologia, pude constatar que só havia disponíveis dois ou três documentos de caráter geral.

O primeiro impacto que tive ao dar início a minhas pesquisas na internet no campo das relações entre nanotecnologias, sociedade e meio ambiente e, em seguida, entre nanotecnologias, inovações e agricultura, foi a tremenda disparidade quantitativa e qualitativa em termos de documentos existentes e disponíveis no Brasil e nos países do Primeiro Mundo. Isso ocorre em relação aos *sites* que disponibilizam informações de caráter mais técnico e também com os relacionados aos possíveis impactos positivos e negativos dessas tecnologias sobre a natureza, ambiente, meio ambiente, e especialmente os seres humanos, além, evidentemente, de todas as demais espécies, ou seja, sobre a vida.

No Brasil, pude constatar que os documentos disponíveis em *sites* na sua maioria encontram-se num estágio em que procuram demonstrar o que está sendo feito no país para que este não fique para trás, do ponto de vista tecnológico, em relação aos países do Primeiro Mundo. Em português, poucos são os que apresentam elementos que permitam aos consultantes compreender a dimensão, a profundidade e o caráter extremamente revolucionário da nanociência e das nanotecnologias.

Já nos países mais desenvolvidos do mundo, são numerosos os *sites* que apresentam um significativo volume de informações de caráter técnico e também os de organizações não-governamentais que colocam posições a favor, contra ou de equilíbrio, propondo uma nanotecnologia responsável. Numerosos documentos, principalmente relatórios substanciosos de organizações públicas e privadas de expressão, constituem um imenso volume de informação sobre o tema, que pode ser acessada e estudada.

Quanto ao setor agrícola, que constitui a minha área de interesse, em nível nacional são reduzidíssimos os *sites* que tratam do tema e/ou relatam pesquisas, sendo o mais conhecido e quase único o chamado “Língua Eletrônica”, desenvol-

vido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e destinado a provar cafés.

Existem *sites* com documentos do Ministério de Ciência e Tecnologia do Estado brasileiro que procuram relatar as providências que os sucessivos governos têm tomado para que o país não fique atrasado nesse campo da ciência. Podem-se encontrar referências também a umas poucas empresas que estão buscando inserir essas tecnologias em seus produtos ou utilizam produtos nanotecnológicos.

Entretanto, mesmo nos países mais desenvolvidos o setor agrícola ainda se encontra num segundo plano ou com nível de conhecimento e de reflexões um pouco defasado em relação a aplicações mais imediatas das nanotecnologias.

Essas verificações feitas quanto ao atual nível de conhecimento/desconhecimento que se tem em relação às nanotecnologias e suas possíveis aplicações referem-se apenas a pesquisadores/professores e/ou grupos sociais que, por motivos profissionais, quase necessariamente estão ligados e atentos ao que está acontecendo no campo da tecnociência; o nível de informação do público em geral sobre as nanotecnologias no Brasil pode ser considerado reduzidíssimo e, no caso da agricultura, dos produtores rurais, sejam grandes ou pequenos, é quase inexistente.

O Brasil vive atualmente um “boom” dos agronegócios. Os fundamentos tecnológicos da quase totalidade das atividades agrícolas brasileiras em sua maior parte dependem dos denominados insumos modernos, entre os quais destacam-se os agroquímicos. Esse sistema de produção funda-se em grande parte no uso de agroquímicos, motomecanização, irrigação, hormônios de crescimento, antibióticos, etc. e foi dele que decorreram impactos ambientais negativos, provocados pelo uso abusivo e/ou incorreto.

Essa base tecnológica foi gerada, construída e implantada com subsídios financeiros do Estado a partir da segunda metade do século XX, e promoveu significativos aumentos da produtividade e produção agrícola no mundo.

A produção agrícola com a utilização de sementes e animais resultantes da engenharia genética provocou uma reação negativa por parte de grupos de consumidores e setores organizados da sociedade em muitos países do mundo.

A predominância mundial, por duas ou três décadas, da denominada agricultura convencional, que utiliza a tecnologia moderna já gerada e disponível, pode-se considerar ainda indiscutível.

Foi nesse contexto que focalizamos a questão da “agricultura inteligente”, tema que os agricultores brasileiros de modo geral poderiam considerar prematura, mas que a médio e longo prazos definirá os caminhos a serem trilhados pela sua produção agrícola em função das tecnologias adotadas e da importância relativa adquirida por cada sistema no mercado.

Consideramos, então, oportuno levantar para debate com agricultores e público em geral o fato de que, paralelamente às pesquisas desenvolvidas no âmbito da tecnologia moderna, há pesquisas em andamento que estão gerando tecnologias em escala nanométrica deles totalmente desconhecidas<sup>1</sup>. Algumas estão sendo desenvolvidas no presente (mas só poderão apresentar resultados práticos em curto e médio prazos), e outras, ainda incipientes, mas mais revolucionárias, produzirão resultados apenas no longo prazo.

Creio que é esta a essência deste Segundo Seminário Internacional sobre Nanotecnologia, Sociedade e Meio Ambiente, em especial no campo da agricultura: despertar o interesse e procurar esclarecer agricultores, trabalhadores e consumidores sobre os mais recentes avanços tecnológicos e seus possíveis impactos.

No Brasil, atualmente a maioria dos produtores agrícolas adota o sistema de produção da agricultura moderna. Esse sistema, dada sua dominância, dimensão, eficiência e grau de crescimento nas últimas décadas, goza da mais ampla confiança da classe e ocupa posição bastante segura e duradoura no seu imaginário. Creio que o mesmo esteja ocorrendo no contexto da produção agrícola mundial. Esse sistema, no Brasil e fora dele, está acoplado a um mercado de insumos bastante expressivo.

Os problemas que esses agricultores enfrentam no dia-a-dia da produção e comercialização obrigam-nos a raciocinar quase exclusivamente no curtíssimo ou curto prazo, e eles acabam aceitando sem muita discussão a tecnologia que lhes for oferecida. Quanto aos consumidores, o nível de desconhecimento sobre a possibilidade de existirem ou não produtos nanotecnológicos é praticamente zero.

Dadas as características muito especiais desses produtos, num primeiro momento serão considerados inimagináveis tanto por agricultores quanto pelos consumidores. Provavelmente num segundo momento, ao tomarem conhecimento do elevadíssimo potencial revolucionário das nanotecnologias, entrarão num estado de relativa incredibilidade e estupefação. Quando se tratar, então, da produção de alimentos para seu consumo, ao tomarem conhecimento, terão dificuldade em acreditar na existência real desses alimentos produzidos a partir de processos nanotecnológicos.

A essência desta fala é, portanto, com base nos autores a serem citados, estabelecer um primeiro alerta formal aos produtores e consumidores de produtos agrí-

---

<sup>1</sup> DULLEY, R. D. *Nanotecnologia e inovação no agronegócio*. São Paulo, 2004. Disponível em: < <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=1667> >. Acesso em: 18 mar. 2005; FRONZAGLIA, T.; VEGRO, C. L. R. *Nanotecnologia no agronegócio: explorando o futuro*. São Paulo, 2005. Disponível em: < <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=1640> >. Acesso em: 18 mar. 2005.

colas sobre a proximidade da ocorrência de drásticas mudanças tecnológicas na agricultura e até mesmo em seu papel na economia.

É evidente que nos últimos anos foi significativo o aumento da velocidade com que estão sendo desenvolvidas e descobertas novas tecnologias<sup>2</sup>. A diferença dessas novas tecnologias em relação às anteriores é seu elevado potencial para promover, em prazo inesperadamente curto, uma verdadeira nova revolução tecnológica na agricultura. É oportuno, portanto, tentar chamar a atenção para um aspecto importantíssimo, que é o fato de que toda a base tecnológica da agricultura moderna que atualmente predomina e merece a quase total confiança dos agricultores poderá tornar-se obsoleta em curtíssimo prazo.

O que as nanotecnologias poderão viabilizar, dadas as suas características especiais, é o rápido aprofundamento da industrialização dos processos de produção agrícola. Até o surgimento das nanotecnologias, a velocidade da industrialização da agricultura estava tecnicamente muito limitada, pois se adequava quase apenas ao campo da produção industrial. Recentemente, entretanto, o desenvolvimento científico e tecnológico indica que a industrialização quase total da agricultura deverá com certeza ocorrer, ainda que não se saiba em qual prazo. A concretização da industrialização quase total da agricultura resultará da convergência dos mais recentes avanços no campo da biotecnologia e nanotecnologia molecular<sup>3</sup>, informática e microeletrônica. A natureza da nanotecnologia molecular no presente, seu estado das artes e a literatura atual disponível permitem inferir que esta poderá ter a capacidade de, em conjunto com outras tecnologias, alterar drasticamente as históricas características da agricultura. A milenar incerteza dos resultados e os riscos que forçosamente se enfrentam nos atuais processos de produção agrícola no contexto de um ambiente natural praticamente deixariam de existir utilizando as mais atuais tecnologias modernas disponíveis.

A adoção e prática da “agricultura inteligente” significará uma mudança quase radical do paradigma de produção. Linus Opara<sup>4</sup> considera que a “agricultura

---

<sup>2</sup> Ray Kurzweil considera que o século XX representa, em termos de conhecimento de hoje, cerca de 20 anos; que na velocidade atual de avanço da ciência hoje, todo o século XX caberia em cerca de 14 anos; e depois, se a aceleração continuar a mesma, em apenas 7 anos. KURZWEIL, R. The future of intelligent technology and its impact on disabilities. *JVIB*, Nova York, v. 97, n. 10, out. 2003. Disponível em: < <http://www.afb.org/JVIB/jvib971012.asp> >. Acesso em: 17 out. 2005.

<sup>3</sup> DREXLER, E.; PETERSON, C.; PERGAMIT, G. *Unbounding the future: the nanotechnology revolution*. Palo Alto, 1991, tradução nossa. Disponível em: < [http://www foresight.org/UTF/Unbound\\_LBW/foreword.html](http://www foresight.org/UTF/Unbound_LBW/foreword.html) > . Acesso em: 17 out. 2005. Os autores consideram que a “[...] nanotecnologia molecular representa o controle completo e econômico da estrutura da matéria”.

<sup>4</sup> OPARA, L. U. *Emerging technological innovation triad for smart agriculture in the 21th century*. Parte I. Prospects and impacts of nanotechnology in agriculture. Oman, 2004. Disponível em: < <http://cigrejournal> >.

inteligente” será produto da convergência dos mais recentes desenvolvimentos científicos e tecnológicos, baseada em uma tríade tecnológica composta por biotecnologia, informação e comunicação tecnológica (ICT) e nanotecnologia. Opara considera que essa “agricultura inteligente” estaria destinada a revolucionar a agricultura no século XXI, mas de modo muito mais radical do que as mudanças provocadas pela denominada “revolução verde”. Considera esse pesquisador que a adoção desse tipo de tecnologia provocará dolorosos impactos tecnológicos e socioeconômicos e que o potencial da nanoeletromecanização na agricultura moderna será imenso. Como decorrência, surgirão questões sociais, políticas e éticas a serem enfrentadas com o desenvolvimento do processo de miniaturização e eletromecanização da agricultura (nanoagricultura).

Essa tríade de tecnologias convergentes é que provavelmente alavancará os futuros avanços tecnológicos no campo da agricultura e poderá constituir até mesmo uma das respostas para os atuais problemas da agricultura convencional em relação aos impactos ambientais por ela causados.

Outro aspecto que com o passar do tempo tende a tornar-se cada vez mais problemático na agricultura moderna é a crescente necessidade de utilização de energia na agricultura. Originária quase toda ela (na forma de fertilizantes, força motriz, agrotóxicos, etc.) do petróleo, que é um recurso natural não-renovável, poderá entrar em crise dada a elevação brutal dos preços dos insumos. As tecnologias convergentes poderão, então, apresentar-se como soluções para as necessidades energéticas da produção de alimentos e demais matérias-primas.

É nesse cenário de problemas da agricultura moderna que se coloca como válida uma possível saída, as potencialidades da nanotecnologia para reduzir o prazo da viabilização de uma “agricultura inteligente”. Nesse sentido, Opara considera que “A aplicação da nanotecnologia na agricultura terá, sem dúvida, profundos impactos na agricultura, com características muito semelhantes à das atuais indústrias e na maneira pela qual a sociedade vê a agricultura e seu papel especialmente no bem-estar humano”.<sup>5</sup>

Seguem-se alguns aspectos destacados por esse autor quanto a oportunidades já existentes e futuras para a nanoagricultura, visando ao estabelecimento de uma “agricultura inteligente”: “Um dos campos mais promissores é o da identificação, captação, análise, armazenamento e transmissão de informações precisas e confiáveis sobre a produção/manejo ambiental de animais/plantas de modo a aten-

---

tamu.edu/submissions/volume6/Invited%20Overview%20Opara%20final%2017August2004.pdf> . Acesso em: 18 mar. 2005.

<sup>5</sup> OPARA, 2004, tradução nossa.



der às demandas por elevadas produções e boa qualidade dos produtos”.<sup>6</sup> O autor denomina isso *agrinfortronics*, que poderia ser traduzido para “agroinfortrônica”, ou seja, a união de agricultura, informática e eletrônica.

Opapa considera necessária a integração entre biotecnologia, bioengenharia e nanotecnologia na agricultura, uma vez que na escala nano os problemas práticos da nanoagricultura somente poderão ser resolvidos com a participação dos diversos enfoques.

Já existem dispositivos para tal finalidade com aplicação potencial na agricultura. O agronegócio ou *agribusiness* moderno está, portanto, caminhando celeremente para a adoção da “agricultura inteligente”, que busca imitar a inteligência humana. Esse tipo de imitação dos processos industriais “inteligentes” depende da utilização da mecatrônica, complexos sistemas de automação e otimização em larga escala.

Esse inexorável caminho rumo à “agricultura inteligente” está traçado, pois se mostra perfeitamente possível do ponto de vista científico, tendo como base tecnologias convergentes como as já utilizadas pela agricultura de precisão, nanotecnologia, informática e microeletrônica. Permanece, entretanto, uma série de problemas que ainda requerem o desenvolvimento da capacidade da engenharia e tecnologia para tornar a agricultura inteligente prática e econômica.

Dadas as características da produção em escala nano, a contribuição dos dispositivos baseados na nanotecnologia, especialmente os sensores moleculares, poderão facilitar a aplicação da agricultura de precisão, promover a redução de seus custos, ainda elevados, e apresentar produtos aplicáveis em processo de produção da agricultura moderna ou convencional.

Pode-se alertar sobre a importância que deve ter para o agronegócio estar sempre atento, conhecer e discutir as atuais e futuras possibilidades do advento da “agricultura inteligente”, assim como seus possíveis impactos sociais, econômicos, ambientais e até mesmo políticos, uma vez que a nanotecnologia pode acabar com os mais conhecidos processos de produção agrícola que existem no nível macro, substituindo-os pela nanotecnologia molecular.

E, no limite, o gradual predomínio da “agricultura inteligente” praticamente obrigará os agricultores a se transformarem em outro tipo de empresários e a agricultura em outro tipo de atividade econômica muito mais próxima das características das atividades industriais, no espaço e no tempo.

---

<sup>6</sup> OPARA, 2004, tradução nossa.

Se nos Estados Unidos a defasagem dos meios de comunicação em relação às nanotecnologias está em torno de oito a dez anos, o grau de desconhecimento da sociedade brasileira sobre as possíveis aplicações das nanotecnologias e mais especificamente no setor agrícola pode ser imaginado como elevadíssimo. A essa situação, soma-se o fato de que praticamente não há pesquisas no Brasil sobre o tema nanotecnologia e agricultura. Isto significa que os agricultores brasileiros que hoje adotam sistemas de produção convencionais, orgânicos, agroecológicos, utilizam sementes originadas da engenharia genética ou qualquer outra forma de produzir e comercializar, desconhecem quase totalmente os avanços já alcançados pelas nanotecnologias aplicadas ao setor rural, e muito menos as possíveis consequências econômicas, sociais, ambientais e políticas que podem ter sobre seu setor.

Mesmo nos países do Primeiro Mundo as possíveis aplicações das nanotecnologias ao setor agrícola estão sendo bem menos estudadas e divulgadas quando comparadas a setores como medicina, metalurgia, condutores, etc.

O grupo canadense Erosion, Technology and Concentration (ETC) lançou na internet, em novembro de 2004, o documento *Down on the farm: the impact of nano-scale technologies on food and agriculture*<sup>7</sup>, que analisa com profundidade o estado das artes e os possíveis impactos das tecnologias em nanoescala sobre a alimentação e a agricultura. Embora existam outros documentos nesse sentido, a abrangência, atualidade e surpreendentes novidades despertam interesse. Nele há indicações sobre a fusão da nanotecnologia com a biotecnologia e aplicações no setor agrícola.

Esse documento constitui, segundo os autores, “[...] uma primeira visão das aplicações da nanotecnologia na alimentação e agricultura – tecnologias com potencial de revolucionar e mais adiante consolidar o poder sobre a oferta global de alimentos”. Considera que as tecnologias convergentes terão a capacidade de afetar profundamente as economias, o comércio e o sustento, incluindo a produção agrícola e de alimentos em todos os países.”<sup>8</sup>

A aplicação de nanopartículas na agricultura deve ser colocada em debate de modo a trazer à tona as preocupações expressas no documento do grupo, mas também sem se excluírem os eventuais benefícios, ainda quase desconhecidos. Esse documento do grupo ETC é de indispensável leitura para quem deseja se informar sobre o tema.

---

<sup>7</sup> ETCGROUP. *Down on the farm: the impact of nano-scale technologies on food and agriculture*. Ottawa], 2004. Disponível em: < [http://www.etcgroup.org/documents/ETC\\_DOTFarm2004.pdf](http://www.etcgroup.org/documents/ETC_DOTFarm2004.pdf) > < [http://www.etcgroup.org/documents/NR\\_DownonFarm\\_final.pdf](http://www.etcgroup.org/documents/NR_DownonFarm_final.pdf) >. Acesso em: 17 out. 2005.

<sup>8</sup> ETCGROUP, 2004, tradução nossa.

Este seminário e, em particular, esta sessão têm, em parte, o objetivo de levar informações ao público e recuperar o atraso que pode estar existindo nos meios de comunicação e formadores de opinião. No Brasil, creio que esse atraso pode ser estimado em torno de 15 a 20 anos. Fomos buscar, portanto, em outras fontes informações adicionais para o debate, que relatamos a seguir:

A revista *Societal Implications of Nanoscience and Nanotechnology* considera que

A nanotecnologia contribuirá diretamente nos avanços da agricultura em numerosas formas com: a) químicos molecularmente engenheirados destinados a plantas nascentes e como proteção contra insetos; b) melhoramentos genéticos em plantas e animais; c) transferência de genes e drogas em animais; d) tecnologias baseadas em nanodispositivos para testes de DNA, os quais, por exemplo, permitirão a um cientista saber quais genes são expressos em uma planta quando ela é exposta ao sal ou às condições estressantes da seca”, e que “As aplicações das nanotecnologias na agricultura apenas começaram a ser apreciadas”.<sup>9</sup> Isto, em março de 2001.

Há, entretanto, documento recente de instituição respeitável como o Greenpeace, cujo estudo *Future technologies: today's choices* trata das suas aplicações e mercados nas áreas de informática, farmacêuticos, medicina, energia e defesa, mas não apresenta referências diretas às descobertas e possíveis impactos no setor agrícola. Isto demonstra de certa forma como, mesmo em países desenvolvidos, ainda é reduzida a atenção às relações nanotecnologias e agricultura.

Nos documentos que puderam ser consultados, havia até o presente setores favoráveis à aplicação mais livre da nanotecnologia, com o argumento de que a agricultura necessita ser mais uniforme, mais automatizada, industrializada e reduzida a funções simples.

Um caso bastante concreto e impressionante de aplicação na agricultura é formulação de insumos de nanoescala que implica seu encapsulamento, ou seja, envolver o ingrediente ativo em nanoescala com uma espécie de minúsculo “envelope” ou “concha”. Inclui-se nessa tecnologia a possibilidade de controle das condições nas quais o princípio ativo deve ser liberado diretamente nas plantas. O documento do Grupo ETC inclui esse importante aspecto da aplicação de pesticidas via encapsulamento. Muitas das grandes empresas do ramo agroquímico, como Basf e Bayer, já desenvolvem pesquisas sobre a formulação de pesticidas em nanoescala.

---

<sup>9</sup> SIEGEL, R. W. (Coord.). *Societal Implications of Nanoscience and Nanotechnology*. National Science Foundation, mar. 2001, tradução nossa. Disponível em: <<http://www.wtec.org/loyola/nano/NSET.Societal.Implications/>>. Acesso em: 17 out. 2005.

A Syngenta<sup>10</sup>, empresa suíça, já comercializa pesticidas formulados como microemulsões. Para que se tenha idéia do reduzidíssimo tamanho dessas partículas e do que se entende por nanoescala, um litro do produto Zeon com formulação microencapsulada contém cerca de 50 trilhões de cápsulas que são liberadas rapidamente e, como aderem fortemente às folhas, resistem à ação da chuva e podem ser posteriormente liberadas sob controle.

Segundo as indústrias, as vantagens da nanoencapsulação de pesticidas são evidentes, pois permitem que o tamanho reduzido das partículas otimize sua eficácia; as cápsulas possam ser programadas para liberar seu princípio ativo nas mais variadas condições; seja maior o tempo de atividade do princípio ativo; haja redução de danos às culturas; seja menor a perda de pesticidas por evaporação; seja menor o efeito danoso sobre as demais espécies; haja redução do impacto ambiental; o manuseio de pesticidas de elevada concentração seja mais fácil; não ocorra mais entupimento dos bicos aspersores; seja utilizada menor quantidade de produto e mantido maior tempo da atividade química; seja reduzido substancialmente o contato dos trabalhadores com o agroquímico; e reduza a poluição do ar, solo e águas.

Ainda segundo o Grupo ETC, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (Usda) apelidou de “tecnologia do pequeno irmão” esse tipo de sistema de produção, que constitui uma de suas principais prioridades de pesquisa. Desenvolve também esforço de pesquisa para promover o que chama de “*smart field system*”, ou seja, o “campo inteligente”. Esse sistema “[...] automaticamente detecta, localiza, informa e aplica água, fertilizantes e pesticidas – indo além do monitoramento para a aplicação de medidas corretoras”.<sup>11</sup>

Mais impressionante é a idéia de ter milhares de minúsculos sensores espalhados pelas plantações como se fossem minúsculos olhos, ouvidos e narizes. Fica evidente que as aplicações militares dessa tecnologia poderão ser utilizadas na agricultura. O agronegócio, tão importante em nosso país, embora tenha suas bases técnicas fortemente fundadas no sistema de produção convencional originário da revolução verde, bem como esteja sofrendo influências dos avanços na biotecnologia, não pode ficar alheio ao desenvolvimento e aplicações já existentes e, para um futuro próximo, das tecnologias em nanoescala.

No campo das embalagens, muitos foram os avanços, os quais são relatados no documento do ETC, mas um mais recente foi o anunciado de que um grupo de pesquisadores coreanos da Seul National University, após oito anos de pesquisa,

---

<sup>10</sup> SYNGENTA. *A microscopic formula for success*. Disponível em: <[http://www.syngenta.com/en/day\\_in\\_life/microcaps.aspx](http://www.syngenta.com/en/day_in_life/microcaps.aspx)>. Acesso em: 17 out. 2005.

<sup>11</sup> ETCGROUP, 2004, tradução nossa.

desenvolveu o que denominam Nano DNA-Bar Code System (NDBS), que seria invisível e onipresente. Este sistema funciona da seguinte forma: “O nano material DNA-inorgânico encapsulado é pulverizado ou impregnado em produtos como petróleo, tintas, produtos agrícolas ou animais [...] e esses produtos ficam encriptados com códigos genéticos que carregam informações referentes ao produto, contendo sua origem, detalhes de qualidade e de fornecedores. Isto permite que possam ser facilmente rastreados.”<sup>12</sup>

Sendo a literatura brasileira sobre nanotecnologia e agricultura muito escassa, assim como as pesquisas, fomos obrigados a consultar também outro documento bastante completo, o *Nanoscale science and engineering for agriculture and food systems*<sup>13</sup>, do Cooperative State Research, Education and Extension Service do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. Nele é apresentada uma relação de produtos potenciais que pode ser submetida ao debate com os especialistas e público e servir de referência para pesquisadores e agricultores brasileiros.

Esses produtos seguem os dois horizontes de tempo que foram estabelecidos:

Dentro de 5 anos:

- identificação e controle de patógenos, contaminantes e toxinas por meio das cadeias produtivas (pontos críticos de controle);
- sensoriamento remoto e contínuo dos produtos agrícolas durante a sua produção em vários cenários ambientais;
- biossensores mais rápidos para detectar a presença de patógenos ou materiais estranhos durante o processamento de alimentos;
- biossensores mais rápidos para detectar patógenos ainda nas fazendas (patógenos, vírus e químicos);
- biossensores mais rápidos para detectar proteínas e organismos geneticamente modificados;
- *kits* miniaturizados para testes de determinação de patógenos no campo;
- monitores miniaturizados para melhoria dos recursos de armazenamento de grãos e rações;
- detectores baseados em proteínas ou micróbios em um *chip*;
- desenvolvimento de dispositivos de monitoramento para animais de grande porte utilizando a saliva como indicador não-invasivo;

---

<sup>12</sup> Invisible bar code system developed. *The Korea Times*, Seul, dez. 2004, tradução nossa. Disponível em: <<http://times.hankooki.com/lpage/tech/200408/kt2004081219261211810.htm>>. Acesso em: 17 out. 2005.

<sup>13</sup> SCOTT, N. R.; CHEN, H. *Nanoscale science and engineering for agriculture and food systems*. Cornell, 2004. Disponível em: <[http://www.csrees.usda.gov/nea/technology/pdfs/nanoscale\\_10-30-03.pdf](http://www.csrees.usda.gov/nea/technology/pdfs/nanoscale_10-30-03.pdf)>. Acesso em: 17 out. 2005.

- desenvolvimento de algoritmos de controle para integração do sensoriamento, informação, localização, tratamento, num sistema de controle por meio de dispositivos que aperfeiçoem a agricultura inteligente e a pecuária inteligente;
- desenvolvimento de instrumentos de detecção de alteração da qualidade de alimentos em embalagens;

De 5 a 15 anos:

- análise da saúde de animais e plantas em tempo real;
- rápida resposta nos sistemas de produção por meio de sistema de sensores implantado;
- instrumentos mais eficientes para a medicina veterinária (para diagnósticos, terapia, detecção e prevenção de doenças);
- sensores portáteis para detecção de patógenos, vírus, químicos, proteínas e organismos geneticamente modificados durante o processamento dos produtos nas fazendas;
- proteção aos consumidores com sensores para identificar a qualidade dos produtos;
- sensores biodegradáveis para histórico de temperatura e umidade em alimentos armazenados;
- sensores biodegradáveis para rastrear parâmetros físicos e biológicos de culturas e alguns tipos de alimentos processados;
- monitoramento da saúde e intervenção terapêutica em animais de pequeno ou grande porte;
- desenvolvimento de dispositivos não-invasivos para identificação precoce, em cultivos no solo, de suas alterações no metabolismo, respiração, excreções das raízes e ecologia microbial da zona das raízes;
- uso mais eficiente da água, fertilizantes e pesticidas, decréscimo da poluição e maior economia ao se destruírem apenas as partes doentes das culturas num estágio precoce de infestação;
- fazer funcionar um sistema de agricultura inteligente que detecte, identifique, relate e trate da doença de um único animal infectado num rebanho antes do surgimento dos sintomas.

O professor Michael Ladisch, da Universidade de Purdue, considera que “Na agricultura, o potencial é de ter dispositivos realmente muito pequenos que possam identificar e interpretar as condições do campo” e prevê que, “se desenvolvidos, tais dispositivos alterariam em muito a maneira pela qual a agricultura funciona. Ao invés de esperar que um problema aconteça para então cuidar dele, o produtor e os processadores de alimentos seriam alertados do problema assim que

acontecesse”. E, como exemplo, refere-se à meta de acabar com a febre aftosa: “Poder-se-ia ter sensores aplicados nos animais ou em instalações, e se os biossensores detectassem o vírus, eles o alertariam antes que os sintomas surgissem nos animais”.<sup>14</sup>

Para concluir, as palavras de Drexler, Peterson e Pergamit<sup>15</sup>: “A questão básica da nanotecnologia é: Quando será conquistada? A resposta é simples: ninguém sabe. Como as máquinas moleculares vão se comportar é algo que se pode calcular, mas quanto tempo levará para que as desenvolvamos é uma outra discussão. O tempo da tecnologia não pode ser calculado a partir das leis da natureza, pode apenas ser adivinhado”. E também a preocupação em relação aos problemas de saúde e de desemprego que as nanotecnologias possam causar aos trabalhadores.<sup>16</sup>

---

<sup>14</sup> LADISCH, M. *apud* TALLY, S. A shrinking world inside agriculture. *Agriculture Magazine Purdue University*, Purdue, verão 2002, tradução nossa. Disponível em: <[http://www.agriculture.purdue.edu/agricultures/past/summer2002/features/feature\\_01\\_p3.html](http://www.agriculture.purdue.edu/agricultures/past/summer2002/features/feature_01_p3.html)>. Acesso em: 17 out. 2005.

<sup>15</sup> DREXLER; PETERSON; PERGAMIT, 1991, tradução nossa.

<sup>16</sup> SALLEH, A. Unions say nano-loopholes may hurt workers. *News Analysis: ABC Science Online*. Sydney, Austrália, set. 2005. Disponível em: <<http://www.abc.net.au/science/news/stories/s1451929.htm>>. Acesso em: 1 out. 2005.

## Debate(20/10/2005, tarde)

**Magda Zanoni** – Antes de passar a palavra a Paulo Martins, que fará as notas, eu gostaria, para aqueles que não estiveram aqui durante todo o tempo, de ressaltar rapidamente as intervenções. Sílvia Ribeiro mostrou os possíveis e já prováveis impactos da nanotecnologia na agricultura e na alimentação; Paulo Cruvinel, já com outro enfoque, mais esperançoso com os efeitos das nanotecnologias; frei Sérgio levantou a necessidade de um balanço destes últimos 55 anos de “revolução verde” a partir dos diferentes impactos das tecnologias já verificados; e Richard Dulley, que mostrou um pouco, no correr do desenvolvimento agrícola, as diferentes idas e vindas entre as tecnologias, nano e outras. Passo agora a palavra a Paulo Martins.

**Paulo Roberto Martins** – Como o papel do *keynote* é fazer três questões, escolhi, para a primeira questão, Paulo Cruvinel, no sentido de que ele pudesse dar maiores esclarecimentos acerca da prospecção e nanotecnologia realizadas pela Embrapa. O que é a pesquisa, o que é a prospecção e, dentro da pesquisa, quem são possivelmente os parceiros? Não sei se seria somente a Embrapa realizando sozinha ou com mais algumas outras entidades. O sentido é esclarecer o que está em andamento, o que está concluído e o que é realmente prospecção que a Embrapa coloca em sua lista, para o futuro.

Para Sílvia Ribeiro: nós ouvimos Pat Mooney em sua conferência defender que a nanotecnologia é uma onda muito importante e, talvez, um *tsunami*. E o que isso significa para a agricultura? Nós deixaremos de ter a agricultura como hoje a pensamos? Não vamos mais precisar de terra? Não vamos mais precisar de campos? Digamos que eu tenho alguma noção de que o processo capitalista tende sempre, com o progresso técnico, a tornar a produção agrícola mais próxima da produção industrial; com a nano nós chegaremos a isso? Deixaremos de ter o ramo de atividade que chamamos agricultura e vamos ter um ramo que seria só indústria e, como Richard Dulley disse, pode ser que haja oportunidades para quem está hoje na agricultura, mas com outra conotação?

Para frei Sérgio: o senhor apresentou uma visão contestando a produção de maneira geral, da academia e da ciência, como ela é produzida, como ela é apropriada. Minha questão é a seguinte: aqueles a quem o senhor representa, para quem o senhor tem seu cotidiano voltado há 30 anos, o conhecimento que eles produzem, como isso pode se contrapor a este nosso conhecimento, entendendo “nós” aqui como alguém que pertença também, não exatamente à academia, mas a institutos de pesquisa, como é que um se contrapõe ao outro. Ou isto não é para ser contraposto um ao outro, mas pode ser produzido conjuntamente? Como o senhor vê isso?



**Petrus D’Amorim Santacruz de Oliveira** – Antes, queria fazer um comentário. Eu estou cada vez mais convencido da importância de um debate desta natureza, em que se sai cada vez mais enriquecido. E fiquei realmente muito satisfeito em ouvir o frei Sérgio, cada vez que o ouvimos, saímos mais enriquecidos. Gostaria de fazer um comentário com relação à evolução do debate, desde o Fórum Social Mundial de 2005, em que ouvi as palestras de Sílvia Ribeiro e Pat Mooney. Meu comentário é mais no sentido da importância da transparência do debate e das informações. Essa transparência, às vezes, passa um pouco ao lado da importância dos fatos. O que temos visto é que essa transparência fica cada vez mais importante e o comentário que eu quero fazer aqui é, na verdade, contando um pouco o que se passou depois daquele Fórum Social, antes de fazer a pergunta. No Fórum Social, mostramos que é possível se falar de nanociência e nanotecnologia voltadas para interesses comuns em relação às pessoas que estavam defendendo, inclusive, a interrupção da nanociência e da nanotecnologia, mostrando exemplos de patentes voltadas exclusivamente para a área de saúde e proteção do meio ambiente. Infelizmente, não vemos isso transcrito no livro que vai ser lançado agora – o qual tenho todo o interesse em ler com todos os detalhes –, que olha apenas um dos lados da nanociência e nanotecnologia, mas nós temos como mostrar que é possível fazer nanociência e nanotecnologia em defesa, no caso, do meio ambiente e saúde. É importante ver que há distorção 90/10, em que 90% dos recursos para a saúde estão com apenas 10% da população mundial, e esse é um dos motivos pelo qual mostramos que a nanotecnologia pode contribuir bastante para esse ponto. Neste momento, eu aproveito e conecto com a outra área, que é a questão social. A Universidade Federal de Pernambuco abriu seu *campus* para um congresso do movimento dos sem-terra no ano passado, que foi extremamente salutar. A própria empresa que produz nanociência e nanotecnologia para a área de meio ambiente e saúde esteve presente, nós tivemos a satisfação de debater com o movimento dos sem-terra, mostrando que é possível trocarmos conhecimentos com eles e, o mais importante, mostramos que é possível, por exemplo, quando se tem o agronegócio preocupado em vacinar o gado para exportação, temos de lembrar também de vacinar o trabalhador rural. Temos de estar preocupados também com a saúde do trabalhador rural. Nós desenvolvemos um dispositivo para proteger o trabalhador rural contra o câncer de pele e os trabalhadores entenderam perfeitamente como funciona a nanotecnologia, nesse dispositivo. Eu não tive a menor dificuldade em mostrar para os trabalhadores rurais como um dispositivo tecnológico funciona. E eles também me explicaram como poderíamos trocar conhecimentos na área. Então, essa sinergia existe também na nanociência, a nanociência não é reducionista, existem efeitos de tamanho que são intrínsecos à esca-

la, mas existe uma sinergia importante dentro da nanociência que leva a produtos nanotecnológicos que podem ser muito benéficos, e temos essa facilidade de conversar com pessoas que não têm, às vezes, o costume de estar na academia, porque há uma certa desvinculação com a ciência tradicional, são novos conceitos que, às vezes, fica mais fácil de serem explicados para aqueles que não estão dentro da academia. E houve essa compreensão de que é possível fazer nanociência com responsabilidade, com discurso ético. E é importante perguntar também, não só hoje, o que é importante, por que é importante pensar em, talvez, uma trégua na nanotecnologia, mas, ao mesmo tempo, quero fazer uma pergunta para todos, no seguinte sentido: a quem interessaria que um país em desenvolvimento interrompesse pesquisas em nanotecnologia? Porque países desenvolvidos não vão parar de fazer nanotecnologia com discursos de grupos. E, aí, nós vamos ter de comprar nanotecnologia desses países. Então, a pergunta é: a quem interessa que países como o Brasil, que está em desenvolvimento, pare de fazer pesquisas ou se dê uma trégua, já que os países desenvolvidos não vão parar e nós vamos acabar tendo de comprar tecnologia a esses países no futuro? E, no final das contas, pessoas que poderiam estar do mesmo lado, contribuindo – porque sempre vai haver um lado ruim e um lado bom, na ciência e em qualquer lugar –, esses que defendem a natureza, como nós também defendemos, podem acabar ficando a serviço de nações poderosas das quais, no futuro, vamos acabar tendo de comprar tecnologia. Então, a pergunta é essa: a quem interessa, hoje, que países como o Brasil interrompam pesquisas?

**Sônia Maria Dalcomuni** – Em primeiro lugar, gostaria de parabenizar a toda a mesa. Começo pela fala de frei Sérgio, que eu reputo brilhante, de uma abrangência de visão, em certo sentido, única. Ao mesmo tempo que cobra um balanço da experiência, especialmente brasileira, da revolução verde, coloca com nitidez uma determinada ordem de prioridade de preocupações no desenvolvimento científico-tecnológico (meio ambiente, saúde e vida humana), percebe a possibilidade do uso de tecnologias como nanotecnologia e biotecnologia enquanto instrumento para o que queremos. Às vezes, não temos isso dentro da academia. E aí, fundamentalmente, em que medida se quer, desde que quem esteja desenvolvendo me dê a garantia de segurança. Então, achei brilhante, parabéns. Richard Dulley, com a humildade de sempre, entrelaçando as questões fundamentais que colocam na fronteira, até mesmo o objeto de sua tese de doutorado: o orgânico, o inorgânico e essa transformação toda que vem por meio da nanotecnologia.

A Sílvia Ribeiro e a seu grupo de pesquisa, eu gostaria de parabenizar pelo trabalho desenvolvido, realmente pioneiro na área, e pelo alerta muito importante

em relação à toxicologia. E como essa questão é muito importante, exatamente para a cobrança que o frei faz, eu repasso os comentários e duas perguntas ao colega da Embrapa, rapidamente. Em primeiro lugar, nas competências exigidas no desenvolvimento da nanotecnologia, não estão ali listadas competência em toxicologia. Eu gostaria que os colegas pensassem sobre isso com bastante cuidado.

A outra questão é bem mais empírica. Eu tenho dois alunos discutindo mais especificamente possíveis impactos da nanoeletrônica nos projetos recentes de desenvolvimento da qualidade de café na cafeicultura do Espírito Santo, sendo a principal fonte de emprego no Estado. E foram criados vários centros de degustação. Como está o estágio da língua eletrônica hoje, a que preço no mercado? Ele vai somar-se ao trabalho do degustador ou ele vai substituir o trabalho hoje feito pelo Centro de Degustação? Muito obrigada.

**Participante** – Meu nome é Breno, sou do Senac. Cheguei um pouco atrasado e perdi um pouco da exposição da doutora Sílvia. Por isso, quero dirigir primeiro uma questão ao doutor Paulo, da Embrapa, que, para mim, tem sido um órgão modelo em competência técnica, de qualidade e renome internacional e que tem sido buscado, muitas vezes, como referência e para consultoria e conhecimento. E não só no sentido de gerar tecnologia, mas de implementar essa tecnologia junto ao agricultor. Isso é muito interessante. Mas, como falou frei Sérgio, na aplicação da tecnologia não há uma posição apolítica, há sempre formas de interesse que estão por trás dessa aplicação tecnológica, e eu queria justamente falar dessa relação governamental ou questionar a respeito de como essa políticas públicas têm facilitado ou dificultado a implementação dessas tecnologias e como esse processo tem sido realizado, procurando ser feito de maneira menos vertical porque, às vezes, a assistência técnica se dá muito de cima para baixo e isso, às vezes, dificulta um pouco. Às vezes, têm-se pacotes prontos, propostas muito revolucionárias. E uma outra questão seria voltada para a questão da biossegurança mesmo, porque vemos várias linhas de desenvolvimento tecnológico, mas o que tem sido feito em pesquisas em relação a impacto ambiental das tecnologias geradas como, por exemplo, os transgênicos, que já são testados? Testa-se a eficiência produtiva desses produtos, desses novos seres criados, testa-se talvez a resistência ao uso de determinados agrotóxicos, mas de que maneira tem sido feito e que preocupação tem se dado aos impactos dessas tecnologias? Aí entra também a questão dos impactos possíveis das nanotecnologias. Por isso, quero perguntar, já para essa questão dos impactos das tecnologias, ao professor Dulley, que fez uma abordagem muito interessante da sua coletânea, trazendo um panorama quase de ficção científica que realmente traz a nanotecnologia, de possibilidades interessantes. Mas, dentro

de suas pesquisas, o que o senhor viu de possibilidades negativas ou de riscos eminentes que acontecem também nesses processos, além de todas as possibilidades fantásticas? E a frei Sérgio, quero parabenizá-lo por suas colocações pertinentes. Há considerações a fazer sobre o papel da academia, como um gerador dessa consciência da biossegurança, e o senhor falou da importância de gerar uma consciência social acerca da necessidade dessa biossegurança. Eu queria saber sua opinião, a academia talvez ainda esteja muito aquém do que deveria fazer no sentido de gerar essa consciência, não só em relação à biossegurança, mas no sentido do papel e da importância da própria academia científica para a sociedade. Parece-me que a sociedade às vezes não tem uma idéia da profundidade, da importância da academia científica e a opinião pública é importante na ordem dos processos políticos, para gerar apoio para a pesquisa científica. Porque, no final das contas, é uma questão política que vai garantir recursos para que uma instituição pública possa realmente desenvolver essa tecnologia. Por isso, acho que é uma questão de sobrevivência para a própria academia investir nessa questão da extensão, de ocupar esse espaço que tem sido ocupado pela mídia, às vezes de forma distorcida. Ocupar esse espaço de forma mais presente, no sentido de difundir a importância da academia e no sentido de gerar uma consciência dos riscos, uma consciência da necessidade da biossegurança. Parece-me também que o senhor falou alguma coisa acerca das observações empíricas do plantio de sementes e transgênicos. Foi isso que eu entendi. Parece que, nas áreas que o senhor trabalha, já fez algumas observações, se pudesse comentar alguma coisa a respeito do que observou, seria muito importante. É isso, muito obrigado.

**Paulo Cruvinel** – São várias questões, inicialmente eu gostaria, com a permissão dos senhores, de também saudar os colegas aqui da mesa, pelos trabalhos apresentados e dizer que, na minha visão, as reflexões aqui trazidas por frei Sérgio são importantes. De qualquer maneira, temos também de olhar a questão do próprio contexto de sociedade e estabelecer algumas definições. Por exemplo, criou-se um certo constrangimento no contexto do uso da palavra “agronegócio”. Nós precisaríamos entender melhor o que traz esse contexto da palavra agronegócio. Já houve uma série de discussões dentro da própria Embrapa, quando da revisão do seu plano diretor, houve uma discussão muito forte sobre a questão do desenvolvimento rural, a questão de territórios rurais. Aqui, estamos falando de agronegócio entendendo que este termo contempla todas essas preocupações. É importante que, primeiro, a gente estabeleça essa visão, porque, fundamentalmente, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, a Embrapa, tem buscado, dentro de seu processo de construção, dentro do segmento, o aspecto desenvolvimento,

sem perder de vista, principalmente, o aspecto da sustentabilidade. Quando se fala em sustentabilidade, conforme já mencionamos anteriormente, estamos olhando o contexto das futuras gerações e da geração que está em curso no planeta, no momento. Então, é importante que não se perca essa visão.

Outro aspecto importante que foi mencionado aqui é sobre a biossegurança. Isso tange ao comentário e ao pronunciamento de frei Sérgio e também do Breno. A Embrapa tem, sim, um trabalho extremamente sério em desenvolvimento, na linha de biossegurança, um projeto em rede estabelecido com competências das regiões do país, e esse trabalho visa exatamente, pela primeira vez na história do país, à consolidação de caminhos para que essa visão, esse desenvolvimento, esse estabelecimento do contexto de protocolos que tragam o norte adequado no contexto da biossegurança, possam estar sendo desenvolvidos. Então, é importante que se diga que esse trabalho está em curso e os primeiros resultados estão sendo colocados à disposição da sociedade neste momento, mas fundamentalmente temos de lembrar que existe no país a CTNBio, há uma série de questões já regulamentadas, uma visão de política pública. Agora, certamente, nós precisamos fazer com que esse trabalho de base (que traz exatamente a visão do conhecimento para não se caminhar por caminhos desconhecidos) possa, de fato, encontrar meios de ser devidamente utilizado. Então, no que tange ao contexto da biossegurança gostaria de destacar esse aspecto. Esse trabalho está em desenvolvimento e as informações, dentro de uma das questões colocadas pelo próprio frei, a transparência das informações é parte da base que a empresa vem desenvolvendo. Essas informações também estão disponíveis, mas nos colocamos à disposição para passar de uma forma clara tais informações ou o local onde elas poderiam ser obtidas.

Também, com a permissão do frei, gostaria de comentar sobre a questão dos dados da FAO que eu apresentei, dos 16,2 milhões de brasileiros; o frei falou em 53 milhões. Talvez aí exista uma questão de fonte, de busca dessas informações. Os dados que apresentei são dados publicados pela FAO. Talvez a questão da linha de pobreza tenha sido levada em consideração. Mas, de qualquer maneira, colocamos também à disposição para discutir um pouco mais. Penso que o fundamental é buscarmos uma visão de tecnologia social. Esse termo, tecnologia social, foi cunhado recentemente, mas precisa ser colocado na prática. Eu entendo que ciência e sociedade são dois aspectos importantes de um mesmo contexto. A ciência, como elemento propulsor do próprio desenvolvimento, mas o desenvolvimento com base nesse contexto da sustentabilidade.

Então, para quem fazemos ciência? Para quem a Embrapa trabalha? Nós trabalhamos para a sociedade brasileira. Nossos resultados são da sociedade brasileira. Como internalizá-los na sociedade brasileira? Não pode ser uma via de mão

única, a sociedade também tem de participar desse processo. Como participar desse processo? Temos aí a visão da Rede de Inovação, que foi colocada. Vejam vocês que nós focamos a questão do desenvolvimento regional em uma base de trazer a sociedade para discutir as questões. Então, isso vem de uma forma muito interessante no debate público, só que, certamente, em uma visão de definição de prioridades, onde há o terceiro setor, há o governo, a academia e o setor produtivo. É lógico que todos nós temos uma utopia de sociedade. Como construí-la? Certamente, as escalas podem variar de tempos para tempos e de lugares para lugares. Mas esse processo tem de ser começado. Então, a rede traz essa visão de começar essa discussão, mas de tal forma que ela não seja estanque, aconteça uma reunião e termine ali o problema e não se fale mais nisso, mas que se organize algo que possa ser perenizado em um processo cíclico de tal forma que se continue esse trabalho e haja um fator multiplicador dos delegados regionais (vamos chamar assim), dos representantes regionais para os representantes estaduais e para, quem sabe, os municípios e assim para as comunidades e assim sucessivamente. Portanto, depende, na verdade, de cada um de nós, de como nós vamos nos envolver nesse processo. Então, eu acho que esse trabalho não pode ser um trabalho de mão única, tem de ser um trabalho que possibilite realmente uma articulação e, mais do que uma articulação, uma integração dos segmentos de sociedade. Isso é muito importante, as responsabilidades que cada um de nós tem no desenvolvimento de um trabalho dessa natureza.

O principal fator de desenvolvimento é a questão educacional, como é que nós vamos trabalhar a questão educacional. Porque eu quero, para o meu irmão brasileiro, que ele encontre condições de desenvolvimento como qualquer outro cidadão do mundo. A educação é um fator preponderante. Eu quero, sim, trabalhar com inteligência coletiva, mas não para aumentar a dependência do meu irmão brasileiro, mas sim para que ele tenha mais independência. Eu acho que isso é fundamental no processo de construção de uma sociedade. Colocado esse primeiro aspecto, gostaria também de dar uma informação. A Embrapa tem uma solução para a questão da cigatoca negra. A Embrapa Cruz das Almas, mandioca e fruticultura tropical, desenvolveu variedades que resolvem a questão da cigatoca negra. É importante que isso seja dito, tendo em vista que foi algo também mencionado pela mesa.

Gostaria de dar a resposta a Paulo Martins sobre a questão do que é inovação, o que é prospecção, o que é pesquisa. Na verdade, temos hoje em prática na questão da Embrapa, temos desenvolvida a língua eletrônica, que ainda não é um produto industrial, é importante que se diga isso. É uma fase que virá em seguida. Certamente, existe toda a questão de qualificação para as possibilidades de diferentes aplicações. E, dos trabalhos que mencionei, é importante também que se diga o seguinte:

eu não fiz aqui uma prospecção geral da Embrapa, e sim foquei a questão prospectiva, em face das plataformas regionais que foram elencadas nesses encontros da Rede de Inovação, pelos próprios atores regionais. Então, em cima daquelas prioridades regionais foram elencados aqueles possíveis desenvolvimentos.

Eu poderia finalizar dizendo que, em termos de futuro, existe o sensor de gases, o nariz eletrônico, que vem sendo desenvolvido pelo doutor Paulo Herrmann (que está presente aqui), a questão de embalagens e a questão de sanidade animal. São três prioridades importantes, além do aspecto do próprio desenvolvimento da língua eletrônica. Estão em fase de estabelecimento da própria pesquisa. A parceria sempre é desejada, acho que cada vez mais nós temos de trabalhar essa visão de rede, essa visão de integração, principalmente pela multidisciplinaridade que existe no próprio segmento.

Sobre a questão da toxicologia, certamente ela é fundamental. Novamente eu volto a focar: o que foi apresentado foi simplesmente em função das plataformas elencadas pelas regiões do Brasil, até então realizadas, faltando a Região Centro-Oeste e a Região Sudeste, mas o que em nanotecnologia poderia acontecer ali. Precisamos estender o primeiro trabalho, estender essa visão prospectiva, agora sistematizando isso em uma visão mais geral. E certamente é muito bem colocado, a questão da toxicologia é fundamental. Sobre o uso da língua para café, novamente digo que ainda não é um produto industrial, mas certamente pode ser feito algum tipo de colaboração para os ensaios a serem desenvolvidos pelos seus alunos. Creio ter respondido a todas as perguntas que me foram dirigidas e agradeço, mais uma vez, a oportunidade de estar aqui presente, ouvindo estas pessoas.

**Sílvia Ribeiro** – Sobre as perguntas feitas por Paulo Martins, na questão dessa utopia, da produção da comida sem terra, eu acho que para isso falta bastante tempo. Mas, ainda assim, pode ser, no futuro. Não só os impactos da substituição de algumas *commodities*, mas também se imaginam que em dez anos realmente podemos ter essa bebida interativa. Para haver uma interação, possivelmente, como algumas das coisas que a Embrapa estava nomeando em sua lista de prospecção e pesquisa, a língua eletrônica, etc., não é preciso sequer ter matérias-primas, porque podem ter a sensação do sabor, do odor de muitas coisas. Também tem de ser colocada a questão de para que nós precisamos de algumas das coisas que estão sendo produzidas, qual é a utilidade delas. Mas, sobre sua pergunta, penso que vai haver dois tipos de impactos, senão mais. Um, que é o menor uso de matérias-primas, criará um impacto econômico muito forte e imediato, o que quer dizer nos próximos dez anos. Então, não pude dar muitas explicações sobre algodão, borracha, Pat Mooney já falou do café e muitas outras coisas, dependendo dos desenvol-



vimentos. Essa é uma coisa. Por outro lado, vai haver a outra face, que é a agricultura de precisão *plus-ultra*, à enésima potência, agricultura sem agricultores, com terra, que só vai depender de nanosensores e de comunicação entre eles. Eu só quero dizer que, dentro do que frei Sérgio perguntou, sobre os impactos da revolução verde, nós temos de recordar duas coisas. Uma, que a agricultura de precisão é só um segmento da lógica e dos instrumentos da revolução verde. E hoje já temos uma agricultura de precisão, sem nano, por exemplo, que foi utilizada para sistemas de irrigação e para colocação de químicos, direto no solo para uma parte da planta. Hoje, temos solos no Chile que estão extremamente salinizados, com um processo de aluminação tremendo, porque a água, sendo muito pouca, não cumpre a função, não vai para tudo, só para a parte das raízes. Então, esses solos estão muito mais afetados do que outros, inclusive com químicos. Estas são coisas que temos de colocar também na balança, não é só dizer que, se é agricultura de precisão, é bom. Há muitos problemas a serem avaliados. Mas, além disso, além desses problemas, há todos os outros. Nos Estados Unidos, querem ter agricultura sem agricultores, isso está muito claro. Hoje, já há muito mais gente nas prisões do que no campo. Isso já acontece hoje e vamos por aí: mais prisões e menos agricultores. Isso é um pouco da visão da agricultura sem agricultores.

Em nível geral, penso que isso não vai ocorrer no mundo inteiro, mesmo porque, até agora, não há nenhuma razão racional para pensar que a nanotecnologia vá ser de acesso para a maioria dos países. Talvez com o Brasil seja um pouco diferente, pois é um dos mais adiantados da América Latina. O Brasil e o México estão na ponta, na construção da nanotecnologia. Porque as nanopatentes são as maiores patentes do planeta. Então vai ser assim, vai ser sem terra pela questão dos latifúndios intelectuais, porque vai haver, já existem patentes com tal alcance que nunca houve. Imaginem a combinação de uma tecnologia supersofisticada em mãos das megaempresas do planeta, que são as que estão investindo em nanotecnologia, com patentes superamplas. Mesmo os advogados de patentes da Universidade de Stanford (que vêm fazendo estudos de segmentos, dos impactos das patentes no mundo, esta é uma das áreas em que eles estão trabalhando) dizem que qualquer impacto que já conhecemos das patentes (por exemplo, na indústria farmacêutica, com o que o Brasil tem muita experiência) é nada perto dos impactos das patentes nanotecnológicas. Porque uma única patente, por exemplo, uma patente sobre barras tecnológicas (e estou certa de que a Embrapa está especulando, a maioria utiliza). É uma coisa muito importante, como estão utilizando, vetores na saúde, na medicina, na agronomia e tudo. Aí existe uma única, que é de uma universidade que licenciou para a empresa Nanosys, essa patente tem a combinação de óxidos com 33 elementos da tabela periódica e 18 dos grupos da tabela



periódica. Isso é um terço da tabela periódica. Nós estamos falando de quê? Uma ferramenta, uma das fundamentais, tem uma só patente. Mas, na companhia, os advogados de patentes identificaram como uma das cinco patentes-chave para qualquer desenvolvimento de nanotecnologia no mundo. Eu poderia falar muito disso, mas não vai acontecer de a nanotecnologia ter livre acesso. Eu mesma li no livro do seminário anterior, uma pessoa disse: “O que acontece no Brasil é que se tenta patentear no Brasil para depois vender o produto”. Então, na verdade é assim: um investimento em conhecimento público para facilitar para as companhias multinacionais, que comprem mais barato aqui, adquirem as patentes e, então, lançam o produto. A cabeça, a inteligência, o gênio, a criatividade dos brasileiros, que é muita e que tem muito boa educação pública (a Embrapa é uma instituição pública), vão usar tudo isso em seu negócio e isso vai passar. Você pode dizer que não, vamos deixar, vamos falar disso em cinco anos e ver quem tem razão. Porque é uma questão de mercado, não estamos mais trocando as regras do mercado, nós estamos afirmando as regras que já existem no mercado, jogando com as mesmas tecnologias, as mesmas regras, tudo. Inclusive, seria muito interessante saber quem está financiando. Não como uma coisa de suspeita, saber quem está financiando. Mas quem está financiando? Porque tudo o que está ligado à biotecnologia foi financiado pela Monsanto. Quem está financiando agora? Então, que bom, não é? Vamos ver como seguiremos.

O que eu quero dizer é que isso está sempre em um contexto, não só dentro do Brasil, mas geral. E isso tem a ver com a pergunta que você colocou: “A quem interessa que o Brasil não desenvolva a tecnologia?” Eu posso lhe dizer: aos camponeses, aos trabalhadores, ao povo em geral, aos ambientalistas, à maioria das mulheres, aos estudantes. Eu acho que à maioria do povo brasileiro interessa muito. Eles vão se beneficiar disso, do não-desenvolvimento da nanotecnologia. E por quê? Porque, por exemplo, em lugar de fazer uma língua eletrônica, que irá substituir as pessoas que têm uma questão cultural e sofisticada, de provar o café, de provar o vinho, que até é uma cultura, não é só um trabalho, ele não vai ser substituído. Então, todos eles vão ser beneficiados. Mas, claro, alguns vão ganhar, não é? Os que têm os meios para pagar a língua eletrônica e outras coisas que vão ser desenvolvidas e tudo isso.

A quem interessa? Por exemplo, a Embrapa poderia dar um exemplo, trabalhando junto com os camponeses para afirmar as tecnologias provadas, seguras, descentralizadas, sem patente, que têm 10 mil anos, de serem boas para a saúde humana e para a nutrição dos camponeses. Então, a Embrapa poderia colocar todo o conhecimento e fazer uma colaboração. Eu estou certa de que a Embrapa tem isso em algumas áreas, quero deixar isso claro. Não sei sua resposta, mas certa-

mente a Embrapa já tem. Mas o que eu quero dizer é que isso é subjacente. Por exemplo, você disse uma frase que está registrada. Que boas são as aplicações da nanotecnologia em saúde e meio ambiente. Você pôs uma armadilha para você mesmo. Nós temos patentes muito boas em saúde e meio ambiente. Então, há um mito de que ter uma patente é uma coisa boa. Isso tem de ser assim, tirado rapidamente. Não é assim, não tem nenhuma relação entre uma coisa ser boa para precisar de uma patente. Até pode ser o contrário. Mas, além disso, falar de patentes em saúde, no entanto, é uma coisa ainda mais perversa. Sei que o colega é uma pessoa muito bem-intencionada, eu sei, nós já nos encontramos. Você quer dizer assim: pode ter aplicações positivas. E eu digo que sim, pode ter algumas aplicações positivas. Vou dar um exemplo: malária. É um exemplo muito discutido no mundo inteiro. Então, para a malária, pode haver métodos para a administração de medicamentos e tudo. Eles já têm, hoje, a seqüência genômica do mosquito que transmite a malária, têm muitas coisas supersofisticadas para atacar a malária. A Organização Mundial da Saúde diz que 95% do problema da malária se resolve tendo tela contra mosquitos e água limpa. Muito bem, em lugar de ter tela contra mosquitos, água limpa e justiça social, vamos ter o seqüenciamento do mosquito que transmite a malária, etc.

Então, o que quero dizer é que nós poderíamos ter, por exemplo, algo que dissesse para os sem-terra qual o fator de protetor solar que eles precisam usar. Mas, dentro de uns cinco anos, os únicos protetores solares vão conter nanopartículas, então eles não vão ficar com câncer por conta do sol, eles vão ficar com câncer por conta das nanopartículas. Aí, vamos precisar de mais nanopartículas para combater o câncer, que eles não vão poder pagar porque, se pudessem, não seriam sem-terra. O que quero dizer é que existe uma coisa de fundo, que foi colocada por Ignácio Lerma e, como a maioria das pessoas que estão aqui é da área de ciências sociais, tem de pensar nisso, que é o seguinte: nós não precisamos somente discutir sobre a nanotecnologia, nós precisamos ter uma discussão pública sobre qual é a tecnologia que as pessoas precisam e querem. E a nanotecnologia é uma delas. Mas pode ser que, nessa avaliação muito mais ampla, tenhamos outras tecnologias que podem estar descentralizadas, serem em massa, serem fáceis e não precisarem de capital. E geralmente são as melhores. Então, essa avaliação não pode ser evitada.

**Frei Sérgio Gorgen** – São muitas perguntas, todas complexas; vou tentar responder telegraficamente e vocês, por favor, perdoem a superficialidade. Primeiro, doutor Paulo, a fonte é o Ipea. Eu estou lembrando de memória e a memória é traidora. Mas a minha fonte dos 53 milhões é o Ipea. Eu acho que o dado da FAO é

de menos de um dólar/dia. É um outro dado, então não é exatamente o dado dos que não comem, não conseguem ter uma alimentação suficiente e adequada. A questão da cigatoca negra, eu vou lhe dizer o que conhecemos, de nossos técnicos e nossos camponeses, que estão preocupados com ela, que cultivam banana. De fato, há algumas plantas já resistentes, mas não são as variedades de banana que têm melhor colocação comercial. Então, não está resolvendo o problema. Em segundo, está-se conseguindo resolver o problema da cigatoca negra, mas justamente eliminando completamente os meios da revolução verde, usando métodos agroecológicos. Isso é importantíssimo. Depois, professor Paulo, você fez uma pergunta bem provocativa e a minha formação é filosófica e, então, acho que a primeira coisa é criar o impacto. Longe de mim uma visão de negar a importância da academia e muito menos negar a importância do conhecimento. Nós estamos brigando por mais universidades, estamos brigando por mais acesso dos pobres ao ensino público, é uma briga, uma luta nossa. Estamos criando cursos específicos para nossa base camponesa, graças a Deus estamos abrindo espaço para isso, estamos doutorando e pós-doutorando gente. Então, longe de mim isso. Mas a minha crítica é a um certo enclausuramento da academia, a uma certa dependência, eu diria até uma certa escravidão de uma determinada epistemologia que eu qualifico como reducionista. E quero fazer, quero manter essa crítica, sabendo que não se pode falar da academia como um corpo inteiro pensando do mesmo jeito. Eu estou falando do pensamento predominante. Aliás, eu acho que a academia não deveria ter pensamento predominante e acho que a palavra ciência nunca poderia ser usada no singular. Então, é nesse sentido.

A sua pergunta é: “Como é que nós podemos provocar o diálogo de saberes entre o conhecimento sistematizado, o conhecimento produzido com uma determinada especificidade, de centralidade em um objeto, com um conjunto de recursos de clivagem do seu valor, com o conhecimento camponês, por exemplo, com o conhecimento popular?” Eu acho que isso é muito rico. Para mim, o primeiro princípio básico é: o reconhecimento do saber popular. É o primeiro dado. Inclusive, eu estava discutindo com um doutor da Embrapa, muito amigo, e ele dizia que esse conhecimento é muito importante, mas não é científico. É uma pessoa excelente, inclusive com um doutorado em agroecologia feito em Córdoba, em Sevilha, uma das melhores coisas que temos, hoje, no globo. E eu disse para ele: “Professor, não é que não seja científico. Ele é científico. Só que ele usa outra epistemologia.” E tem que reconhecer a epistemologia do saber popular e ser capaz de entendê-la a partir do fundo. Por que ele conclui que plantar rabanete na lua cheia, o rabanete não cresce? A folha cresce e o tubérculo não cresce. São milhares de anos de observação. Para ele, a observação dele concluiu isso. Mas, se algum agrônomo se

meter a estudar, vai ver que a própria exposição à lua cheia, no período inicial do crescimento, de uma planta de ciclo curto e que tem de dividir a energia entre a produção de tubérculo e a produção da folha e que a lua cheia é ampliadora do processo de fotossíntese, ou expõe mais à fotossíntese, é claro que ela vai dar o resultado adequado. Eu tenho uma outra epistemologia chegando a uma conclusão semelhante. Então, esse diálogo de saberes eu acho muito importante e infelizmente isso não está acontecendo. Deveria acontecer muito mais.

As outras questões: academia, biossegurança. Acho que a academia tem um papel muito importante para criar essa cultura de biossegurança. Mas na discussão dos transgênicos foi uma coisa terrível, porque a academia se fechou: “Querem proibir o avanço científico”. Então, ela ajudou a colocar. Eu estou falando de academia, são setores hegemônicos porque teve honrosas e brilhantes e excelentes exceções. Mas se fechou, com medo de que houvesse um movimento dos ambientalistas e dos movimentos sociais para acabar com a ciência e acabar com a pesquisa, etc. Eu entendo que é preciso abrir esse debate. Eu faço o seguinte raciocínio: se nós vivemos em uma sociedade de risco, com tecnologias de risco e um histórico de problemas gerados por tecnologias mal-assimiladas, nós temos de ter uma cultura enorme em prevenção de riscos. E isso tem de ser incorporado. Incorporado na Embrapa, na academia, etc.

Sobre minhas observações empíricas sobre os transgênicos (isso vale para os transgênicos e para as nanotecnologias): o transgênico não é algo isolado, é um pacote. É uma intensificação dos herbicidas, é uma intensificação de monoculturas em uma determinada região. É preciso analisar o pacote e os impactos do pacote. Não é só ver se aquele gene incorporado naquela semente, lá no laboratório ou na casa de vegetação, ou no experimento de pequeno espaço, dá um resultado. Bota isso a campo, vai dar o quê? Vou dizer o que tenho observado. Sujeito à pesquisa científica dizer: “É tudo besteira. A causa é outra.” Mas até não fazer a pesquisa, não pode determinar uma relação de causa e efeito. Como antes não acontecia e passou a acontecer depois da introdução do transgênico, isso me leva a perguntar se essa não é uma causa? É o início da ciência. Ou eu estou falando bobagem para vocês, que são acadêmicos? Ovos que não descascam no período da produção de soja. Aumento de aborto dos animais, em vacas e suínos; aumento extraordinário de alergias, inclusive com o sistema público do SUS tendo de dobrar ou triplicar medicamentos para alergia nas regiões onde os agricultores utilizam maciçamente essa tecnologia. Aumento da incidência de câncer. O câncer já é uma epidemia no meio rural, pelo menos no Rio Grande do Sul, mas eu estou vendo isso no Brasil, é uma epidemia. Teve um tempo em que a gente ficava sabendo que alguém tinha morrido de câncer. Agora, ficamos surpresos quando alguém não morre de cân-

cer. Mandiocaís que não sobrevivem nessa região. Parreirais que definham e não sobrevivem. Tomateiros que não sobrevivem.

No lugar onde nós recuperamos uma área degradada e transformamos em agrofloresta, nós tínhamos alguns ingazeiros que plantamos, é uma planta nativa do Brasil, uma planta importante. E quando passaram o *hand-up* na soja do vizinho, soja transgênica, eu disse: “Graças a Deus que o vento está para o lado de lá”. O vento não vinha em direção da agrofloresta que estávamos fazendo ali. Eles pulverizaram de manhã. O vento deve ter virado, da meia-noite em diante. Eu fui dormir à meia-noite e não tinha vento, ainda estava o vento Norte. E, na madrugada, o vento deve ter virado, o vento do Sul, virou. E a brisa do Sul só trouxe a aragem da pulverização feita de manhã. Encrespou todas as folhas do ingazeiro. Contaminação. A soja tem uma baixíssima capacidade de polinização. Ela poliniza, no máximo, 3%, e no máximo a 8 metros. No Rio Grande do Sul, não se consegue mais produzir soja pura, com baixíssimo grau de polinização. Imaginem o milho. Os insetos mudando de comportamento. Tem um inseto, não sei o nome científico dele, nós chamamos de Patriota ou Cascudinho, um insetozinho verde que ataca normalmente a batatinha e o feijão, atacando a soja. E desenvolve-se rapidamente, tendo de ser pulverizado da soja. A soja gigante teve um desequilíbrio e virou um “bicho” alto, um metro, o dobro das outras. E não produziu soja. Isso aconteceu no Paraná. E mais a ferrugem e as reboleiras amarelas que surgem a cada ano. Eu paro na estrada e vou ver, a cada ano as reboleiras amarelas maiores, na beira de estradas. Então, se a ciência estivesse preocupada com a biossegurança e com o futuro dessa tecnologia, deveria estar pelo menos pesquisando isso. Cada uma dessas coisas aqui eu levo e reúno agricultores que contem isso. E a maioria delas eu vi pessoalmente.

**Richard Domingues Dulley** – Respondendo ao colega: Ao falar depois do doutor Pat Mooney e de Sílvia Ribeiro, eu me senti como o fiel falando depois do padre sobre o catecismo; eu havia anotado aqui, mas ainda não tinha a capacidade crítica do ETC. E as pessoas, quando chegam a ter o primeiro contato com a nanotecnologia, têm duas alternativas: interesse ou desinteresse. Os meus colegas de trabalho não se interessaram. Quando você se interessa, você passa por uma fase de informação, estupefação e credibilidade. Eu estou em uma fase, agora, tentando entrar em uma visão crítica. Porque, para ser crítico, primeiro você precisa se informar. Agora, eu acho que já tenho um certo grau de informação e posso ir para a crítica.

Mas, basicamente, os riscos, acho que foi levantado, se você entrar na internet, existem *sites*, como eu disse, que pedem a liberação total, e outros que se opõem

totalmente, além daqueles que estão “em cima do muro”. Mas há riscos, mesmo, sem dúvida.

**Magda Zanoni** – Então, vamos passar à segunda rodada, permitindo a Eliane Moreira que faça sua pergunta.

**Eliane Cristina P. Moreira** – A primeira pergunta é para frei Sérgio. A última vez que o ouvi falando foi em uma discussão sobre o anteprojeto de lei que o Executivo preparava sobre biossegurança, no Ministério do Planejamento, em Brasília, salvo engano. Eu ainda era secretária-executiva do CTNBio. Naquela época, um dos argumentos fortes dos defensores dos transgênicos era que, no Sul, boa parte dos camponeses já havia incorporado a soja transgênica e que, portanto, era um movimento inevitável. De certa forma, esse argumento foi usado para legitimar as tantas medidas provisórias que vieram posteriormente e a própria feitura da lei. Eu queria ouvi-lo a respeito de sua avaliação sobre qual é a capacidade do camponês permanecer, de absorver essas novas tecnologias. Na Amazônia, a soja transgênica tem entrado e o que se vê é que, apesar da empolgação inicial com o assunto, rapidamente, depois de alguns meses, o camponês tem de vender a terra dele para poder pagar o herbicida. Eu queria ouvir um pouco de sua experiência lá no Sul.

Para o doutor Paulo, da Embrapa, eu realmente não queria que o senhor me levasse a mal, vou tentar fazer minhas considerações da forma, vamos dizer, menos grosseira possível. Mas é que, efetivamente, eu discordo de muitos pontos que o senhor colocou. Muito me assusta ver essas comparações entre Brasil e Coréia. Acho que são comparações absolutamente infundadas. Quando a gente ouve a Syngenta falando, a gente coloca no pacote geral; mas quando é uma empresa pública, eu realmente fico bem angustiada com isso. É ainda mais complicado quando se entra na comparação do Brasil com o resto dos países e a comparação de Brasil com Brasil. Porque os desníveis Norte-Sul de que tanto se fala existem dentro de nosso país, sendo que nas regiões Norte e Nordeste as situações são muito semelhantes às do Hemisfério Sul, em termos globais. E no Centro-Sul, situações muito parecidas com as do Hemisfério Norte, também no contexto global. Por essa razão, acho muito complicado aceitar os quadros comparativos que o senhor colocou. E até vou usar aqui o benefício da dúvida, pois em muitos momentos o senhor falou: “São significativos esses dados”. Eu queria saber o que o senhor entende por “significativos”. Porque, se só se entende que é desigual, abafa-se uma realidade concreta, de que o eixo hegemônico deste país está no Centro-Sul. Então, quando se fala que na Região Norte há poucos recursos humanos, poucas pesquisas, isso tem uma razão de ser. Os grupos do CNPq que distribuem os financia-

mentos são grupos formados pelo eixo Sul-Sudeste e alguma coisa do Centro-Oeste. Então, é complicado levar imediatamente a esse tipo de conclusão. É complicado, ainda, dizer que a ciência e tecnologia está muito desenvolvida no resto do país e não no Norte-Nordeste, quando se precisa estabelecer o que é ciência e tecnologia, e volto a falar de frei Sérgio: eu só aceito falar de ciência e tecnologia se falarmos de ciências, ou se estabelecermos um quadro comparativo do conhecimento local, do conhecimento tradicional, das tecnologias tradicionais que existem, por exemplo, na Amazônia, e fizermos a comparação disto com o resto do país. Talvez aí essa comparação possa, de alguma forma, levar a conclusões mais consistentes.

Finalizando minha reflexão sobre essas conclusões, também queria pedir muita atenção quando formos comparar patentes e dizer que Estados Unidos, Japão, Canadá têm muitas patentes e, por isso, são desenvolvidos, porque nos Estados Unidos, se eu descrever bem a minha mãe e conseguir fazer uma boa venda da imagem dela como algo muito novo, eu consigo patentear a minha mãe. Efetivamente é isso, é um sistema altamente pervertido o que temos hoje em dia naquele país.

Só para finalizar, quando o senhor apresentou a rede que o senhor está montando, eu senti falta das comunidades locais. Elas não são o terceiro setor e elas não se consideram terceiro setor. Um ribeirinho, um extrativista, um castanheiro, um seringueiro, não são terceiro setor, não dá para tratá-los como tal. E são atores primordiais nessa cadeia de inovação que envolve, não sei se a palavra é agronegócio, mas é uma palavra, enfim, que envolve as agriculturas. Embora eu entenda que a agricultura familiar, o campesino contribui, e muito, para o tal agronegócio. Eu teria outras considerações, mas, com isso, eu encerro. Muito obrigada.

**Petrus D’Amorim Santacruz de Oliveira** – Quero fazer uma réplica com relação ao comentário de Sílvia Ribeiro. Mas, antes, queria comentar também, pegando o gancho da pergunta da colega, com relação aos índices apresentados, da Embrapa. Eu tenho mostrado alguns índices também, como coordenador de inovação da Rede Renami de Nanotecnologia e não são bem estes, porque nós gostamos de normalizar essa produtividade pelos recursos investidos. E, no momento em que você normaliza a produtividade científica e tecnológica por recursos investidos por região, a coisa muda. Eu posso mostrar, aqui, que a ordem que aparece aí não mostra nenhum tipo de vínculo com o novo ranqueamento da produtividade normalizado pelos recursos investidos pelo Estado.

Além disso, eu queria comentar a importância, em um debate como este, de tocar na questão da nanotecnologia vinculada a quem interessa. Eu acho que deveriam estar sendo discutidas as questões que estão causando impacto agora sobre o meio ambiente. Quando se fala de câncer de pele, tem relação também com

isso e outros tipos de câncer. E, no final das contas, não se deveria deixar questões como essas em aberto e, principalmente, quando se tem, no caso, um debate que deve ter transparência. Raciocínios falaciosos com relação, por exemplo, à própria nanotecnologia, quando houve confusão entre lipossomas e nanopartículas. Eu acho que a população deveria estar mais esclarecida, deveríamos contribuir para a transparência da informação.

E, no final das contas, eu fiquei surpreso porque, nas brilhantes colocações de frei Sérgio, em momento nenhum ele se colocou falando pelos camponeses, por exemplo, apesar de ter muito mais propriedade para isso. Eu fiquei surpreso quantas entidades você representou aqui, porque você falou até pelos camponeses, quando você respondeu à minha pergunta. Além de falar pelos camponeses, você falou por todos os brasileiros. Eu fiquei surpreso com a quantidade de entidades e de facções, vamos dizer assim, de setores que você representou quando respondeu a essa pergunta de forma tão simples, quando é uma pergunta um pouco mais profunda. Então, acho que não se pode trocar raciocínios simples para questões tão complexas e tão importantes. O que se quer é esclarecimento, é participação da comunidade em questões como essa, mas não passando informação falaciosa para a comunidade, mas sim mostrando exatamente o que é que tem de verdade, e a comunidade é que tem de decidir e não nós estarmos respondendo pela comunidade, nem estarmos nos colocando como representantes de uma comunidade que nós não representamos. É por isso que preferimos trazer a comunidade para dentro da universidade, e a questão da extensão universitária é uma coisa prioritária. Neste momento, acredito que devemos ter esse diálogo, não precisamos de representantes ou, pelo menos, nossos camponeses não precisam de pessoas que os representem. Eu acho que eles mesmos falam por si sós e têm, realmente, uma consciência muito maior do que a gente imagina.

**Magda Zanoni** – Eu sou da mesa, mas gostaria também de fazer perguntas, rapidamente. Para o doutor Paulo Cruvinel, eu voltaria também à comparação com a Coréia, que Eliane acabou de fazer, porque eu acho que é interessante, de um ponto de vista metodológico, integrar dados como taxa de analfabetismo, ou de alfabetização, na Coréia; acesso à terra, ao fundiário no Brasil e na Coréia; distribuição da renda, no Brasil e na Coréia, para, depois, fazermos a comparação das grandes produtividades provindas pelas tecnologias, pela indústria, pela exportação, etc. Eu acho que a questão de comparação de dados é uma simples questão de metodologia para podermos comparar com outros elementos porque, senão, isolamos um elemento do contexto global. Se a Coréia tiver 90% de alfabetizados e o Brasil tiver 50%, eu já posso dizer algo mais do que o resultado que o doutor Paulo



apresentou. Se tiver outro dado sobre o acesso à terra, sobretudo, e a distribuição da renda, eu também já vou poder ir mais adiante em minha análise. Então, é só essa observação. Em termos do que o senhor falou sobre a sociedade brasileira, que deve participar e colaborar com a ciência e a ciência não deve ser em mão única. Mas a maioria dos participantes veio das ciências sociais e, aí, eu entro nos objetos das ciências sociais, saindo um pouco da nano enquanto tecnologia específica, e eu diria: que sociedade? É o mesmo homem brasileiro que vai se tratar no posto de saúde pelo SUS e o que se interna no Albert Einstein? É o mesmo homem ou mulher brasileira que trabalha no campo como pequena camponesa, mal tendo, digamos, o que ela pode comer e um grande produtor do Rio Grande do Sul, o qual tem 30 mil hectares e que tem 5 mil bois? Então, não dá mais para falar na sociedade. A relação ciência-sociedade, a ciência não é neutra e a sociedade é dividida. Se eu sou de uma corrente ou de outra, de um pensamento econômico e político, eu posso dizer que a sociedade é dividida em classes, a sociedade é dividida em grupos, a sociedade é dividida em categoriais sociais. Mas eu não posso mais falar na sociedade em geral, porque eu posso dar um exemplo aqui, que me machucou, por assim dizer. Eu tenho um projeto de pesquisa na Amazônia, na reserva, de desenvolvimento sustentável do Rio Iratapuru, no Amapá. E lá vivem 50 famílias de castanheiros com crianças deitadas, nas crises de eclosão da malária, dormindo no chão durante dias e dias, sem casa ou numa casa paupérrima, com uma rede, sem um posto de saúde. E isso fica a sete horas de ônibus de Macapá. Com uma vizinhança, de Laranjal do Jari, que é a duas horas de barco e ônibus. Essa população é de castanheiros. Esses castanheiros exploram os produtos da floresta, sobretudo a castanha. O que acontece? Entra lá uma empresa, que eu posso dizer o nome porque não é segredo para ninguém, que usa biotecnologia e que trabalha retirando da reserva o breu e outros óleos que estão nos cosméticos, que é a Natura. A Natura chega e faz biotecnologia com o que ela retira dos castanheiros e os castanheiros vendem. No início, quando a Natura chegou, ela propôs pouco mais de três reais para o quilo do breu. Os castanheiros quase entraram no negócio, mas depois foram a Belém, foram a outras localidades e viram que o quilo do breu estava de R\$ 33,00 a R\$ 35,00. Aí se armaram, negociaram e conseguiram os R\$ 35,00. Este breu é vendido em um perfume, que é estilo antigo, que tem um cheiro madeirado, que tem um pouco de cheiro de incenso. Ainda não temos a língua ou o nariz eletrônico, mas dá para sentir bem. Este perfume, um frasco dele é vendido a R\$ 140,00. Esse é um exemplo bastante significativo do que é o acesso às tecnologias. Acesso à biotecnologia não existe. Existe uma empresa que explora a comunidade, que retira, pagando um pouquinho mais, dando um pouco, porque deram R\$ 140 mil no fim do ano para a associação, etc., mas paga um quilo de breu

a R\$ 33,00 ou R\$ 35,00 e vende um grama de breu, que vai naquele perfume, por R\$ 140,00. Eu pergunto: qual é a utilidade da biotecnologia para essas comunidades da Amazônia? E esses casos podem ser citados às dezenas e centenas. Então, acredito que haja outro aspecto quando o senhor fala na ciência. A ciência não é neutra e isso, a História, desde o iluminismo, já se estudou isso, desde a Revolução Francesa. Já há várias histórias da ciência, publicadas. A ciência sempre favoreceu, durante toda a História, desde o seu nascimento e na Renascença, setores específicos da população. Desesperador foi o caso da União Soviética e dos países socialistas, que quiseram uma ciência para todos e não conseguiram.

Tenho a impressão de que, daqui por diante, temos de trabalhar com elementos de diferenciação. Não existe ciência neutra, a ciência, como eu já disse aqui, é o resultado de um processo social e político, é o resultado de uma escolha de desenvolvimento, é o resultado da escolha de um modelo de sociedade. E é essa ciência que está aí, com equipes de ponta e equipes que não conseguem nunca uma bolsa do CNPq, porque há uma seleção dos projetos, há uma seleção das linhas de pesquisa, mesmo dentro da Embrapa. E eu sei disso porque acompanhei de perto toda a evolução da equipe de agricultura familiar dentro da Embrapa, que não é tão beneficiada quanto as equipes do agronegócio. Eu proporia que se começasse a fazer, nas universidades brasileiras, uma análise do sistema institucional de produção científica no Brasil, para poder dar nome às coisas. As diferenciações em termos de financiamento definem a escolha de pesquisa dos pesquisadores. O pesquisador que não pode avançar na carreira porque não tem bolsa do CNPq, porque não tem financiamento do CNPq, é um pesquisador que, ou aceita isso e não faz carreira, ou vai direcionar sua pesquisa para os interesses que o governo define. O Ministério da Ciência e Tecnologia define a pesquisa científica neste país, por meio do CNPq. Então, como é que nós vamos resolver essa situação?

Eu não acredito, por exemplo, que a pequena agricultura familiar seja ou tenha sido tão beneficiada, no Brasil, como o agronegócio. E agora, os plantadores de arroz no Rio Grande do Sul, que não pagam a dívida ao Banco do Brasil há 20 anos, estão pedindo a absolvição da dívida. E a acumulação da tecnologia e do lucro durante 20 anos, com quem ficou? Essas questões mostram que nós temos de trabalhar interdisciplinarmente nas questões de ciência e sociedade. As ciências jurídicas, a economia, a história, para nos dar um recuo. Temos de ter e, no Brasil, temos muito pouco esse encaminhamento da História em fazer apelo à memória. Nós somos o país do futuro e estamos no presente. Mas, e o que ficou para trás? Não são muitos anos, mas são anos. E toda a nossa história da colonização nos ajuda a pensar. Qual é o imaginário social deste país, da dependência do clientelismo, do coronelismo? Por que os castanheiros aceitam se fa-

zer explorar desta maneira? Há razões em nível do simbólico, que os antropólogos já estudam.

O que eu quero dizer é que essa discussão é muito interessante porque ela define as necessidades de uma nova maneira de trabalhar em ciência. A questão da biotecnologia e dos transgênicos não pode ser analisada só pelos biólogos moleculares. Tem de ser analisada pelos antropólogos. Uma excelente tese em antropologia no Rio Grande do Sul, que eu recomendo a todos, é de Renata Menache, sobre as representações dos habitantes consumidores da cidade de Porto Alegre sobre os transgênicos. Mas ela é a única. Há pouquíssima coisa sobre o que pensa o consumidor e mesmo dentro da comunidade científica, o que pensamos dos transgênicos, o que pensamos da biotecnologia, o que pensamos da biodiversidade, qual a nossa concepção da biodiversidade. Há divisões em todos os momentos. Então, a diversidade que existe não deve ser eliminada, mas deve ser pensada, refletida e confrontarmos as contradições. Há paradoxos? Há. Vamos assumi-los. Há contradições? Há. Vamos assumi-las. E, depois disso, essa dinâmica criada vai nos dando outros elementos para resolver as situações. Mas eu acho que a complexidade não é só a complexidade do real. A complexidade é a complexidade das inter-relações entre as diferentes ciências que podem tratar de uma tecnologia. Biotecnologia é genética? É. É biologia molecular? É. É botânica, no caso da fitologia? É. Mas é direito, porque existe um problema de patentes. E é o que mais? É economia, porque as multinacionais estão aí, os *royalties* da Monsanto estão aí. E como eu vou trabalhar essas questões? Então, eu acho que só se pode relativizar as escolhas tecnológicas quando se puder estabelecer uma relação de diálogo entre as ciências sociais e as ciências da natureza e as agronomias e as técnicas. É isso, obrigado.

**Paulo Cruvinel** – Inicialmente, que sociedade? Eu acredito que essa reflexão é muito importante. Estou em sintonia com essa reflexão mas, faço aqui algumas considerações. Eu acho que a compartimentalização de uma sociedade em classes é algo muito sério, muito crítico. Penso que nós temos de ter o nosso sonho maior, que é uma ciência para todos, e construir essa realidade, mesmo com esse diagnóstico presente, muito bem analisado e muito bem colocado pela senhora, com o qual eu concordo. Mas acho que não devemos simplesmente dizer: “Vamos de fato trabalhar e classificar pessoas, indivíduos, grupos”. Tem que ser uma ciência para todos. Isso nos remete a uma questão de base, que é o contexto das políticas públicas. Como, de fato, construir as políticas públicas adequadas, para que isso possa de fato acontecer, neste nível de sociedade? Então, eu faria essa reflexão.

Com relação aos dados que apresentei, quero me desculpar se trouxe algum constrangimento para a colega que está presente. Na verdade, a intenção não foi

essa. Permita-me explicar. Na verdade, nós temos uma visão de diagnóstico para prognóstico. Nós trabalhamos os dados conforme eles estão publicados pelas fontes que foram citadas. É lógico que nós poderíamos tratar esses dados, normalizá-los, como foi mencionado pelo colega. Mas é importante que se diga – e, aí, talvez tenha havido uma falta de entendimento por parte de quem fez o questionamento – o porquê da Coréia. Nós não estamos comparando o Brasil com a Coréia. Nós não temos, de maneira nenhuma, a intenção de importar nenhum modelo para o Brasil. É simplesmente por um dado de base, porque a Coréia é um país cujo número de publicações científicas referenciadas é compatível com o número de publicações científicas referenciadas que o Brasil produz, que tem na sua base de informação gerada. Então, esse dado nos levou à seguinte reflexão: se temos uma sociedade cujo número de resultados científicos publicados é equivalente, vamos ver, agora, o que isso está retornando para a própria sociedade, como resultado. Aí, fomos na questão dos dados publicados em números de patentes, em que também cabe uma reflexão: concordo que patente e número de *papers* não devem ser os únicos indicadores. Inclusive, nessa área do agronegócio, nós temos de construir novos indicadores, do próprio segmento. Eu acho importante, mas que sejam indicadores que não sejam válidos só aqui no Brasil. Eles têm de ter validade mundial. Então, a razão de aparecer a Coréia não foi para fazer uma comparação e, sim, usar um atributo, de forma que há um dado referenciado, de número de *papers*, que é compatível com o número de artigos produzidos no Brasil. Agora, o que isso, de fato, está gerando como resultado tecnológico, patentes e retorno à própria sociedade? Aí aparece a questão do PIB. São realidades diferentes, mas veja o resultado desse movimento de geração do conhecimento e transferência desse conhecimento para a sociedade, a absorção desse conhecimento pela sociedade. Você sai de um PIB de US\$ 95 milhões para um de US\$ 264 milhões, que é o que a Coréia contabiliza hoje. Então, por essa razão apareceu a Coréia e não houve a intenção de fazer comparação. Isso na questão países. Na questão interna, muito menos. Novamente, quando nós apresentamos os dados das regiões do Brasil é porque a Rede de Inovação tem por finalidade trabalhar essa riqueza da diversidade regional, reconstruir a macropolítica. Mas é importante que se faça um diagnóstico: qual é a nossa realidade, hoje? Esses dados que foram apresentados trazem parte dessa visão. Mas não existe um diagnóstico. Então, aí é que eu acho que, talvez, tenha havido uma falta de entendimento. Desculpe-me, não foi a intenção trazer um constrangimento nesse sentido. Mas, de qualquer maneira, o que se apresentou aqui foi para mostrar um retrato do Brasil no contexto ciência e tecnologia, como os governos estaduais estão alocando os recursos, como estão as questões de depósitos de patentes, como estão as questões de publicação.

E veja você, de um diagnóstico, como é que nós partimos para um prognóstico? Então, nas regiões com participação da sociedade, vou concordar com sua observação sobre a questão das comunidades locais. Na verdade, o que esperamos é que, a partir do momento em que foram estabelecidas as bases regionais em que se trabalha essa visão das comunidades locais e que se traga de forma mais forte para dentro do processo, entendo que sua reflexão é muito importante. Mas, só para finalizar, não houve, aqui, uma intenção de comparar regiões. Na verdade, cada região tem sua particularidade. É importante que se busque, em uma visão de diagnóstico, conhecer as nossas realidades e, aí sim, começar a discutir e a trabalhar um modelo que leve a políticas públicas, que tragam maior consistência nessas realizações de sociedade. Foi essa a visão. Muito obrigado pela reflexão que foi mencionada, acredito que respondi a todas as questões. Na verdade, a sua está dentro desse contexto da normalização, quero dizer, o objetivo não era trabalhar esses dados e sim mostrar os dados brutos, conforme estão publicados pelas fontes. Muito obrigado.

**Sílvia Ribeiro** – Talvez você tenha ficado sentido com minha resposta, acho que falei até agressivamente, de forma pessoal, e peço desculpas por isso. Mas quero dizer que você colocou duas perguntas muito capciosas. A primeira: é bom para tudo, novas coisas para a saúde, etc. E a segunda: a quem interessa o não-desenvolvimento da nanotecnologia? Você já tem uma resposta para isso, há uma lógica embutida. A resposta que você esperava já era assim, não é? A quem interessa o não-desenvolvimento da nanotecnologia no Brasil, então eu diria: aos países que têm mais desenvolvimento, Estados Unidos, Japão, à Europa. Mas eu não penso isso. Eu penso que isso é um mito falso. Então, eu não vou contestar o que você espera. Se você quer que eu me coloque como você pensa, não me pergunte. Se você me pergunta, então é no contexto do que eu penso e o que eu penso é isso. Porque eu acho que essa é uma lógica que está errada. Se você questiona a quem interessa, conseqüentemente está questionando se interessa a alguém mais, compreende? Eu não estava falando em nome de ninguém e é o que eu penso em relação a que o Brasil não desenvolva a nanotecnologia. Não estou falando representando o Brasil. E, com respeito ao uso da energia, o protocolo de Kioto (de manhã e à tarde já foi feita a discussão), o único momento em que os Estados Unidos ficaram interessados no Protocolo de Kioto (que, na verdade, não é nada porque não tem alcance para nada, para o aquecimento global, é uma coisa completamente superficial) foi quando viram que teriam oportunidade comercial de aplicar tecnologias. Na solução eles não ficaram interessados. Isso já foi falado antes, sobre coisas muito graves a respeito da aplicação da nanotecnologia como

geoengenharia. Então, quero dizer que, se de forma pessoal ofendi a você, quero pedir desculpas, ou a qualquer outro a quem eu tenha ofendido. Mas essa é a minha resposta, não é em nome de ninguém, é só o que eu vejo. Obrigada.

**Frei Sérgio Gorgen** – Eu tenho duas perguntas para responder e depois gostaria de dar um palpite sobre mais um ponto. Alguém me fez uma pergunta, por escrito, por que se opta por fazer grandes investimentos em pesquisa com transgenia, com nanotecnologia e menos com agroecologia, por exemplo. E é absolutamente verdade e eu até poderia estender um pouco mais: por que não se pesquisa, por exemplo, a fitoterapia, a botânica brasileira para produzir fitoterápicos e manejo integrado de pragas ou bioinseticidas, controle biológico e por aí fora? Nós temos experiências práticas muito interessantes, que poderiam ser desenvolvidas. Mas é aí que estão os interesses. A quem interessa uma, a quem interessa outra? Por que, por exemplo, não estamos desenvolvendo agroflorestas ou plantas nativas, melhoramento de árvores nativas nossas, para a produção de celulose, de madeira, etc.? Temos de usar exóticas, com alto custo ambiental, como o pinheiro ambiental, como o eucalipto, como a acácia. Eu não conheço grandes pesquisas sobre isso e me sinto mais ou menos bem informado. E quem, no fundo, tem interesse no financiamento, isso eu já disse antes, quando falei sobre esses dois movimentos da sociedade contemporânea, que são a centralização do capital e a privatização do conhecimento. Eliane, a capacidade de indução do processo da revolução verde é um negócio impressionante. E aconteceu o mesmo com os transgênicos, é evidente que os camponeses cultivaram. E estão arrependidos, hoje o arrependimento é muito grande. Inclusive, na época eu tinha situações de ambiente, por exemplo, em que eu não podia chegar, por ser crítico disso. Minha terra natal tem uma grande feira agropecuária, que é a Expo Direta. Tem 55 deputados no Estado do Rio Grande do Sul e só tem um daquele município. Eu fui o único que não foi convidado para essa Expo Direta, porque tinha críticas aos transgênicos. Eu nunca tive uma posição contrária *in totum*, muito mais por normas e biossegurança. E ainda mandaram um recado: “Se você aparecer lá, você vai ser linchado”. Na época daquele calor que se criou com o Roberto Rodrigues indo lá, aconselhando os agricultores a pressionarem o governo, porque aí dava força para ele, etc. ensinando a fazer “tratoração”. Agora, eu estou dizendo para o Roberto Rodrigues: “Vá lá, falar da falência dos agricultores. E não são os pequenos, porque os camponeses incorporam mais de forma criativa, eles sempre têm um jeitinho de ir se livrando. Mas os grandes agropecuaristas estão todos com sérios problemas. E não tenho lágrimas para eles. As minhas lágrimas estão reservadas para outros seres humanos.

Outra coisa importante do camponês é que ele tem uma capacidade muito grande de assimilar, mesmo inovações tecnológicas. Camponês sempre esteve muito atualizado com as inovações tecnológicas na agricultura. Ele se desatualizou nos últimos anos porque não tem mais como se atualizar, porque o controle do conhecimento é totalmente concentrado.

Por último, eu gostaria de falar sobre patentes. Quando eu era pequeno, patente era outra coisa, em minha terra. É capunga, no Nordeste, não é? O resultado é quase o mesmo. Eu sou contra patente, qualquer tipo de patente, por princípio. Porque o conhecimento é um processo cumulativo da humanidade. Ninguém cria nada sozinho. Alguém patenteia alguma coisa que descobriu; mas o que ele descobriu não é um processo de milhares, que às vezes estão pesquisando, e ele vai somando conhecimento? Um processo cumulativo de séculos, de anos e mais anos. Um gênio como Einstein é um sujeito individual ou é um sujeito coletivo?

Eu levei uma lição de moral e de ética do meu provincial, há poucos dias. Eu cheguei ao aeroporto de Brasília, havia um livro que me interessou: *Agrotóxicos*, de um professor da UnB, doutor e não sei das quantas, e pós não sei o quê: César Cope Grisoli. É, um monte de pós e um monte de títulos que ele tinha lá fora e tudo mais. E o livro me interessou, tem pouca literatura sobre o assunto neste país, quase nada. Comprei o livro e comecei a ler no avião, muito interessado. E como é um assunto muito técnico, com muita informação, eu tenho uma forma de ler: começo pela parte em que tenho mais domínio, para saber se as informações batem ou não. Eu fui ao capítulo dos transgênicos. E ele me plagiou duas páginas inteiras, do meu livro, inclusive com os pontos e vírgulas. E eu comecei a ler e pensei: “Mas isto aqui é meu!”. Vocês, que têm experiência de escrever, sabem que quando se escreve, se relê várias vezes o que se escreveu. E ali estavam duas páginas inteiras, que ele me copiou, sem citar a fonte, sem nada. Eu acho que é chato citar um sujeito que é assessor de sem-terra; deve ser, para a academia, então, um negócio horrível. Mas acho que ele achou o texto bom e, então, colocou como seu. Eu pensei: “Eu vou processar esse ‘desgrama’”. Aí eu fui para o meu provincial, e ele disse: “Mas você defende que as idéias não têm dono e vai agora justamente fazer isso?” É um problema dele, não é meu. Senão, eu entro em contradição com isso, não é? Então, eu acho que nós temos de começar a fazer um debate filosófico, ético, sobre as patentes. Mas vamos dar “de lambuja” as patentes que possam ser justificáveis. Mas biopatentes, pode? Muito obrigado, agradeço a oportunidade e também saio daqui muito enriquecido.





# SESSÃO 5

## NANOTECNOLOGIA, INOVAÇÃO E ÉTICA



Coordenador:

Ruy Gomes Braga Neto

Conferencistas:

José Manuel Cozar Escalante, Ricardo de Toledo Neder e Ricardo Timm de Souza

*Key note:*

Petrus D'Amorim Santacruz de Oliveira

Campo magnético circundando um cristal de ferro de 35nm de diâmetro no interior de um nanotubo de carbono de 190 nm de diâmetro (Cambridge University).

## Nanotecnologias e poder: em busca de uma nanoética

José Manuel Cozar Escalante

Começo falando sobre o *bookball*, uma das nanopartículas mais populares. Mas na imagem que tenho, ele perdeu sua forma esférica simétrica, está um pouco achatado aqui. Eu tentei corrigir isso, mas percebi que não seria um símbolo apropriado. Acredito que muitos aqui presentes acham que o mesmo pode acontecer com nanotecnologias. Elas não são tão perfeitas assim, tão esféricas. Elas acabam resistindo à manipulação humana, são grudentas, elas “colam” na gente, como os peritos gostam de dizer. E têm uma afinidade com o mundo e com o ambiente natural. Aquilo vai ficar conosco, vai grudar em nós no sentido físico e metafórico. E não vai ser fácil nos livrarmos delas, se não gostarmos dessas partículas ou se decidirmos que não as queremos mais.

Para compensar a leitura de tantos relatórios técnicos sobre nanotecnologia, às vezes eu gosto de recorrer aos filósofos clássicos, na busca de inspiração. E aqui, eu tenho duas citações, uma de Platão e outra de Aristóteles. Em *A República*, no Livro V, Platão diz que o conhecimento e a opinião têm poderes distintos e também têm esferas distintas ou matérias distintas. E Glauco responde: “Isso é certo.” A segunda citação é de Aristóteles, *Éticas nicomaquianas*, Livro 3: “Nós deliberamos sobre coisas que estão dentro de nossa esfera de poder e que podem ser realizadas. E isso, na verdade, é o que sobra.” Eu não vou comentar agora essas citações, espero que minha palestra possa ser entendida como um desses comentários.

Para evitar possíveis mal-entendidos, devo dizer que não sou contra as nanotecnologias ou contra inovações tecnológicas. Ao contrário, acho que elas têm o potencial de melhorar dramaticamente nossa qualidade de vida, e esse é o motivo pelo qual a sociedade tem de exercer controle nas trajetórias nanotecnológicas. Isso poderia evitar a desconfiança do público ou mesmo a hostilidade pública em relação a essas tecnologias, como já aconteceu com outras tecnologias recentes.

Mas sou contra enclausurar essa questão em termos de “nanotecnologia, sim ou não”, porque isso pressupõe que existe uma realidade simples, chamada nanotecnologia. No entanto, como já foi ou está sendo cada vez mais reconhecido, o termo nanotecnologia, que é abrangente, é inútil, ou até pior, ele pode ser enganoso quando se tentam analisar de forma detalhada as implicações ambientais e sociais das inovações nanotecnológicas. Aprendendo das lições produzidas por estudos da ciência e tecnologia, a primeira precaução que deve ser tomada é não retificar essa tecnologia, mas cuidadosamente acompanhar cada projeto já em anda-

mento, para podermos entender como os sistemas ou redes nanotecnológicas funcionam. Isso inclui um grande conjunto de elementos como, por exemplo, principalmente conhecimento técnico, artefatos, instituições, os atores humanos, objetos naturais, etc. Acredito que temos de entender como essas redes acabam se dando forma em uma irreversibilidade dinâmica que tem uma ampla variedade de possibilidades. Esses conceitos são sugeridos por um sociólogo francês chamado Michelle Callon, que é um teórico da rede de atores e sugere o uso destes conceitos em geral para analisar sistemas tecnológicos. Acredito que seja muito apropriado tentar aplicar estes conceitos à nanotecnologia ou a essas inovações. Este tipo de abordagem, que nós podemos chamar de abordagem genealógica, foi inspirada por Bruno Latour e, antes, por Michel Foucault. Acredito que esta abordagem é interessante no nível epistemológico, (não só nesse nível), mas também é importante para entender a realidade nanotecnológica. Isso também aumenta as possibilidades de nós termos uma influência precoce e eficaz no desenvolvimento desses programas tecnológicos.

O aspecto mais importante que temos de encarar aqui é a questão de poder, do ponto de vista da ética, pelo menos. Mas esse conceito está carregado de valores e, embora faça a tentativa de abordar diretamente as assimetrias na tomada de decisões a respeito de novas nanotecnologias, entre os diferentes grupos que têm interesses no processo, por exemplo, pesquisadores, tomadores de decisões, privados ou públicos, outros interessados, o público em geral, essa abordagem pode nos levar a uma visão simplista das complexidades éticas que aparecem quando os elementos de uma nano-rede interagem.

Falando de forma estrita, não existe esse tipo de coisa: “nanotecnologia, você é a favor ou contra?” Isso não faz sentido, como eu disse. O que é significativo e desejável é dar bons motivos para que se apoiem ou rejeitem projetos e trajetórias específicas da nanotecnologia.

Para fazer isso, precisamos compreender melhor os poderes envolvidos na dinâmica de cada rede. A interação destes poderes é uma questão de agência, quer dizer, a habilidade de pessoas ou de coisas de agir ou de exercer o poder. O poder, entendido como agência, como realidade evolucionária e antológica, a capacidade de transformar o ambiente é positiva por si só. O problema do ponto de vista ético começa quando essa atuação é monopolizada às custas de outros e, também, quando forças, agentes forcem o caminho de ação em outras pessoas, não necessariamente por coerção. Por exemplo, isso acontece quando certos agentes são obrigados a perceber e a interpretar certas situações de uma forma que outro agente, com maior poder, impõe. Uma vez que essa é uma restrição não-autorizada, ela se torna um problema ético.

Podemos diferenciar pelo menos três tipos de nanoagência (para usar a minha nomenclatura): Primeiro, a agência do laboratório; segundo, a agência das inovações e, terceiro, a agência política. A assim chamada transferência de equipes de pesquisa e desenvolvimento para o ambiente industrial e para a sociedade como um todo pode ser mais bem vista como um processo de mediação recíproco entre esses três tipos de agência. Estamos ainda falando de transferência tecnológica, que é a coisa normal que acontece. Estamos, então, falando da interação entre esses tipos de agências, não é um processo linear.

O poder da nanotecnologia de acabar transformando o mundo depende do grau de sucesso de como essas três dimensões reforçam uma à outra, em uma autovindicação dinâmica. Este conceito foi proposto pelo filósofo da ciência Ian Hack, para entender a dinâmica da pesquisa científica. Acredito que isso pode ser generalizado para se compreenderem melhor os processos gerais, inclusive a tecnologia, a aplicação e difusão de tecnologia.

A rede, ou parte dela, representa (e este é outro conceito importante, o de representação) a si mesma. E, ao mesmo tempo, age por ou no lugar de outros. Age como um representante ou agente. Essa representação tem um significado duplo, epistemológico e político. Na medida em que o pesquisador fala e age pelas nanopartículas, o tomador de decisão o faz pela sociedade. No conceito de representação, nós temos os dois lados. É interessante conectar o aspecto epistemológico ou político a essas dimensões. No momento, diversas redes nanotecnológicas (como eu prefiro chamá-las) começam a se espalhar sobre o ambiente social e natural. Essa expansão, esse crescimento traz diversas preocupações sociais, se as redes seguirem os modelos estabelecidos por outras inovações tecnológicas. Nós temos inovações tecnológicas que foram sucessos, falhas totais ou que ficaram no espaço intermediário entre essas duas possibilidades extremas.

A respeito de inovações bem-sucedidas, isso pode ser um problema por si só. Sementes nanomodificadas, por exemplo, que limitam a liberdade do processo agrícola ou que deterioram a situação de países em desenvolvimento; dispositivos de vigilância ou que interferem na privacidade, para não mencionar as aplicações em seu uso ilegítimo, onde até o terrorismo é possível. Ao contrário, isso não atende às nossas expectativas, acaba gerando consideráveis danos e perdas econômicas, públicas e privadas, mas, mais ainda, em termos de saúde, segurança e meio ambiente.

Embora essas duas possibilidades, de inovações completamente falhas ou completamente bem-sucedidas, sejam algo com que nos preocupemos, elas representam casos extremos. Com grande probabilidade, a maioria dos produtos vai ser boa o suficiente, entre aspas, para entrar no mercado, apesar de não ser total-

mente perfeita e causar algum problema. No entanto, a combinação desses produtos com uma crescente concentração de poder em torno das novas tecnologias nas mãos de um pequeno grupo de governos ou de corporações, multinacionais, provavelmente vai entranhar as nanotecnologias em cada esfera da sociedade nos anos vindouros.

Os princípios éticos básicos e recomendações, quando obtidos de um consenso grande, são ferramentas legítimas a serem aplicadas aos muitos problemas inesperados que vão aparecer com o avanço de cada projeto de nanotecnologia e além, a partir da pesquisa e do *design*, da implementação e da comercialização desses produtos. No entanto, o pensamento superidealizado e abordagens genéricas terão pouca utilidade em termos práticos, a menos que essa meta seja promover a carreira acadêmica de alguém ou deliberar sobre a estratégia de ofuscar questões cruciais. Relatórios que incluem aspectos éticos sempre são ponto final de um relatório de recomendações éticas. Esse tipo de abordagem também se encontra. Às vezes é uma coisa meio suspeita, às vezes pode ser uma tentativa bem positiva de lidar com a pergunta, mas com muita frequência os relatórios são muito genéricos para serem assertivos.

Assim, enfatizo mais uma vez que é necessário um conhecimento preciso, caso a caso, do processo de formação da nanorede e, se agirmos dessa maneira, haverá a possibilidade de elaborar esses processos para eles serem realmente eficazes. Opor-se ao poder abusivo com uma agência ética legítima, quando necessário. Para fazer isso, é necessário estar preparado para aceitar que (até o ponto em que não existe nenhuma nanotecnologia como realidade única) a pesquisa por uma ética genérica para a nanotecnologia pode ser um caminho errôneo a ser seguido.

A ética aplicada por definição faz sentido até o ponto em que possa ser projetada para uma realidade delimitada. Mas o problema posto por uma aplicação militar certamente não será similar aos problemas da aplicação da nanotecnologia para uso em diagnóstico médico, por exemplo. Talvez alguns deles tenham certas características em comum e, em alguns casos, podem esclarecer alguma coisa e, em outros, serem absolutamente confusos.

Assim, a conclusão é que talvez a pesquisa de uma nanoética vá terminar exatamente no ponto em que a busca da multiplicidade da nanoética começa.

Gostaria de agradecer a Paulo Roberto Martins pelo convite a este seminário, e também por sua atitude calorosa, antes e durante este seminário, além de estender meu agradecimento a todos também.

# Algumas hipóteses teórico-metodológicas sobre protocolos de valor para a pesquisa social com coletivos tecnocientíficos

Ricardo de Toledo Neder

## Introdução

As aplicações tecnocientíficas na atualidade são moldadas para resultar em negócios como quaisquer outros. Porém, fazer ciência na universidade e nos centros de pesquisa é uma outra história, possível apenas como parte de políticas governamentais. Em sua essência, estas permitem que investimentos de longo prazo e de maturação difícil no meio tecnocientífico sejam incorporados ao estoque de capital dos grupos empresariais.

Tem sido defendida a integração entre os centros de pesquisa nas universidades e o circuito empresarial conhecido como modelo de incubadoras. Embora o Estado brasileiro faça clara distinção entre políticas governamentais nessa área e os interesses tecnológicos empresariais, a função do governo tem-se reduzido à de gestor de fundos públicos. Pouco tem sido feito para implementar políticas pró-ativas que articulem e dinamizem, nas universidades públicas, sua qualidade e excelência de ensino e pesquisa com a magnitude que o país precisa.

Pretendo discutir aqui os contornos de uma pesquisa social sobre ciência, tecnologia e inovações (CT&I) em áreas estratégicas que possa estabelecer bases sobre como grupos setoriais e coletivos de representação social dos interesses empresariais interpretam e reagem nas universidades públicas para dar um sentido de aplicação social ou enraizamento às inovações chamadas nanotecnologias<sup>1</sup>.

Nossa hipótese básica é de que, no interior de processos de escolhas e decisões, incertezas e conflitos, há um sujeito<sup>2</sup> tecnocientífico que assume um conjunto de pressupostos normativos e político-institucionais lado a lado com a base

---

<sup>1</sup> Do ponto de vista da filosofia da ciência nanotecnologia é tanto um campo epistêmico quanto uma fronteira tecnológica. A comunidade científica tem definido esse campo ora como escala supostamente realista para se operar a matéria (um nanômetro, que corresponde a um bilionésimo de metro, é tido como espécie de ponto mágico na escala de comprimento, em que os menores dispositivos construídos pelo homem encontram os átomos e moléculas formados naturalmente). A definição também opera de forma anti-realista, já que é mera representação de um campo de aplicações com tradição de no mínimo 50 anos (pesquisas nucleares para tecnologias atômicas). A novidade em ambos os casos é a ênfase de governos, políticas governamentais e certo empresariado para aumentar o controle e grau de precisão das técnicas usadas em análises teóricas, preparação e caracterização de materiais em nanoescala, base para uma suposta nova revolução tecnocientífica. Ver debates e análises em MARTINS, P. R. (Coord.). *Nanotecnologia, sociedade e meio ambiente*. São Paulo: Humanitas, 2005. Ver trabalho pioneiro do físico teórico: FEYNMAN, R. T. *There's plenty of room at the bottom: an invitation to enter a new field of physics*. Disponível em: < <http://www.zyvex.com/nano/> >. Acesso em: 27 ago. 2005 Ver também: DREXLER, E. W. *Engines of creation*. San Francisco: Anchor Books/Doubleday, 1986.

<sup>2</sup> Acerca da noção de sujeito, o campo de referências é muito vasto; vou limitar-me a TOURAINE, A.; KHOSROKHAVAR, F. *A busca de si: diálogo sobre o sujeito*. Trad. Caio Meira. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

epistemológica dos processos cognitivos. Os fundamentos que orientam esse sujeito coletivo (pesquisadores) são diferenciados e os discriminei como “protocolos de valor”<sup>3</sup>.

Sociologicamente, há dois grupos de sujeitos envolvidos nesse processo: 1) instituições e recursos destinados a fortalecer um núcleo interno de pesquisadores tecnocientíficos no meio empresarial (que chamarei Nipetec); e 2) coletivos de pesquisa em departamentos, centros e institutos de pesquisa nas universidades públicas, majoritariamente onde se mesclam ensino e pesquisa. São os núcleos produtores de conhecimento dotados de massa crítica teórica e empírica treinados profissionalmente e praticantes de uma especialidade científica. São uma comunidade científica<sup>4</sup>, ou núcleos de massa crítica (NMC), como passarei a chamá-las figurativamente .

No quadro de uma futura pesquisa nacional sobre ciência e tecnologia no Brasil, será importante identificar um capítulo específico sobre nanotecnologias situando a questão de como se posicionam esses dois agrupamentos, dirigentes empresariais e paralelamente os coletivos de pesquisadores que formam a massa crítica do ensino, pesquisa e extensão nas universidades públicas. Mais importante que essa taxonomia, contudo – e aqui se situa a contribuição desta comunicação – , é qualificar e identificar os elementos epistêmicos e teórico-metodológicos que orientam as relações de trabalho, conflito e cooperação entre os dois segmentos. Tomo como hipótese histórico-analítica que devemos começar pela anatomia da agenda governamental de política científica e tecnológica, cuja trajetória é buscar a associação entre Nipetecs e NMCs.

### **A economia política dos sujeitos de conhecimento**

O caso das novas tecnologias em nanoescala não escapa dessa agenda e não faz nenhum sentido analisar suas tendências fora dela. Tanto na questão central da definição do conteúdo dessa agenda quanto nas questões secundárias de escolhas dos NMCs para fomento a nanotecnologias, o problema é o mesmo: reforçar a articulação Nipetecs e NMCs num modelo brasileiro, que difere do estadunidense, coreano, francês ou alemão.

---

<sup>3</sup> Um protocolo é uma espécie de registro histórico ou identidade variável cujo papel é atuar como instância de intercessão ética baseada num princípio de responsabilidade. Ver: JONAS, H. *Le principe responsabilité : une éthique pour la civilisation technologique*. Paris: Les Edition du Cerf, 1995. Trabalhei com essa conceituação em: NEDER, R. T. *Crise socioambiental, Estado e sociedade civil*. São Paulo: Fapesp: Annablume, 2002.

<sup>4</sup> Thomas Khun estendeu-se sobre essa categoria analítica especialmente em: KHUN, T. Epilogo. In: \_\_\_\_\_. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva, 1997. p. 220.



As formas de associação entre Nipetecs e NMCs colocam questões-chave que dizem respeito, por exemplo, a como os sujeitos envolvidos vêem o ensino público e gratuito de qualidade no país (que sustenta os NMC). No Brasil, as orientações passaram a ser praticadas como promoção do desenvolvimento com base na transferência dos conhecimentos e técnicas consolidados nos NMCs para setores produtivos na economia, os quais, afirma-se, retribuem com o pagamento dos direitos de propriedade e patentes. Constatase que há baixa capacidade de interligação e sinergia entre Nipetecs e a pesquisa no ensino superior privado de graduação e pós-graduação, cuja expansão foi de 85% em São Paulo entre 1998-2002, mas sem impacto na área de pesquisa & inovações. Vem ocorrendo, ainda, uma desconcentração do sistema público de pós-graduação no país: mais acentuado para o doutorado, em outros estados brasileiros o número de matrículas e de titulados aumentou a taxas de 62% e 113%, respectivamente, muito superiores às taxas paulistas correspondentes (26% e 55% para matrículas e titulados).

Estimativas de gastos com a pós-graduação no Estado de São Paulo: R\$ 860 milhões por ano, dos quais 84% realizados pelas três universidades estaduais. Entre as agências de fomento de P&D, a Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), investiu entre 1998 e 2000, em valores médios, R\$ 508 milhões (56% do total das agências federais e estadual juntas).

Os gastos públicos anuais com ciência e tecnologia no Estado de São Paulo atingiram um patamar em torno de R\$ 2,3 bilhões, dos quais 60% têm origem no orçamento estadual (os 40% restantes vêm do governo federal). Confirma-se em São Paulo o quadro inverso do que ocorre no país. Do total aplicado em P&D no Estado em 2000, 54% correspondeu aos investimentos realizados pelo setor empresarial e 46% teve origem no setor público. Também esse aspecto contrasta com o quadro nacional.

No tocante aos gastos empresariais com P&D no país, em 2000, constata-se a concentração de 47% realizados em São Paulo. Intensifica-se a tendência de deslocamento da graduação para fora das capitais e das regiões Sudeste e Sul. No sistema internacional de patentes, as patentes para indivíduos não chegam a 26%. No Estado de São Paulo, esse número é de 60%. E, entre as pessoas jurídicas, 74% são empresas transnacionais.<sup>5</sup>

Diante desses dados, como caracterizar a agenda oficial brasileira? Segundo os argumentos correntes na década de 2000, há um quadro de C&T mais

---

<sup>5</sup> Ver: FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO. *Indicadores de ciência, tecnologia e inovações*. v. I-II. São Paulo, 2004. Ver também: Inovação: indústria investe pouco e poucos se valem da Finep e CNPq. *Jornal da Ciência*, Rio de Janeiro, n. 564, p. 3, 11 nov. 2005.

complexo com a presença do sistema de inovações. Fala-se recorrentemente na necessidade de profissionalização das atividades de gestão dos institutos e centros de pesquisa ou de profissionalização de seus ambientes gerenciais. Citam-se os exemplos de Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (Embrapa), Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), entre outras.<sup>6</sup>

Constatamos, assim, que essa agenda traz para a ribalta novos atores nos NMCs, que antes não participavam diretamente da universidade pública, embora oriundos delas e a ela devedores de sua formação básica, paga com recursos públicos. O quadro torna-se não só mais complexo, mas também complicado ética e politicamente porque as atividades ligadas aos Nipetecs continuam beneficiárias dos encadeamentos de produção dos serviços geradores de conhecimento destinados à pós-graduação e graduação do ensino público com suas redes de docentes, pesquisadores, alunos. Seu orçamento no país é proveniente, majoritariamente, das esferas estadual e federal.

O novo sistema de P&D tem, ainda, outro componente, que envolve os institutos e centros de pesquisa (objeto de fomento no caso das nanotecnologias), cujo objetivo é aumentar o raio de autonomia dos NMCs para participar de redes de pesquisa e serviços, e também assegurar retornos da propriedade intelectual e patente a pessoas jurídicas – aspecto que têm sido adjetivado como “profissionalização” da gestão dos NMCs, a fim de convertê-los em ambientes gerenciais.

Essa posição é criticada pela comunidade acadêmica sob o argumento de que não há democratização suficiente para converter essa profissionalização em benefício social.<sup>7</sup> Na visão dos analistas do setor, os NMCs competem por recursos humanos, financeiros e fomento político-institucionais escassos, e suas formas de cooperação (redes especializadas, atividades de pesquisa e desenvolvimento com outras entidades; prestação de serviços; e atuar também na formação de quadros) têm muito espaço para avançar.

---

<sup>6</sup> Ver SALES FILHO, S.; BONACELLI, M. B. Uma agenda para a promoção da inovação. *Jornal da Unicamp*, Campinas, n. 299, 29 ago./4 set. 2005; MALTA, O. L. de. *O Programa Brasileiro de Redes Temáticas em Nanociência e Nanotecnologia e o desenvolvimento sustentável*. Disponível em: <[http://www.universia.com.br/html/materia/materia\\_fcia.html2004](http://www.universia.com.br/html/materia/materia_fcia.html2004)>. Acesso em: 26 set. 2005; MARTINS, P. R. Cientistas brasileiros começam a discutir o impacto social da nanotecnologia. Entrevistado por: Eduardo Geraque. *Agência Fapesp*, 19 nov. 2004. Disponível em: <<http://www.agencia.fapesp.br>>. Acesso em: 27 ago. 2005; FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2004.

<sup>7</sup> Analisei esse aspecto em: NEDER, R. T. Orçamento das universidades e a agenda de CT&I em São Paulo: qual saída? *Revista da Adusp*, São Paulo, n. 36, p. 66-70, jan. 2006; Ver também: SMAILI, S. Ciência & tecnologia na era Lula: retórica e prática sucumbem à política econômica. *Revista Adusp*, São Paulo, n. 34, p. 34-44, maio 2005.

Esse novo papel pode colocar os novos NMCs no centro de referência da CT&I, sem que sejam explicitados os papéis e as relações com os grupos que continuam agindo na produção de conhecimento na universidade pública como função primordial. São extensão das universidades públicas. Daí a dúvida: que tipo de relação os NMCs da nova geração (inclusive nanotecnologias) terão com as universidades? Competitiva? Cooperativa? Substitutiva de seus quadros de ensino e extensão?

Esse é um tipo de situação concreta que chamo de exemplar para colocar a questão dos protocolos de valor. O deslocamento para novos NMCs já alterou o significado da vinculação do orçamento das universidades ao Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS), por exemplo, no caso de São Paulo. Se o papel prescrito aos NMCs é o de impulsionar o gerenciamento técnico, administrativo e financeiro das atividades de pesquisa e inovação, isso tende a aprofundar a relação altamente desgastante e conflitiva com os NMCs tradicionais das universidades<sup>8</sup>.

Os aspectos positivos em certas áreas (maior velocidade na implantação das inovações) podem estar dissociados de aspectos negativos noutros campos (como o da gestão do conhecimento, que deve manter relativa autonomia). Exemplo disso é a tendência da produção de pesquisas e inovações em nanotecnologias de romper fronteiras disciplinares das ciências (caso da nanobioquímica e de novas formas de inteligência artificial nas nanotecnologias biomecânicas)<sup>9</sup>. O mesmo se aplica à concepção de biomáquinas (nanoprocessos) e nanodispositivos<sup>10</sup>.

### **Protocolos de valor, conduta ética e pesquisa social**

Os protocolos de valor são historicamente mutáveis e cada época tem sua marca. Esse é o caso dos protocolos que orientam a conduta ética dos pesquisadores em várias áreas que já apresentam conflitos (informatização e automação,

---

<sup>8</sup> Ver nota 4.

<sup>9</sup> Ver, acerca das tendências internacionais, análises de Allan Schnaiberg publicadas pelo Institute for Policy Research, Northwestern University. Seus trabalhos estão disponíveis em: < <http://www.northwestern.edu/ipr/people/schnaibergpapers.html> >. Acesso em: 24 ago. 2005.

<sup>10</sup> Nanites ou nanoprocessos apresentam questões “políticas profundas sem precedentes, ao permitir que os humanos manipulem o mundo em uma dimensão nunca vista. As nanomáquinas abrem uma nova fronteira em que não há regulamentação para tornar segura e produtiva essa atividade”. Os nanites, por sua vez, são dispositivos, inteligentes ou não, que se materializam em produtos particulares. “Os dois conjuntos de inovações formam um terceiro conjunto dotado de invisibilidade, locomoção e auto-replicação” (MARTINS, 2004, p. 29). Para outras dimensões correlacionadas, ver os trabalhos do grupo de pesquisa Wisconsin Nanotechnology and Society, cujos pesquisadores vêm publicando segundo área de pesquisa dos impactos: MILLER, Clark; BEANE, Lisa. *Nanotechnology and the governance of new technologies*; SCHATZBERG, E. et al. *Nanotechnology in historical context*; SUCHMAN, M. et al. *Nanotechnology, organization and law*; NICHOLS, D.; RESCHOVSKY, A.; SCHILL, A. The economic implications of nanotechnology for Wisconsin and the Midwest. Todas as obras disponíveis em: < [www.nanotechnology and society research - uw madison.htm](http://www.nanotechnologyand.society.research.uw-madison.htm) >. Acesso em: 21. jun. 2005.

biotecnologias e manipulação genômica da vida, pesquisa biomédica associada com fármacos...). Em sua maioria, os protocolos do passado estavam associados rigidamente aos campos disciplinares e a produtos respectivos.

Diante disso, as regulamentações e códigos de conduta ou se tornarão inúteis para a nova geração de inovações interdisciplinares ou serão reformulados para adotar um novo conjunto de valores no âmbito dos coletivos tecnocientíficos e empresariais contemporâneos. O que está em questão? O rompimento dos campos disciplinares, que tende a ser aprofundado no futuro.

Se trabalharmos com essa hipótese, haverá conseqüentemente alterações dos atuais *loci* disciplinares e da forma como as responsabilidades (prêmios e punições associadas) serão distribuídas profissionalmente. Um exemplo: *scripts* rígidos do passado prescreviam que a manipulação do corpo humano estava afeta ao código de ética dos médicos. O rompimento epistemológico da pesquisa biomédica com a manipulação genômica levou a uma ruptura biopolítica<sup>11</sup>. Hoje, vários sujeitos epistêmicos e diversas áreas profissionais estão envolvidos na regulamentação, embora ela esteja sendo desenhada a partir de formatos setoriais, caso da área da saúde pública e medicina, cuja efetividade (controle) é muito questionável sobre o uso dos remédios produzidos pela indústria farmacêutica (ver caso estadunidense<sup>12</sup>), e é gravíssima a perda desse controle em todos os países onde há uma biopolítica da indústria para disseminar o consumo de massa de remédios.

A importância da discussão pública dessa questão não se reduz ao campo do debate sobre nanotecnologia; há uma evidente armadilha entre adeptos e críticos das nanotecnologias, pois um reforça o outro, e com isso ambos têm mais credibilidade na mídia e nos centros de poder que decidem os financiamentos. A relevância desse debate está em discutirmos a questão das novas tecnologias à luz do ensino público de pós-graduação e suas inter-relações com ciência, tecnologia e inovações.

### **Hipóteses teórico-metodológicas da pesquisa social**

Nesse sentido, as contribuições da pesquisa social poderão se realizar a partir de novas *metodologias de escuta* dos sujeitos atuantes em coletivos tecnocientíficos em NMCs e Nipetecs. De fato, boa parte desses sujeitos vive semi-inconsciente diante da possibilidade de vir a ser responsabilizada por não apresentar garantias suficientes de simulação e pesquisa nos testes *in vitro*, pré-clínicos e clínicos, além do conhecimento de controle das aplicações no meio ambiente humano e não-humano.

---

<sup>11</sup> Ver, a propósito, ampla discussão sobre biopoder e biopolítica em: HARDT, M.; NEGRI, A. *Império*. São Paulo: Record, 2001. p. 42-46; 335-414; 429-430.

A pesquisa social tende a investigar dois planos integrados, mas dotados de *momentum* diferenciado: 1) as avaliações dos coletivos de pesquisa tratam de afirmações (e percepções) dos cientistas e tecnólogos cujo viés é dado pela sobrevivência profissional, associada a valores cognitivos. Um está intimamente ligado ao outro, pois o primeiro decorre de uma representação legítima da neutralidade e respeito à ética na pesquisa. E nenhum segmento dos coletivos de pesquisa envolvidos em nanomanipulação das biotecnologias, por exemplo, admitirá problemas que comprometam verbas públicas, embora tais problemas não sejam visíveis ou conscientes – sendo tarefa da pesquisa social desentranhar esses conteúdos numa atitude de análise do obscurecimento que vive o sujeito coletivo. O plano 2) diz respeito às chamadas (eufemisticamente) “externalidades negativas” dos processos complexos de industrialização e da cadeia de efeitos nos ambientes coletivos da vida. Tais efeitos das novas tecnologias têm sido avaliados exclusivamente no circuito da economia visível (i.é., consumo, produção e circulação dos mercados). Essa dimensão pertence a outro protocolo de valor definido pelo mercado econômico.

A economia invisível das transações econômicas expressa-se, por exemplo, na etiologia das doenças mentais, crônico-degenerativas; destruição dos ambientes não-humanos, depleção da base biofísica e química da vida, além da ampla destruição, não menos violenta, das formas de conhecimento de comunidades e povos tradicionais sobre biodiversidade. Além disso, pesa igualmente a visível destruição dos postos de trabalho pela economia na sociedade do trabalho tradicional.

Dessa forma, topologicamente, quando aplicado aos Nipetecs e NMCs esse tipo de pesquisa social pode elaborar sobre a divisão entre economia visível e invisível, considerando que ela só se sustenta porque faz parte do acordo modernista<sup>13</sup> – feito para definir uma representação da ciência entre o cientista e o político, que assegurou a inviolabilidade da pesquisa no laboratório, perante e diante da representação do corpo político na esfera pública da sociedade.

Para o sujeito moderno da ciência, essa separação foi fundamental no passado, por exemplo, para afastar as intervenções dos movimentos religiosos do trabalho no laboratório, onde a manipulação do corpo humano, da vida e da matéria podia transcorrer sem sobressaltos, assegurada a proteção aos valores cognitivos. No século XXI, os riscos são outros. Essa divisão (economia visível *versus* invisível)

---

<sup>12</sup> Ver: ALDERSON, N. E. *Regulatory considerations for nanotechnology in public health*. Food & Drug Administration. Disponível em: <[http://www.fda.gov/nanotechnology/powerpoint\\_conversions/OhioNano\\_files/textonly/slide6.html](http://www.fda.gov/nanotechnology/powerpoint_conversions/OhioNano_files/textonly/slide6.html)>. Acesso em: 22 jun. 2005.

<sup>13</sup> A noção de acordo modernista é de B. Latour em *A esperança de Pandora*. Bauru: Edusc, 2001. Ver também, do mesmo autor, *Jamais fomos modernos*. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1994.

está associada às formas de racionalização e controle interno nas empresas em escala de exploração da base biofísica e química planetária.

Os empresários desenvolveram dispositivos disciplinares e de controle em coletivos de trabalho para assegurar a racionalização das chamadas externalidades em setores do consumo de alimentos, remédios, mineração, química e petroquímica, celulose, siderurgia, energias cujas tecnologias são as mais impactantes em todo o mundo.

Nesse sentido, na hipótese de uma intensificação das novas tecnologias em nanoescala estaremos perante grandes dificuldades para regulamentação universal ou homogênea (a exemplo da enorme controvérsia no caso dos organismos geneticamente modificados). O quadro a seguir nos dá uma pálida idéia das tendências dessas inovações e de sua dispersão setorial se a regra da regulamentação produto e setor for predominante ou exclusiva:

### **Quadro 1 – Inovações de processos, materiais e serviços no Brasil e quadro internacional pelas nanociências**

SETOR	EFEITOS PROPAGADOS COMO BENÉFICOS AO PÚBLICO FINAL
Indústria automobilística e aeronáutica	Materiais mais leves, pneus mais duráveis, plásticos não-inflamáveis mais baratos, etc.
Indústria eletrônica e de comunicações	Armazenamento de dados, telas planas, aumento na velocidade de processamento, etc.
Indústria química e de materiais	Catalisadores mais eficientes, ferramentas de corte mais duras, fluidos magnéticos inteligentes, etc.
Indústria farmacêutica, biotecnológica e biomédica	Novos medicamentos baseados em nanoestruturas, kits de autodiagnóstico, materiais para regeneração de ossos e tecidos, etc.
Setor de fabricação	Novos microscópios e instrumentos de medida, ferramentas para manipular a matéria em nível atômico, bioestruturas, etc.
Setor energético	Novos tipos de bateria, fotossíntese artificial, economia de energia ao utilizar materiais mais leves e circuitos menores, etc.
Meio ambiente	Membranas seletivas, para remover contaminantes ou sal da água, novas possibilidades de reciclagem, etc.
Defesa	Detetores de agentes químicos e orgânicos, circuitos eletrônicos mais eficientes, sistemas de observação miniaturizados, tecidos mais leves, etc.

Venho pesquisando ao longo dos últimos 20 anos vários coletivos de pesquisa multiprofissionais. Seus protocolos de valor não são facilmente identificáveis. Fazem parte da sua cultura técnica e *esprit de corp* e são ciosamente protegidos por um conjunto de crenças associadas a regras cognitivas, técnicas e operacionais definidas e reguladas pelo mercado de trabalho.

É difícil desentranhar essas crenças porque não são resultado de um estado mental, mas antes de relações entre grupos e interesses que se foram sedimentando em torno de práticas<sup>14</sup>. São necessários métodos qualitativos de observação e registro de experiências, depoimentos e dados, num esforço a ser filtrado pelos procedimentos hermenêuticos.<sup>15</sup> Por exemplo: entre os segmentos de profissionais de saúde de uma especialização, a nefrologia, estão envolvidos médicos, enfermeiros, psicólogos, assistentes sociais e outros diante do público-beneficiário. Essas equipes multiprofissionais têm protocolos de valor sobre seus benefícios para o público e podem não compartilhá-los entre si, seja porque uns têm visão preventiva das doenças renais por meio do controle da hipertensão, seja porque outros têm visão oposta, de que é conveniente continuar a política tecnocientífica geral de tratamento dos doentes renais com as tecnologias baseadas em hemodiálise. A primeira leva a novas metodologias de tratamento terapêutico; a segunda leva às novas tecnologias.

Uma estratégia de pesquisa social pouco recomendável é utilizar *survey* ou sondagens. São muito gerais e genéricas para identificar questões do tipo acima. Em lugar disso, faz mais sentido constituir grupos focais (por exemplo, há segmentos em todo coletivo tecnocientífico e de pesquisas tanto nos Nipetecs quanto nos NMCs). Isso permitirá estruturar metodologias multicriteriais de avaliação das consequências diretas e indiretas.<sup>16</sup>

Tal metodologia não exige seus autores do problema de resolver o *parti-pris* que justamente se pretende pesquisar no caso das novas tecnologias em nanoescala, qual seja: o pressuposto implícito é de que a nanodimensão será um campo para o

---

<sup>14</sup> “A crença não é um estado mental, mas um efeito das relações entre os povos.” MONTAIGNE (1533-1592) apud LATOUR, B. *Reflexão sobre o culto moderno dos deuses fê(it)iches*. São Paulo: Edusc, 2002. p. 15.

<sup>15</sup> HABERMAS, J. *Consciência moral e agir comunicativo*. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1989; MAGALHÃES, M. Cristina et al. *Na sombra das cidades*. São Paulo: Escuta, 1992.

<sup>16</sup> Ver: THIOLENT, M. Problemas de metodologia. In: FLEURY, A. C. et al. *Organização do trabalho*. São Paulo: Atlas, 1983. p. 55-83; POMERANZ, L. *Avaliação de projetos públicos: metodologia alternativa*. Série Relatório de Pesquisas RP-48. São Paulo: IPE/USP, 1992. NEDER, R. T. (Coord.). *Metodologia multicriterial para decisão e avaliação de projetos em comitês de bacia hidrográfica urbana*. Instituto de Economia da Unicamp: Instituto de Economia/Núcleo de Estudos Agrários Unicamp/Unesp, out. 2004. Disponível em: < <http://sbirt.ibict.br/upload/sbirt1665.pdf> >. Acesso em: 24 jul. 2005.



qual convergirão todas as tecnologias. Contrariamente a essa visão, argumento que há necessidade de fomentar o conhecimento das questões epistemológicas históricas próprias de coletivos de pesquisa específicos interpelando cientistas e engenheiros envolvidos nas áreas apontadas no Quadro 1. O objetivo desse tipo de pesquisa será reconstituir a base zero epistêmica a partir da qual opera cada coletivo.

A título de hipótese, podemos partir do princípio de que há coletivos de pesquisa que adotam (radicalmente ou não) o unitarismo metodológico, entendido como a visão de ciência que se basta a partir da clássica tríade cartesiana racionalismo, empirismo e materialismo científico (caso dos adeptos da inovação tecnológica do exemplo anterior sobre nefrologia). Integrantes de outro coletivo de pesquisa, contudo, podem ter visão mais abrangente e adotar uma postura típica do pluralismo metodológico, no qual as metodologias hermenêuticas como o estruturalismo, a fenomenologia e a psicanálise são articuladas à tríade cartesiana (caso da abordagem preventiva e pré-clínica para a nefrologia).<sup>17</sup>

No caso aqui específico da pesquisa social sobre novas tecnologias em nanoescala, o pluralismo metodológico permite-nos, por exemplo, avaliar o enraizamento social e cultural dos coletivos especiais de pesquisa – ou seja, como os Nipetecs e NMCs se constituem em sujeitos do conhecimento cujos vínculos estão ligados à matriz institucional dos setores produtivos e instituições públicas, além de mobilizar (potencial ou efetivamente) atores sociais.

Torna-se possível, a partir daí, identificar como são tecidas essas vinculações e de que forma a reprodução social está envolvida a partir da construção de imaginários futuros (cenários sobre desemprego, desocupações, tipo de perfil social do consumo por segmentos sociais, conseqüências biopolíticas, etc.)<sup>18</sup>

O pluralismo metodológico aplica-se particularmente à pesquisa sobre a produção e o acompanhamento de experiências setoriais e intersetoriais que permitirão identificar os processos internos no campo científico e sua correlação com o

---

<sup>17</sup> O pluralismo metodológico pode ser encontrado como teoria e empiria, discussão metodológica e epistemológica, além de descrição de história da ciência e abordagem filosófica em casos como: PRIGOGINE, I. *O nascimento do tempo*. Lisboa: Edições 70, 1990; SANTOS, B. S. *Introdução a uma ciência pós-moderna*. São Paulo: Graal, 1989; CUPANI, A. *A crítica do positivismo e o futuro da filosofia*. Florianópolis: UFSC, 1985. Cap. 1: A teoria positivista da ciência, p. 13-27. FREIRE-MAIA, N. *A ciência por dentro*. Petrópolis: Vozes, 1991. BATESON, G. *Mind and nature: necessary unity*. Nova York: Dutton, 1979; JAPIASSU, H. *Nascimento e morte das ciências humanas*. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1978; FEYERABEND, P. Um anarquista na ciência. In: BOLLMANN, H.; BARELLA, J. *Indicadores ambientais: conceitos e aplicações*. São Paulo: Educ: Inep, 2001. p. 15-46.

<sup>18</sup> POLANYI, K. *A grande transformação: as origens da nossa época*. Rio de Janeiro: Campus, 1989; VINHA, V. Polanyi e a nova sociologia econômica: uma aplicação contemporânea do conceito de enraizamento social (*social embeddedness*). *Revista Econômica*: revista da Universidade Federal do Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, dez. 2001; LACEY, H. *Valores e atividade científica*. São Paulo: Editorial, 1998; KHUN, T. Posfácio. In: \_\_\_\_\_. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Perspectiva, 1997.



campo externo das inovações. Pesquisas contemporâneas conduzidas sob essa perspectiva comparativa implícita para o campo das novas tecnologias em nanoescala têm sido relativamente comuns no exterior<sup>19</sup>.

As metodologias daí decorrentes nos permitirão estabelecer a cautela necessária na *escuta* dos cientistas e engenheiros. Em geral, eles são adeptos do argumento conseqüencialista do tipo: “De fato, creio que as descobertas e inovações trarão conseqüências para a base biofísica e química da vida, e as comunidades envolvidas serão afetadas. Mas somente saberemos isso quando observarmos as conseqüências, observadas, é claro, as regras de precaução e segurança”. Tautológico? Não. Eles apenas afirmam que formular um problema-padrão (genérico) do tipo a, b, ..., n permitirá solução a problemas empíricos específicos.

A regra de regulamentar por produtos e setores específicos apresenta um método prático e circunscrito e está correta na perspectiva da tríade cartesiana do unitarismo metodológico. Na ótica da tríade não-cartesiana do pluralismo metodológico, está incompleta. Um exemplo: tanto nos Nipetecs quanto nos NMCs os coletivos são especiais (Latour) porque os pesquisadores, ao lidarem com humanos, também manipulam relações com ambientes não-humanos (ecossistemas, bases bioquímica e física da vida), e sob a nanoescala as fronteiras entre matéria visível e invisível foram rompidas. Diante das nanoescalas da matéria, esse sujeito de conhecimento não vê fronteira entre os dois ambientes.

Entretanto, orientados pelo acordo modernista os sujeitos não internalizaram esse fato porque sua intersubjetividade sujeito-objeto (ou S~O!) não permite aos coletivos de pesquisa elaborarem essa questão. Veremos com detalhe esse aspecto a seguir.

### **Hipóteses epistemológicas acerca da intersubjetividade S~O**

Operar sob o pluralismo metodológico pede métodos heurísticos. Um desses métodos é indagar qual a intersubjetividade existente entre os coletivos de pesquisa. Ou seja, como podemos caracterizar o intervalo ou fenda que se abre entre o sujeito cognoscente e o campo do objeto de pesquisa?<sup>20</sup> A seguir, exploro algumas hipóteses:

---

<sup>19</sup> Ver, a respeito: HESS, Charlotte. (Comp.). *Workshop Research Library Property Rights* (3.207 citations). 2004. Disponível em: < <http://www.indiana.edu/~iascp/proprights2004.html> > . Acesso em: nov 2005.

<sup>20</sup> Para uma explanação exaustiva de métodos heurísticos na pesquisa e na criação científica, ver: FREIRE-MAIA, N. *A ciência por dentro*. Petrópolis: Vozes, 1991. Ver também: ABRANTES, P. *Imagens de natureza, imagens de ciência*. Campinas: Papirus, 1998; BURKE, P. A desfragmentação do mundo. *Folha de S. Paulo*, São Paulo, 18 jul. 1999. Mais!

a) Num quadro amplo, o território comum no qual se situa o sujeito cognoscente é a modernidade, mas esse território encontra-se num avançado estado de erosão (já não reconhecemos como moderno aquilo que nos é prescrito como tal). Como a intersubjetividade S~O é afetada por esse processo de erosão? No modelo mecanicista da física, por exemplo, não havia espaço para a instabilidade; pois desde que o mundo é mundo, ele o é como *machina mundi*: os corpos que o constituem funcionam sempre iguais.

b) Equilíbrio é igual a ordem. No século XIX, a termodinâmica introduz o reconhecimento da instabilidade. A coexistência dos corpos não é neutra, pois provoca em cada corpo, separadamente, turbulências causadoras de efeitos transformadores irreversíveis. Historicamente ainda dominada pela representação da idéia de ordem como equilíbrio (estabilidade de uma ordem), a física adotará a concepção de que o fenômeno do equilíbrio é regido pela lei da entropia (alterações no encontro dos corpos conduziram, cedo ou tarde, à sua destruição ou morte térmica). Embora seja reconhecida na segunda metade do século XIX a existência do caos, este é tomado como o avesso da ordem (seu negativo). Desenha-se, dessa forma, uma cartografia como se o mundo fosse composto de dois campos: o da ordem e o da indiferenciação ou caos. Turbulências vividas no campo da ordem seriam sinais de transformação deste campo em energia indiferenciada. Dito de outro modo, a instabilidade é entendida como o sinal do caos que poderá engolfar o mundo.

c) O sujeito moderno diante da termodinâmica é um sujeito em transição no modelo mecanicista e está diante de incertezas no tocante à essência identitária de si mesmo e do outro. Pressupõe uma ordem estável e contínua, igual a si mesma. O outro é igualmente dotado de uma essência identitária. Porém, se o sujeito está diante do objeto não-humano, não lhe é atribuída essa essência identitária. Para operar nesse campo da ambigüidade entre o objeto científico não-humano e lidar com humanos, a solução do sujeito do mundo da física mecânica foi atribuir um valor neutro ao outro.

d) Na intersubjetividade que se vai delinear no modelo termodinâmico, o outro perde sua neutralidade, reconhece-se como inevitável e inexorável o encontro com o outro porque ele traz turbulência à ordem identitária do sujeito cognoscente. Essa transição gera turbulência, que é entendida como ameaçadora, pois vem perturbar a ordem identitária, colocando-a sob o risco de se desintegrar. O movimento caótico é, ao mesmo tempo, ameaça de destruição.

e) Persiste a idéia da essência identitária, embora ela seja parte da erosão do sujeito moderno no final do século XIX e primeira metade do XX; estamos diante das mudanças acarretadas pelo encontro com outras dimensões (destrutivas e construtivas) do humano, propiciadas pelas ciências humanas e psicanálise, assim

como dimensões invisíveis (termodinâmica e teoria da relatividade, e teoria dos *quanta*) no âmbito do objeto não-humano.

f) Tais dimensões não puderam ser pensadas fora da matriz prévia da essência identitária. Alterando um pouco os registros anteriores, passemos a imaginar como ocorreu a transição da intersubjetividade do modelo de pesquisa clássico-mecânico assumido pelo sujeito moderno no século XIX e início do XX. Aquela essência identitária passou a ser alvo de uma invasão (suponha sua casa sendo invadida em movimentos misteriosos e repetidos sem você deparar com alguém específico, mas sabendo que é um estrangeiro, um outro sujeito que habita uma zona de estranhamento entre sujeito e objeto). Esse estrangeiro-em-si intromete-se entre o sujeito cognoscente e o objeto. O sujeito não o reconhece nem como objeto nem como um outro dotado da mesma essência identitária.

g) A intersubjetividade sujeito-objeto do pesquisador passa a conviver, portanto, com esta zona de estranhamento, que ainda hoje persiste dominante, embora esteja em agonia. Nosso percurso nos coloca no lugar desse cientista que enfrenta tal transformação... Podemos imaginar que ele passou a viver a experiência do estrangeiro-em-si como verdadeiro terror, buscando expulsá-lo de todas as maneiras. Mais tarde, ao se incorporar ao seu cotidiano, como artimanha, busca neutralizá-lo.

h) As reações do sujeito moderno diante desse intruso são de dois tipos. Ele busca se proteger de sua presença desestabilizadora que provoca terror, recorrendo a maior demarcação de lugares, tanto para delimitar a relação entre eles quanto para preservar a relação entre sujeito e objeto no modelo da física clássica mecanicista. Sabemos que esta é uma ilusão operacional – provisória ou não – que ele precisa manter toda vez que registrar ver ou ouvir a voz do estrangeiro-em-si.

i) Nesses casos, o cientista desperta para o perigo do desabamento de suas certezas epistemológicas e o sujeito cognoscente moderno passa a viver tutelado pelo estrangeiro-em-si, e reage promovendo uma intersubjetividade movida por uma espécie de racismo contra o intruso que habita a relação de conhecimento. Na medida em que não pode incorporar o intruso, é necessário isolá-lo. As experiências da ciência contemporânea no tocante ao reconhecimento de outros modos de intersubjetivação têm mostrado que já estamos vivendo simultaneamente vários conflitos com o sujeito moderno.

j) Retornemos à física para ampliar a compreensão sobre o modelo atual – contemporâneo – e dele extrair indicações para uma cartografia do modo de intersubjetivação entre sujeito e objeto, ora em construção na nossa época. A física contemporânea continua em grande medida como na época da termodinâmica, pois considera a coexistência de corpos não como algo neutro, mas capaz de provocar perturbações... Essa coexistência gera transformações que afetam a matéria e molda os corpos de maneira irreversível.

k) Ao contrário do sujeito moderno, o contemporâneo começa a entender que as expressões de caos e turbulência não são sinônimo de destruição: são indicativos, sim, de que vivemos uma complexificação maior e mais vasta na relação sujeito e objeto diante da compreensão do mundo. O sujeito contemporâneo de pesquisa começa a perceber que nenhum corpo de matéria é uma entidade em si, pois todos os corpos (humanos e não-humanos) estão em confronto entre si.

l) Nesse encontro, os corpos desestabilizam as estruturas vigentes e novas estruturas formam-se ao mesmo tempo, assumem direções imprevisíveis. Esse modo de intersubjetivação entre sujeito e objeto passa a ser vivido como um campo de produção no qual a dinâmica que lhe dá movimento provém de máquinas totalmente diferentes do modelo mecânico. A concepção de máquina mecânica opera a partir de um parque fabril estruturado pelas mesmas peças, e seus fluxos são uma repetição dos mesmos movimentos. A produção é uma *produção da reprodução*, o que corresponde à imagem de uma *machina mundi* (um igual-a-si-mesmo que iluminou o nascimento da física clássica).

m) Já o modo de intersubjetivação contemporâneo é marcado por outro tipo de campo de produção. Falamos de máquinas apenas como metáfora que deve ser descartada, pois a composição da matéria e seus corpos são vividos e apreendidos como um agenciamento de peças e fluxos, diferente a cada vez, e tal composição diferenciada gera repetição diferenciadora.

n) As ordens passam a ser, para o sujeito contemporâneo, uma dentre várias dimensões da matéria. O mais desafiador para o sujeito é a vivência de efetuação de uma máquina, ou seja, o objeto é também uma forma de existência por meio da qual aquela máquina ganha corpo e realidade visível para o pesquisador.

o) Nesse panorama, a coexistência dos corpos continua desmanchando máquinas vigentes, conectando fluxos entre si, engendrando novas máquinas que se efetuarão em novas realidades. Agora, não se coloca ordem de um lado e caos de outro. A relação não é de oposição, mas o movimento de ir e vir do caos e de complexidade. O mergulho no caos é também a dissolução de outras máquinas, onde se engendram linhas de potencialidade que darão consistência a novas ordens, em novas estruturas e longe do equilíbrio (“caosmose”, segundo Guattari)<sup>21</sup>.

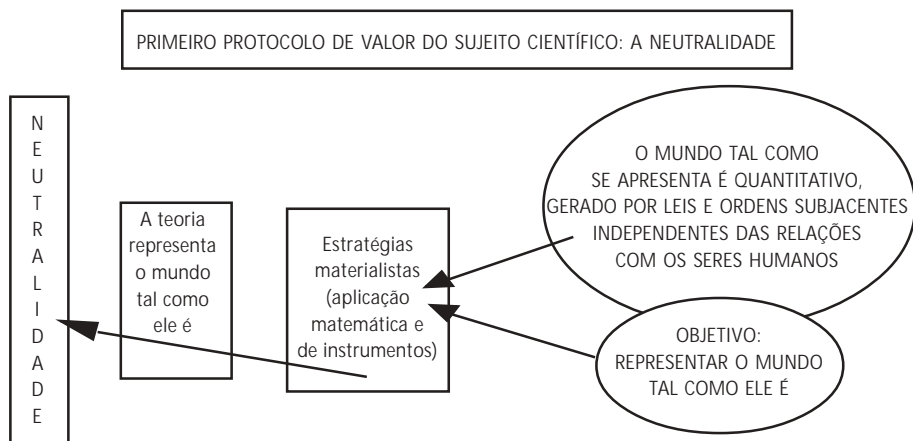
### **Protocolos de valor na pesquisa contemporânea**

Um protocolo é um quadro coerente de dispositivos, instituições, regras, normas e recursos. Todo protocolo autoriza a intersubjetividade sujeito e objeto em

---

<sup>21</sup> Em todos os tópicos dessa seção, a análise apresentada foi desenvolvida com maior competência e criatividade por MAGALHÃES, 1992.

torno da difusão de seus resultados. O protocolo da neutralidade é um valor diante dos demais protocolos de valor. O diagrama exposto a seguir sintetiza isso:



Fonte: Adaptado de: LACEY, Hugh. *Valores e atividade científica*. São Paulo: Fapesp: Discurso Editorial, 1998. p. 21.

Nessa representação, podemos afirmar que o sujeito contemporâneo usufrui a separação dos valores cognitivos (neutralidade) como conquista diante de um campo mais amplo, que tem sido chamado de *deontológico* (segundo protocolo). Fundado em valores morais, culturais e conservados pela tradição e pela religião, seu território tem sido marcado pelo sentimento de pertencimento a valores comuns compartilhados. Sua máxima pode ser resumida no antigo aforismo “pensa eticamente e age moralmente”.

O terceiro protocolo de valor é baseado na proximidade dos sujeitos, a ética das virtudes dos antigos, vista como superior, pois pretende, pela construção racional da amizade, atingir a idéia de felicidade do eu e dos semelhantes. No mundo contemporâneo dos grandes coletivos e organizações, ela é parte de nossa luta para nos ajudar diante da erosão do sujeito cognoscente moderno: é insuficiente para outras esferas axiológicas.

Diante disso, o sujeito moderno até concordou em criar um tipo de protocolo de valor (o quarto) regido pela lógica consequencialista. Pragmático, o sujeito tecnocientífico coloca-se a seguinte questão: “Essa descoberta, invento ou inovação terá conseqüências futuras para outros públicos... será preciso regulamentar isso. Sim... mas desde que preservados os protocolos dos valores cognitivos (neutralidade).”

Utilizado na avaliação entre os pares na comunidade científica, o protocolo de valor consequencialista opera por meio de comissões de ética na pesquisa no

âmbito local, regional ou central das instituições de pesquisa e governos. Dessa forma, o sujeito moderno tenta ainda manter as aparências e assegurar que decisões em grupo ou coletivos de pesquisa respaldam quaisquer impactos.

O quinto e último protocolo – contratualista – opera sob a lógica da realidade econômica dos mercados e das políticas micro e macroeconômicas das empresas e de governos. Busca adotar soluções práticas de delimitação ou divisão de responsabilidades. O protocolo de valor contratualista é parte da filosofia política homônima. Esta, por sua vez, espelhou (e espelha) o positivismo jurídico e social por influência da tríade cartesiana.

Herdamos da tríade um desenho universalista de metodologia aplicada a protocolo de valor. Contudo, afigura-se reducionista nas constituições contemporâneas por exclusivamente regular os ganhos de rentabilidade (escopo), produtividade (escala) rastreabilidade (qualidade) dos produtos desenvolvidos com base no monopólio das patentes, fruto da pesquisa científica.

### Conclusões

O acordo modernista separou em distintas esferas axiológicas os protocolos de valor cognitivo, deontológico, de proximidade, consequencialista e contratualista. Na condição existencial do sujeito moderno tecnocientífico, contudo, ele vive um determinismo que hierarquiza os protocolos de valor: primeiro vem o cognitivo, em seguida o *referendum* do consequencialista e, em terceiro nível, o valor de troca contratualista.

A enorme penetração dos mecanismos e dispositivos maquinais (*machina mundi*) pelos poros da sociedade afeta grandemente os protocolos deontológico e de proximidade. A crítica a seus aspectos nefastos ou retrógrados, defasados ou incompreensíveis (inaudíveis?) leva de roldão suas virtualidades, as quais não têm guarida sob formas esclarecidas (não-reprimidas) na esfera pública da academia, das empresas e do governo.

Estamos diante do enorme desafio de superar um verdadeiro álibi para uma conduta de fuga diante dos enormes conflitos de interesses decorrentes dos resultados da pesquisa tecnocientífica atual. Na realidade, um esforço sério de alterar o *script* do sujeito tecnocientífico moderno implicaria reconhecer sua má-fé.<sup>22</sup> A con-

---

<sup>22</sup> Numa certa interpretação sartreana dessa conduta, “O determinismo é um álibi porque é fundamento de todas as condutas de fuga. Se, no entanto, perguntamos de que se foge quando se projeta uma determinação para a conduta, não é possível responder de forma inteiramente positiva. Pois, na verdade, não fujo de coisa alguma no sentido de abandonar uma positividade para encontrar ou construir outra. [...] Quando fujo, não deixo para trás algo que não desejo ser, mas unicamente vou em busca do que desejo ser. [...] O determinismo é o fundamento de todas as condutas de fuga porque a consciência foge de si sempre para determinar-se

duta do sujeito tecnocientífico nos NMCs e Nipetecs tem-se dado sob a forma de uma divisão de responsabilidades restrita ao dualismo entre valores dos protocolos cognitivo *versus* consequencialista e contratualista.

Minha hipótese é que esse processo dualista não é suficiente para reger a intersubjetividade vivida pela relação sujeito e objeto na passagem do modelo moderno (termodinâmico) para o contemporâneo de ciências (no qual estão as novas tecnologias em nanoescala). Tudo leva a crer que deixou de ser aterrador para o sujeito cognoscente contemporâneo o efeito de *duplo* ou de alteridade. Seu território é constituído não mais pela busca de uma relação sujeito e objeto em torno de uma essência identitária herdada do Iluminismo, e sim pelas dificuldades de transitar pelos protocolos de valor deontológico e da amizade. Estamos diante do desafio maior de converter essas duas esferas, antes tidas como meras linhas de fuga, em linhas de virtualidade que modificam o acordo modernista. Incorporá-las exigirá dos sujeitos tecnocientíficos aplicar métodos adequados a essas esferas na sua relação com os beneficiários finais das pesquisas.

A questão ética fundamental reside nisso: as pontes (métodos) e as conexões dinâmicas (teorias) que ligam o sujeito de conhecimento ao público-beneficiário foram construídas para fins de ampliação dos mercados e/ou são tecnologias sociais. O problema é mais claramente reconhecível se admitirmos que os coletivos de pesquisa em geral não sabem como transitar do unitarismo (triade cartesiana) para o pluralismo metodológico (triade não-cartesiana).

Com isso, atingimos um ponto de bifurcação no percurso comum que propus no início. Deparamos com uma dificuldade de natureza ética gravíssima que é própria do sujeito cognoscente. Se escolhe realizar a escuta do estrangeiro-em-si, ele deixa de ser moderno. Mas essa transformação não pode ser realizada sem intercessores<sup>23</sup> capazes de praticar o pluralismo metodológico e entrar em contato com as duas faces do estrangeiro-em-si.

Trata-se – em casos como o da pesquisa social aqui focalizada – de mostrar que o estrangeiro não é ameaçador a ponto de provocar uma desintegração no protocolo dos valores cognitivos da ciência ou nos códigos de conduta dos pares e das leis de patentes. Em conclusão, faltam intercessores qualificados para promover o debate e o diálogo entre os coletivos de pesquisas nos Nipetecs e NMCs.

---

como isso ou aquilo. Mas esse si do qual ela foge é o seu próprio nada ou a sua liberdade originária. Esse poder que tem a consciência de negar-se a si mesma Sartre chama de má-fé.” SILVA, F. L. e. *Ética e literatura em Sartre: ensaios introdutórios*. São Paulo: Edunesp, 2004. p. 157-159.

<sup>23</sup> A noção de “intercessores” está em: DELEUZE, G. *Sur la différence de l'éthique avec une morale*. Paris: Minuit, 1981.

## Ética e (tecno) ciência: algumas questões fundamentais\*

Ricardo Timm de Souza

### A posição da ética na contemporaneidade

A ética não é um elemento a mais a ser levado em consideração quando se pensa sobre a questão filosófica e gnosiológica fundamental: a condição humana. Em verdade, a ética é o fundamento da própria possibilidade de pensar o humano. Essa afirmação pode parecer estranha à primeira vista, mas esta estranheza se desfaz muito rapidamente quando os termos definidores da questão são examinados com propriedade filosófica. Pois a própria idéia de pensar pressupõe a ética. Não existe pensamento fora de alguém que pensa, e esse alguém não é uma mônada fechada em si mesma, mas, de algum modo, o fruto das relações – seja no âmbito de sua gênese biológica, seja em termos de sua geração social e histórica. Ser humano é provir e viver na multiplicidade do humano. E não qualquer multiplicidade, mas multiplicidade qualificada ou, exatamente, em termos filosóficos, multiplicidade ética, do agir de uns com relação aos outros e dos sentidos deste agir. Pois, para que a gestação tenha chegado a bom termo, foi necessário que nem nossa mãe, nem todos os que a apoiaram, houvessem agido de forma má, pelo menos não a ponto de impedir nosso desenvolvimento. O mesmo se dá, evidentemente, em cada um dos momentos da vida humana, não apenas daqueles por nós facilmente percebidos como decisivos ou extremamente importantes, mas igualmente naqueles, aparentemente coloquiais, aparentemente irrelevantes, que constituem propriamente o dia-a-dia de nossa vida, a teia dos momentos na qual vivemos em nossa cotidianidade. Em suma: em todos os momentos de nossa vida, define-se em cada situação a continuidade de existência humana, não por um somatório de atos indiferentes, mas na especificidade única e não-neutra de cada ato. Um ato qualquer, isolado, pode tanto fazer viver como fazer morrer; embora tal coisa seja claramente perceptível nos grandes instantes decisivos da vida, onde a vida e a morte se encontram – tanto um ato heróico de sacrifício por outrem como um ato que mata outrem, tanto uma intervenção cirúrgica bem-sucedida como a destruição de aspectos da vida –, na verdade tal fato se dá, de um modo ou de outro, em todo e cada um dos instantes da existência. Não há instante isolado, neutro ou indiferente para a vida; há apenas instantes que conspiram, ou para a

---

\* Este texto atualiza partes dos capítulos 1 e 5 do livro *Ética como fundamento: uma introdução à ética contemporânea*. São Leopoldo: Nova Harmonia, 2004.



continuação e promoção da vida, ou para sua corrosão e destruição. E isto por um motivo muito simples: o ser humano é um ser não-neutro por excelência. Essa não-neutralidade é simultaneamente, em termos filosóficos, o resultado da reflexão original sobre a condição humana e a possibilidade de tal reflexão.

Ética é, assim, o *fundamento* da condição humana que vive e medita sobre si, sobre seu lugar, sobre sua casa, sobre seu mundo; ética é, neste sentido, essencialmente uma questão ecológica (de *oikos*: casa, lugar, e *logos*; reflexão sobre). E, assim sendo, ética é o fundamento de todas as especificidades do viver, em suas mais complexas relações e derivações, das ciências e da tecnologia, da história das comunidades e da própria filosofia.

Neste sentido, temos agora como questão principal: como pensar hoje, neste conturbado início de século e milênio, a questão da articulação entre ética e a mais poderosa e onipresente de todas as instituições, a (tecno)ciência?

### **Ética e (tecno)ciência**

É muito provável que a ciência seja a mais complexa, poderosa e influente das instituições contemporâneas. Desde seu nascimento, há muitos séculos e através de todas as suas mutações, até culminar na hipercomplexa tecnociência contemporânea, em sua infinita multiplicação de variáveis cognoscitivo-sociais, a ciência nada faz senão se sofisticar, multiplicar-se e estabelecer parâmetros de existência e validade em todas as dimensões da vida. O ser humano acabou por fazer da ciência sua verdade racional, tendendo, especialmente na cultura ocidental, a fazer dela seu ídolo, ao qual tudo o mais – especialmente outras formas de racionalidade – é sacrificado<sup>1</sup>.

Por outro lado, sabemos, pelo testemunho doloroso do século que acaba de findar, que esta ciência tem muitas faces, muitas dimensões, e está muito longe de ser compreendida em todo o seu potencial, tanto construtivo quanto destrutivo. Na verdade, boa parte daquilo que temos chamado a “esquizofrenia civilizatória do século XX”<sup>2</sup>, ou seja, a convivência de situações absurdas do ponto de vista da vida e de sua sobrevivência com situações de avanço científico inusitado e extraordinário, tem a ver com o desconhecimento destes potenciais. A que poderia se dever o desconhecimento destes potenciais? A resposta a esta questão não é extraordinariamente difícil; podemos avançar que, na verdade, uma das dimensões mais aves-

---

<sup>1</sup> Ver a obra fundamental de: ADORNO, T.; HORKHEIMER, M. *A dialética do esclarecimento*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1986.

<sup>2</sup> Ver: SOUZA, R. T. de. *Totalidade e desagregação*: sobre as fronteiras do pensamento e suas alternativas. Porto Alegre: Edipucrs, 1996. p. 15-29.

sas ao controle externo é justamente a ciência, talvez por esta ter nascido, pelo menos em sua feição moderna, como uma espécie de superação dos muros externos de controle de pensamento. Esta vocação de desenvolvimento, que pode ser percebida na forma como a ciência foi destruindo uma série de barreiras a ela externas, do ponto de vista, por exemplo, filosófico, religioso e ideológico, acabou por se transformar no mote de seu próprio desenvolvimento. A ciência precisa de liberdade; ciência sem liberdade não existe. Esta retórica é, evidentemente, muito eloqüente e tem sua grande porção de verdade; por outro lado, trata-se de uma retórica de extrema periculosidade. Há de se descobrir isso facilmente, na medida em que se descobre, por exemplo, as falácias do positivismo científico. A ciência, abandonada a si mesma e à sua própria lógica, é um animal selvagem e furioso recluso em uma sala repleta de obras de arte e cristais preciosos: a multiplicidade da vida do *oikos*. Ele tentará sair da sala, e para isso quebrará muito do que ali se encontra. Em nome de sua liberdade, sacrificará muitos bens; em nome de sua sobrevivência, sacrificará muitas das dimensões também importantes, ou mesmo muito mais importantes que ele, que nesta sala se encontram. E este é apenas um dos aspectos do problema, mas um aspecto que leva a desdobramentos muitíssimo perigosos, dos quais alguns exemplos são bastante perceptíveis hoje em dia: por exemplo, a transformação da ciência em uma espécie de braço intelectual armado das lógicas de poder hegemônico.

Em outros termos: sabemos muito bem dos grandes dilemas que surgem no cérebro de qualquer criança quando descobre que, com uma pequena porcentagem dos gastos anuais com armas, seria possível acabar com a fome no mundo. A questão não é científica, é humana no mais estrito sentido socioecológico. Mas que lógica é essa que subjaz a esta questão humana fundamental e de certo modo a determina? Propomos refazer a pergunta: qual a justificativa para um tal *factum*? Evidentemente, não se trata de nada que se aproxime de uma justificativa ética, no sentido contemporâneo do termo.

Constate-se, ainda, que ciência e ética provêm – diferentemente de ciência e ecologia, ciência e política – de fontes racionais algo diferenciadas em sua origem. Ética, com sua conhecida etimologia dual, segundo a leiamos como derivada de *éthos* ou de *êthos*; agir, hábito de atuação, no sentido forte do termo, estudo filosófico do agir humano ou *locus* do agir, sua proveniência. De minha parte, prefiro uma definição contemporânea que combine estas sutilezas histórico-etimológicas: ética como sendo o agir, em um lugar determinado, de forma determinada, com fins determinados e não neutros, na direção da promoção da vida. Por sua vez, ciência, *scientia*, *scire*, *scio*: saber, iluminar, invadir a realidade, expor as essências, descobrir os núcleos da existência, ir até onde nunca outro ser humano tenha ido.

Estes sonhos modernos, mas que já repousavam *in nuce* na pré-história do *logos*<sup>3</sup>, todos eles têm como preocupação muito secundária o respeito por aquele que é o seu objeto, o objeto científico. Caso assim não fosse, não poderiam dissecá-lo, não poderiam analisá-lo. Mas a ciência não é analítica por natureza? Este é um dos dilemas centrais com os quais temos de conviver hoje, e que exige uma mobilização ímpar de energias intelectuais, enviando à questão central do presente texto: como conciliar a vontade de saber e seu exercício com o respeito fundamental pelo outro?

Tomado pela perspectiva que se queira, o tema é sobremaneira espinhoso. Por agora, basta adiantarmos as seguintes considerações: tal como o ser humano, e exatamente como fruto do ser humano, a ciência nada tem de neutra. O mito da ciência neutra é muito conveniente àqueles que a manipulam e que, com ela, manipulam outros. Esta questão, que parecia nem ao menos ter lugar no cérebro de grandes pensadores e cientistas até há pouco tempo atrás, parece definitivamente diluída, do ponto de vista teórico, ao fim da famosa querela do positivismo, em que se evidencia com clareza hoje incontestável que não há ciência nem cientista sem interesses muito além dos meros interesses “científicos” – interesses que, se não são claros, podem ser dissecados a ponto de exporem seu núcleo de clareza.

Ora, talvez este seja o pequeno elo que possa unir *ética*, vida humana, vida na Terra, com *ciência*: potência intelectual humana que se desprende da própria humanidade para transformar o mundo numa espécie de mera correlação entre objetos conhecidos e aqueles que conhecem os objetos. A ciência, pelo menos a ciência moderna (não estamos aqui falando da mais prudente ciência contemporânea), normalmente se instrumentaliza em tecnologia de invasão, não só dos átomos e das moléculas, mas igualmente dos povos e das consciências. Esta ciência não mantém com a ética um parentesco evidente. Todavia, um elo possível de aproximação está no fato de que ambas são não-neutras, porque ambas são produtos humanos. E nada do que é humano é neutro.

Este é o ponto de partida. Se quisermos pensar uma articulação entre ciência e ética, teremos de estabelecer uma hierarquia clara. Qual a hierarquia com que temos convivido desde a modernidade? Exatamente a hierarquia entre a ciência e a ética, na qual primeiro se pensa os interesses científicos e depois se tentam resolver (se é que se tenta) os problemas éticos daí decorrentes. Porém,

---

<sup>3</sup> Ver: SOUZA, R. T. de. Da neutralização da diferença à dignidade da Alteridade: estações de uma história mult centenária. In: \_\_\_\_\_. *Sentido e alteridade: dez ensaios sobre o pensamento de E. Levinas*. Porto Alegre: Edipucrs, 2000. p. 189-208.

situações complexas e dolorosas que a contemporaneidade tem vivido instigam imperativamente a inversão desta hierarquia que pareceu a inúmeros modernos absolutamente “natural”.

Trata-se, assim, de uma reconsideração axiológica radical. A ciência, fruto do intelecto humano, não é fruto da vida humana como tal, mas de uma de suas parcelas, de uma de suas dimensões, embora uma das mais poderosas: sua racionalidade. O ímpeto grego pelo conhecer, que permitiu que chegássemos tão longe em dimensões científicas, deve ser refreado pela reconsideração contemporânea do sentido do conhecer enquanto questão humana fundamental. O sentido do conhecer, o sentido não-neutro, e que não pode nunca ser reduzido à dimensão de uma equação de igualdade, repousa não na lógica do desenvolvimento da própria ciência e em suas implicações tecnológicas, tecnocientíficas ou tecnocráticas, mas exatamente – como no caso da ecologia, da política e das mais diversas instituições – na *ética* que deveria sempre fundamentar o conhecimento científico. Tão simples assim aparece a questão, e tão dificilmente exequível, a julgarmos pelos fatos que podemos acompanhar no dia-a-dia. Talvez estejamos aqui ainda mais longe de uma situação próxima da ideal do que em outros casos; porém, não podemos abdicar desta consciência. Ciência sem consciência é uma contradição suicida, mas, infelizmente, é uma contradição concreta, a mais encontrável de todas as situações, quando examinamos os dilemas humano-ecológicos do planeta; em muitos níveis, podemos experimentá-la nas mais diversas dimensões da vida contemporânea. Por outro lado, “ciência com consciência”, em uma paráfrase livre de Morin, deve significar para nós ciência com ética como base. E a consciência da ciência é a ética, ou seja, a reflexão sobre seu “antes”, “durante” e “depois”, seu sentido humano e histórico e, direta ou indiretamente, seu *sentido vital*. A ética é, desta forma, a possibilidade fundante e metacientífica da racionalidade científica, aquilo sem o qual a racionalidade científica, fechada em si mesma, acaba por implodir em sua totalização de poder e sentido, destruindo a tudo em seu autodestruir-se.

Encerrando, gostaria de agradecer ao convite do professor Paulo Martins e a todos os colegas.

## Debate (21/10/2005, manhã)

**Petrus D'Amorim Santacruz de Oliveira** – Do ponto de vista de nossa preocupação em colocar a questão da nanociência da forma mais salutar possível, esbarra-se, muitas vezes, em questões políticas também. Não podemos nos desvincular da política e, no momento em que vivemos, temos a possibilidade ímpar, nesse exato momento, em investir ou não em uma ciência que pode, futuramente, ter repercussões muito positivas ou negativas (e isso é o que está sendo discutido), mas existem implicações políticas as quais, se perdermos este exato momento, não adianta lamentar depois, como nos lamentamos há 20 anos, quando deveríamos ter investido em fármacos, por exemplo, e hoje somos estritamente dependentes dos fármacos. Assim, a pergunta é relacionada a essa questão ética, para não fugir do tema da discussão. Em alguns casos, é muito fácil aderir ao discurso político em que, superficialmente, vendem-se os perigos de uma nova tecnologia sem analisar muito a fundo as necessidades, que são muito claras quando se entra em um hospital do SUS, quando se analisa o DataSUS, com dados de mortalidade, com doenças que estão acontecendo, fruto, muitas vezes, dessa tecnologia atual também. Mas o que se vê hoje é uma questão estratégica. Então, para evitar, por exemplo, questões baseadas em premissas falaciosas que, muitas vezes, discursos superficiais tentam vender – porque é mais fácil a população ficar do lado desse tipo de discurso –, não seria muito mais interessante, já que nós todos podemos estar do mesmo lado, tentarmos, dentro de um fórum de debates muito mais amplo, construir um código deontológico em que ambas as partes, que podem ser uma só, cheguem a uma possibilidade de ter realmente um código deontológico em que não caibam premissas falaciosas para se chegar, por exemplo, a decisões precipitadas que devem ser decisões políticas, no final das contas, em momentos como este. Porque, passado este momento, não vamos ter como voltar atrás porque perderíamos, mais uma vez, o bonde da História. Não seria interessante, portanto, uma discussão baseada na construção de um código deontológico para questões como essa? Essa é primeira pergunta, para o professor Ricardo Neder.

A segunda questão, ao professor Cozar, está principalmente relacionada a um dos *slides* que foi apresentado, que mostra a possibilidade, no caso, de uma nova tecnologia de sucesso, falha total ou imperfeição. Lembro-me de que a própria reprodução humana também segue esses três princípios, ou qualquer coisa, em última análise. A reprodução humana pode ter insucesso ou imperfeições. Essas imperfeições podem resultar em seres humanos com problemas. Mas temos de lembrar que estamos aqui por conta de imperfeições, porque a evolução humana é baseada em falhas na reprodução. Se não houvesse falhas na reprodução celular,

nós, homens, poderíamos ser seres unicelulares, hoje. Não é verdade? Então, a falha é intrínseca a processos evolutivos também.

Eu queria correlacionar isso com o contexto de ética, com o contexto de novas tecnologias em uma pergunta mais simples: onde vai ser aplicada essa nova ciência, onde vai ser aplicada essa nova tecnologia e quem está manipulando? Eu vim agora de um fórum, o Nanoeuroforum, relacionado apenas à nanotecnologia na área da Medicina, estritamente isso. Nós tivemos um *stand*, no qual mostramos nossas pesquisas e produtos. Nesse *stand* eu fui visitado por várias pessoas, entre os quais estadunidenses que discutiam o uso da nanotecnologia na fabricação de bombas, com nanopartículas. Então, não adianta ficar atacando nanotecnologia citando cosmética, como eu já vi em outras situações. Por que não se fala logo em nanotecnologia para fazer bomba? E bomba incendiária. O ouro, que não é reativo, em nanoescala passa a ser altamente reativo. O alumínio, então, causa um poder de destruição em massa. Os estadunidenses estão pesquisando isso. Agora, por isso vamos deixar de fazer, por exemplo, pesquisa em que cura de câncer está relacionada com processos unicamente devido à nanotecnologia? E aí, nessa visita, também veio um iraquiano em nosso estande. Sabem em que ele estava interessado? Em nanotecnologia para cura de queimados. Na hora, eu fiquei realmente emocionado, porque há uma linha de pesquisa que desenvolve próteses e que age biologicamente, evitando a proliferação de bactérias em sistemas biológicos, por meio da liberação de nanopartículas de prata. Então, de um lado estava-se pesquisando nanotecnologia para o desenvolvimento de bombas incendiárias e, do outro lado, estavam procurando tecnologia para a cura de queimados para, na verdade, evitar a proliferação de bactérias em queimados.

A consciência da ciência é a ética. Sua consciência não pode estar nela mesma, porque ela mesma não deriva, ninguém tira de si a não ser o que já tem. Então, é a ética que é a consciência da ciência, ou seja, a reflexão, se assim quisermos, sobre o seu antes, durante e depois, ainda que isso seja muito difícil de fazer, muito difícil de justificar e corra o risco de afetar aquela premissa da liberdade, que é a primeira defensiva que a ciência sempre cria para poder trabalhar. Ainda assim, seria o caso de pensar se não está no momento de requalificar a questão da liberdade científica, entre outras. Mas é a liberdade científica a que nos interessa. Um antes, durante e depois, no seu sentido humano e histórico, e direta ou indiretamente o seu sentido vital, vamos dizer assim.

Então, a minha pergunta: não seria muito mais interessante discutir apenas ética, tudo, no fundo, não recai pura e simplesmente na questão ética? Todo esse debate não se resume simplesmente a esse tema? No caso desse debate de hoje, indepen-

dentemente de qualquer coisa, tudo não vai recair simplesmente na questão ética? Porque em tudo se pode ter o lado bom e o lado ruim, a aplicação boa e a má.

Meu maior medo, hoje, é no final de todo esse debate termos posições maniqueístas. Estamos absorvendo em demasia essa cultura “americana” do mocinho e do bandido, que na verdade não existe. Nós não temos essa cultura do mocinho e do bandido. Os “americanos” têm, é só ver os filmes deles, mas nós não temos a cultura deles. Meu medo é a absorção dessa cultura maniqueísta. Do lado do maniqueísmo, não podemos discutir mais a questão da formação do ser humano, dentro da universidade, dentro das escolas e simplesmente olhar, se temos essa formação moral e ética. No caso do ser humano, automaticamente já não estaríamos mais discutindo essas questões secundárias, a questão da aplicação da nanotecnologia e outras coisas. Minha pergunta para o professor Cozar é nesse sentido.

A última questão seria para o professor Timm, no sentido de por que também não discutir as conseqüências, muitas vezes irreversíveis nessa dinâmica, de não se investir nessa área. Ou seja, há a responsabilidade de quem investe e coloca em risco pessoas por conta dessa nova tecnologia, mas também vai haver a responsabilidade de quem não investir e, quando em 20 anos estivermos com problemas muito maiores, do ponto de vista até de saúde, do ponto de vista do meio ambiente, perguntarmos por que não investimos em uma tecnologia que poderia ter sido útil, e depois vamos ter de ir com pressa à tecnologia daqueles que investiram. A nanotecnologia, hoje, incomoda muito mais às grandes potências. Por quê? Porque elas já estão em uma situação muito favorável, elas já atingiram um *status* de conhecimento, um acúmulo de conhecimentos muito confortável. Para elas, seria melhor que não existisse a nanotecnologia, porque nós vamos continuar a nossa posição subdesenvolvida comprando tecnologia desses que estão em posição confortável. Essa situação muda tudo. Há aqueles que investiram maciçamente em tecnologias que hoje dominam o mundo, do ponto de vista tecnológico e até mesmo do ponto de vista econômico (pois há uma correlação óbvia), e o que é que acontece? Nesse exato momento, quando o cenário pode mudar radicalmente, esse cenário incomoda a eles, porque ou eles investem maciçamente agora ou eles vão perder essa posição confortável. E é nesse momento que nós temos a segunda possibilidade de ser competitivo do ponto de vista tecnológico. Cabe a nós, agora, ou trabalhar do mesmo lado, para que isso aconteça da melhor forma possível, do ponto de vista ético, ou não. Então, a pergunta seria exatamente essa: não seria interessante também falar na responsabilidade daqueles que, vamos dizer, estão contra, neste momento? E vamos antever, o que aconteceria daqui a 20 anos se não se investisse agora em nanotecnologia e, depois, fôssemos olhar para o passado e ver o que poderia ter sido feito caso se investisse. Nessas horas, fico

imaginando o debate com a presença do professor Karl Popper, o que ele estaria dizendo deste debate, creio que ele poderia fazer algumas experiências de pensamento que seriam interessantes.

**Ruy Gomes Braga Neto** – Obrigado a Petrus Santacruz pelas anotações, pelas observações. E, agora, gostaria de proceder às questões do público. Como alguns colegas levantaram a mão ao mesmo tempo, eu vou escolher de forma mais ou menos arbitrária. Por favor.

**Sílvio Valle** – Eu tenho uma questão para os dois Ricardos, o Ricardo da Unesp e o Ricardo da PUC. Inicialmente, o Ricardo da Unesp fez uma afirmação muito interessante sobre os comitês de ética, sobre como funcionam os comitês de ética, que são ligados à Resolução 96 do Conep, que só se aplica à pesquisa com seres humanos. Mas eu tenho um relato prático, de que uma determinada instituição de pesquisas no Brasil foi autuada pelo Ministério Público, junto com o Ibama, com relação à pesquisa com animais de laboratório. A área de experimentos com animais, principalmente com primatas não-humanos, é também muito complicada do ponto de vista da experimentação. E essa determinada instituição foi autuada pelo Ministério Público e o Ibama, com base na Lei de Crime Ambiental. Só que eram dois casos: em um deles, o pesquisador tinha passado seu projeto de pesquisa pela Comissão de Ética, e no outro, o pesquisador não havia passado pelo Comitê de Ética. E a conclusão a que se chegou é que, quando o pesquisador passou seu projeto de pesquisa pelo Comitê de Ética, a instituição assumiu como sendo sua responsabilidade e colocou todo seu aparato jurídico para defender o pesquisador. No outro caso, o pesquisador acabou por responder pessoalmente. E aí, isso como que serviu de exemplo, quem passasse sua pesquisa pelo Comitê de Ética estaria de certa forma protegido e não teria um processo direto. Isto é um relato prático, só para comentar questões de comissões de ética.

Com relação ao professor Ricardo da PUC, eu participo muito de discussões sobre os transgênicos, olhando a questão da segurança. E minha preocupação não é se a vacina funciona, se o transgênico é bom ou ruim. A pergunta que eu faço é se é seguro, porque eu trabalho com essa questão. E, nesse debate sobre os transgênicos, há alguns cenários típicos no debate. O primeiro é: a sociedade não entende os transgênicos, não adianta dar opinião. Porque eles não entendem, então não adianta explicar para a sociedade esse negócio de transgênico, porque isso é muito complicado. Então, a sociedade não entende disso e temos de decidir. Esse é um discurso muito freqüente. O outro, que também vejo, às vezes até na minha área, biossegurança, em que tenho de fazer algumas perguntas um pouco



complexas, do ponto de vista da segurança, é o seguinte: a parte que discorda, em setores da comunidade científica, tem o discurso desqualificado. Gostaria de comentar essa desqualificação do discurso de quem discorda. E discorda não só do ponto de vista ético. Às vezes, é discordância do ponto de vista científico, baseado em literatura científica. Mas vem a desqualificação do discurso. Não digo que é toda a comunidade científica, mas setores da comunidade científica desqualificam mesmo. E, depois, vemos essa questão nos debates. Gostaria que comentassem essa questão.

**Paulo Roberto Martins** – Para que os membros da mesa possam responder rapidamente, minha questão é dirigida à mesa: é sobre a produção de uma outra natureza (e não é só a nano que faz isso, a biotecnologia também faz). Como é que podemos compreender isso ou debater isso do ponto de vista ético: a produção de uma outra natureza e a disseminação dessa outra natureza naquela que nós conhecemos e que seria a “natureza natural”. Evidentemente, o conceito de natureza é bastante amplo e discutível, mas a questão seria essa.

**José Manoel Rodríguez Victoriano** – Minha intervenção basicamente trata de levantar três questões: uma é relativa à ética; outra é relativa à política e a última é relativa à construção do sujeito, sua relação com o exterior, no neoliberalismo, na construção de sua subjetividade. Em relação à construção da ética, creio que a ética da eco-responsabilidade cai por si própria. Se analisamos as inflexões da evolução da ciência moderna, a inflexão newtoniana, a inflexão da relatividade, a inflexão quântica, vemos como nessas inflexões progressivamente há um sujeito investigador, que é absoluto no caso da inflexão newtoniana, um sujeito que se torna investigador absoluto, no sentido de que se separa radicalmente de seu objeto. O objeto é algo a conquistar, a colonizar, não tem existência fora do próprio sujeito. Na segunda inflexão, a inflexão da relatividade, o sujeito constrói seu objeto em função da posição em que se encontra. O objeto tem posições distintas e isso é visto de modo relativo. Por exemplo, neste lugar, o outro já reconhece o exterior, já se reconhecem suas diferenças, porém são diferenças desiguais, ou seja, essa diferença existe, mas é uma diferença desigual, não é uma diferença que vai acompanhando a igualdade.

O terceiro momento é o momento atual, é o momento da física quântica, é o momento da reflexão. Esse é o momento no qual o sujeito constrói o objeto. E, nessa construção, o objeto já não existe com independência ao sujeito, há uma relação sujeito-objeto e esse é o resultado do processo científico. E nessa construção estão presentes, inevitavelmente, em termos científicos, os valores. Nessa cons-

trução, o objeto já não existe fora do sujeito e já não é relativo, senão que é construído e nessa construção aparecem os próprios valores.

Esse é o contexto que nos possibilita uma ética da eco-responsabilidade. Dentro dele, a ecologia é fundamental, no sentido de que é uma ciência de sistemas e de ecossistemas. E nesse contexto, basicamente a ética da eco-responsabilidade estabelece que de nada vale minha sobrevivência individual se não sobrevivo naqueles sistemas que me contêm. Então, basicamente eu formularia esta questão nestes termos, porque me parece que podem ser esclarecedores para iniciar o debate.

A segunda questão é uma questão política, no sentido de que, assumindo o postulado anterior, temos de explicitar o princípio de precaução e subordiná-lo ao princípio de decisão coletiva sobre os resultados técnico-científicos. Outro dia, tivemos Che Guevara (que, como sabemos, não é sociólogo, mas é uma pessoa que pensou muito), que dizia em outro debate “A ciência é boa quando está nas mãos do povo. A ciência é má quando não está nas mãos do povo.” Podemos traduzir em termos mais acadêmicos e coloquiais essa questão, para não colocar em perigo nossas futuras carreiras universitárias. Então, quando é boa a ciência, a tecnociência? Quando temos capacidade de decidir sobre ela. É neste sentido que vêm, como requisitos fundamentais, esses princípios de que subordinamos a precaução, mas a partir de necessidades metodológicas básicas: a necessidade da transparência, a necessidade da informação transparente e a necessidade da radicalização democrática. E, neste sentido, temos as conseqüências que derivariam deste assunto.

A terceira questão, sobre o sujeito do neoliberalismo. A mim se apresenta como tremendamente dramático que as perspectivas que se abrem de reflexão e de relatividade, em um novo paradigma de conhecimento científico, as perspectivas que se abrem de um sujeito que pode ser autoconstruído e de um sujeito que assume os processos de autoconstrução próprios e coletivos, estão resultando, nesta modernidade tardia ou em um capitalismo neoliberal, em um sujeito autista.

A Escola de Sociologia do Consumo, na Espanha, vem trabalhando sobre essa questão porque é um mecanismo que possibilita um controle a partir da liberalização de seu autismo que, provavelmente, é diferente do de outras épocas, mas o controle e a construção da subjetividade contemporânea estariam relacionados a esta terceira questão. São três questões para debate que eu deixo aqui.

**Ruy Gomes Braga Neto** –Gostaria, agora, de repassar a palavra para os componentes da mesa. Creio que o mais coerente seria retomar a ordem original e, posteriormente, faremos uma segunda rodada de questões. Professor Cozar?

**José Manuel Cozar Escalante** – Em primeiro lugar, vou tentar responder aos comentários que foram feitos pelo *keynotes speaker*. Concordo com respeito à imperfeição da evolução. Nós dizemos que a evolução é essencialmente um processo de tentativa e erro. E eu gostaria de dizer que a evolução é oportunista. É possível pensar no aspecto da reprodução humana apenas como um aspecto da evolução como um todo. Todos nós sabemos que é imperfeita. Então, qual é o ponto, aqui? O ponto são as promessas que ouvimos da nanotecnologia, ela nos promete perfeição. Ela promete a reprodução perfeita de um produto, a melhoria do desempenho humano, há relatórios muito bem fundamentados sobre as possibilidades de aplicar nanotecnologia para melhorar o desempenho humano e até mesmo para nos tornar imortais. O problema é como avaliar a precisão, a exatidão da verdade dessas assertivas ou do discurso da nanotecnologia a respeito de inovações possíveis futuras, nanotecnológicas. Assim, também foi enfatizada a necessidade de educação na questão ética e moral, o que é uma boa coisa, é uma coisa muito necessária. Mas há diversos aspectos diferentes a esse respeito. Como exemplo, vou salientar apenas um deles: a auto-regulação das comunidades de peritos é a primeira recomendação que se encontra quando se lê algum trabalho técnico sobre nanotecnologia. Mas eu fico preocupado. Também a escrita de códigos deontológicos, não creio que seja totalmente inútil, mas não é suficiente, porque há muitas experiências anteriores com nanotecnologias e outros, e eu sou muito cético a esse respeito. Precisamos de algo mais forte porque pode haver muitas boas intenções, mas a realidade é bem mais cruel.

Então, qual é a alternativa? Essa é minha resposta à apresentação do professor Ricardo Timm de Souza, quando ele falou sobre a neutralidade, sobre o controle. Acho melhor colocar em uma posição protecionista, talvez até egoísta. Algumas empresas podem proibir algo porque crêem que é perigoso ou porque vão ter de pagar muito dinheiro para outros se houver algum acidente, vão ter de pagar alta indenização e isso tudo é uma decisão egoísta. São motivos egoístas. Não vou desenvolver isso porque vou ter de pagar aquilo. Mas, no final, o resultado é benéfico para todos. Então, esse é o tipo de prudência, a prudência de penalizar.

A outra se fundamenta no trabalho de Aristóteles. Se usarmos a teoria de Aristóteles, se a levarmos a sério, vamos enfatizar seus aspectos. Isso, creio eu, seria uma alternativa à deontologia e, talvez, mais eficaz.

Agora, vou responder a Paulo Martins, a respeito da produção de uma nova natureza. Se eu fosse um pós-humanista, não ficaria muito preocupado com isso e poderia até celebrar isso. Há pessoas, chamadas trans-humanistas, que estão dispostas a se modificar no planeta para, depois, ir para outros planetas, quando as coisas aqui ficarem ruins. Outros escritores dizem que nós já somos *cyborgs*, e é

verdade. Mas eu não sou um pós-humanista. Acho que precisamos de uma taxonomia do tipo de modificação e do grau de modificação. Por exemplo, geógrafos dizem que o ser humano está modificando seu ambiente desde o início da raça humana e isso é verdade. Mais uma vez, qual é o grau de modificação? Precisamos de uma taxonomia. E a discussão é: até que ponto estamos dispostos a aceitar modificações que nos são impostas, algo que não é voluntário. Não precisamos ser humanistas conservadores para tentar defender certas distâncias entre seres humanos ou entre o ser humano e o meio ambiente, entre entidades artificiais e naturais. Muito obrigado.

**Ricardo de Toledo Neder** – Petrus Santacruz, sua intervenção foi muito interessante, você tem uma inquietação que é a de como lidar com as metodologias em geral, das ciências físicas, biológicas, químicas. Elas têm uma estratégia, ou o materialismo científico, ou seja, a tentativa de garantir as condições de contorno para a neutralidade da pesquisa em si, elas estão sempre vinculadas à matematização e ao uso de instrumentos. Então, a relação com os instrumentos e a matematização é uma relação constitutiva do materialismo científico. As outras correntes de metodologias positivistas são a do empirismo – a ênfase na idéia do resultado pela pesquisa na comprovação dos resultados e na reaplicação dos resultados –, no Japão, na China e no Brasil; e a idéia do racionalismo antigo, cartesiano, de que essa relação intersubjetiva, sujeito-objeto, deve ser afastada, porque ela é do campo da filosofia, das outras filosofias que não a das ciências.

Então, não é que Descartes renega esse poder da imaginação, do imaginário, mas ele reserva para as ciências apenas o racionalismo, que separa o sujeito do objeto. Essas metodologias em geral são conhecidas como metodologias positivistas. A partir do século XX, as ciências humanas e, particularmente, as ciências sociais, constroem metodologias alternativas, que são as metodologias não-positivistas. Por exemplo, o estruturalismo, a psicanálise, as correntes das interpretações fenomenológicas, baseadas na apreensão da realidade pelo sujeito e como essa apreensão é trabalhada de maneira a separar o que é crença de ficção. E as metodologias do tipo estruturalistas, nas suas várias escolas e subescolas.

Isso tudo criou um campo de metodologias não-positivistas, que está chegando a um ponto importante hoje, nesse limiar da física com a biologia, a química, de terem de lidar com a interdisciplinaridade e, portanto, com essa indistinção do que já foi falado aqui, na intervenção de José Manoel Victoriano, da inflexão quântica. Essa inflexão quântica realmente tende a questionar o ponto de vista que herdamos da crise do relativismo, na física einsteiniana, que toca diretamente esse tema de que falamos hoje, da intersubjetividade sujeito-objeto. E isso, para as ciências

humanas, para as ciências sociais, é “feijão-com-arroz”, nós sempre trabalhamos com isso, historicamente, desde que as ciências humanas e sociais se constituíram. Por isso, entendo que o que falta são aqueles que defendem os interesses das carreiras profissionais – as *fillier* – darem um tempo para readequarem seus currículos. Os currículos das engenharias precisam ficar mais próximos das ciências sociais. É isso o que na sociologia se tenta fazer: a sociologia do conhecimento, a sociologia das ciências, a sociologia das ciências humanas. Essa apreensão da realidade pelos tecnólogos, pelos engenheiros, supera a tentação de explicar tudo ou de separar. O estrangeiro, não, não entra aqui na minha área de pesquisa. Às vezes, isso tem resultados até criativos, pessoas que conseguiram criar. O professor Paulo Vanzolini é um compositor fantástico. Eu já ouvi depoimentos de colegas dele, que disseram: “Ele tirava a bata quando saía do Museu de Biologia, quando era ativo e, depois, tornava-se uma outra pessoa”. Ele era compositor, boêmio e “encharcava” até as 4 da manhã. E no dia seguinte estava lá, 9 horas da manhã, trabalhando no laboratório. Então, esse é o tipo do sujeito, o cientista moderno. Eu tenho até vontade de fazer uma biografia e vou sugerir a Ruy Braga, quem sabe algum aluno da Sociologia queira fazer uma pesquisa sobre a personalidade desse sujeito conhecimento, desse sujeito cientista.

Muitos outros agiram diferente. Por exemplo, Mário Schenberg era físico, gostava de ser crítico de arte, era escritor, crítico social, sociólogo, tinha de tudo um pouco. Gilberto Freire também, de vez em quando faz umas incursões pela ecologia, pela deosociologia. De forma que o estruturalismo, a fenomenologia, a psicanálise, todas as psicologias em geral são por metodologias não-positivistas. O campo delas é lidar com essa intersubjetividade sujeito-objeto. E a referência ao Popper é problemática, neste contexto. Porque o Popper acha que realmente deve haver um código deontológico separado para essas coisas e que a ação científica tem de neutralizar, por esse intermédio, os valores. Os valores precisam ser conhecidos, ele não era isso. Mas nada de misturar pesquisa científica com valores, códigos deontológicos. Então, para a Renanosoma, francamente eu não recomendaria isso. Eu acho que neste ponto, Paulo, nós partilhamos da questão.

Os coletivos especiais de pesquisa, que é uma abordagem entre os *networks*, redes sociais e redes técnicas, que é muito comum e está muito forte na sociologia e na análise de políticas públicas também, de ciência e tecnologia, fazem uma separação rígida entre o que é humano e não-humano; portanto, a operação que hoje nos é mais exigida, a inflexão epistemológica da intersubjetividade sujeito-objeto, fica um pouco fora dessas abordagens. Então, nós estamos tentando interpretar um conjunto de gente que está na China, na França, no Brasil, nos Estados Unidos, uma conceituação, por exemplo, como essa que Bruno Latour usa, de co-

letivos de pesquisa especiais, que são especiais por quê? Os cientistas lidam com objetos não-humanos na pesquisa *in vitro*. Lidam com pesquisa pré-clínica, também com não-humanos. Aí temos a distinção pesquisa clínica para chegar a humanos. Ora, se o coletivo de pesquisa, que faz a pesquisa *in vitro*, pré-clínica e clínica, não está lidando indistintamente, isso é só uma questão de momentos metodológicos diferenciados, mas eles estão lidando indistintamente com humanos e não-humanos. Se é *rhesus* ou se é outro tipo de macaco em que vai ser feita a pesquisa pré-clínica, não importa. Penso que as condições de controle que a tecnociência monta em torno do laboratório, ela as controla pela via da hierarquia, que é o que Ricardo Timm mencionou. Então, se há realmente uma epistemologia que estabelece uma pirâmide hierárquica, é aquilo que vale. Se passou pelo código de ética da pesquisa, vale, senão, ele terá sérios problemas. Mas a tecnociência, o tecnólogo, a IBM, as grandes corporações montam seus próprios laboratórios e pronto. Vocês percebem? Rompeu com tudo isso. Ou seja, vou montar meu laboratório e vou fazer sozinho, e vou à luta. Não preciso da universidade. Essa é a ruptura. Nesse caso, parece-me que a Renanosoma tem um desafio muito grande. É trabalhar com quatro, cinco coletivos no Brasil, que hoje eles têm “um pé forte” nos centros de pesquisa, mas daqui a pouco não vão ter. Nos Estados Unidos, pelo menos 57% ou 58% dos laboratórios são privados. Então, fica uma questão difícil. Como internalizar isso? Ricardo Timm está comentando aqui: centros éticos privados. É provável. E aí, qual é a condição de controle? Quais são os valores de controle? Direitos de propriedade? Esse é o único reconhecido efetivamente. São direitos de propriedade estabelecidos dentro das regras do individualismo metodológico do mercado e das estruturas econômicas. Então, acredito que os direitos de propriedade coletivos são pauta importantíssima de uma Renanosoma.

Segundo, a questão da desfragmentação do mundo. O que estou falando aqui, do laboratório, milhares de laboratórios privados fazendo a mesma coisa, competitivamente, é uma fragmentação. Sendo assim, como temos condições de pensar as ciências humanas, em sua reflexão histórica sobre o complexo regulatório no mundo contemporâneo, que vem de 1930, basicamente. Se a gente for ler o Karl Polanyi, de *As grandes transformações*, desde 1930. Mas eu estou só pegando 1930, que é o novo institucionalismo no *mainstream* da sociedade econômica mundial. A ação das grandes instituições internacionais, a metodologia da contabilidade nacional, essa idéia de que todos os insumos da natureza viram insumo econômico e não precisam ser contados, isso é só um mero detalhe da ecologia. Enfim, tudo isso vai ter de ser questionado também. É a isso que estou chamando de desfragmentação do mundo. É inevitável, mas temos de, em uma rede como essa, pensar a desfragmentação do mundo, coletivo de pesquisa. Na física, por exemplo,

há gente muito mais avançada do que na bioquímica ou nas químicas, em termos de reflexão. Talvez porque os físicos têm mais aproximação com a filosofia, e o estão fazendo há bastante tempo, pelo menos desde o século passado.

A hegemonia da física newtoniana, da física mecânica clássica, foi de fato questionada, caiu por terra, mas mantém a sua hierarquia. Você vai pela economia política, neoclássica, que é essa da metodologia, do individualismo metodológico, ela está baseada na mecânica clássica. Foram dois engenheiros que “bolaram” toda a macro e a microeconomia e seu correspondente sistema mecanicista na epistemologia econômica. Então, a relação da Renanosoma, no caso das metodologias de pesquisa, a ação e tudo o mais, é um amplo campo potencial.

José Victoriano tem questionamentos fantásticos, os quais eu não poderia nem tocar com a riqueza exigida. Mas o sujeito do neoliberalismo, digamos, o *homo oeconomicus* do neoliberalismo, é um sujeito que corresponde um pouco a este de que estávamos falando, interpretando um pouco como um sujeito contemporâneo que tem uma parte de si em agonia. Ele é um sujeito agônico, nesse sentido. E a passagem de seus fundamentos, digamos, filosóficos e teórico-metodológicos do individualismo metodológico para uma série de subterfúgios para não resolver o problema da alteridade, esta é a marca registrada do nosso tempo. Então, é isso o que Petrus Santacruz, com um depoimento muito pungente e rico, disse: “No meu *stand* de exposição apareceram três ou quatro querendo, um, nanotecnologia militar, o outro a salvação pela saúde pública, outro a pesquisa de Medicina”. Enfim, você deu o quadro desse sujeito em agonia, é esse aí.

Há formas de equacionar a relação da subjetividade sujeito-objeto articulando os protocolos éticos (o ponto-chave que Ricardo Timm coloca)? Sabemos que essa articulação é necessária, fundamental; mas ela não pode ser baseada na hierarquia, por exemplo. Então, temos de batalhar para vir à tona a possibilidade de a fundamentação dessa articulação entre os protocolos éticos ser incorporada como um valor em si. E o que nós estamos fazendo aqui, neste seminário e nas diferentes atuações individuais nossas, é isso, essa radicalização democrática em um sentido muito preciso. Você conceituou bem; em nosso jargão de expressão popular, eu traduziria: é preferível ir junto andando pouco do que ir longe sozinho. Então, essa idéia de que há alguma coordenação entre os que estão juntos e demandando a coordenação é necessária e fundamental. Porém, Ricardo Timm, mais uma vez, remete à esquizofrenia civilizatória, que não permite. Então, temos diante de nós esse impasse muito sério, que é ético, que é fazer essa passagem. Em suma, é isso.

**Ricardo Timm de Souza** – De minha parte, relembro primeiro a questão do professor Santacruz, as conseqüências potencialmente irreversíveis do não-in-



vestimento em nanotecnologia. É realmente um assunto seriíssimo para pensar. Achei também brilhante esse exemplo do seu *stand* de pessoas ocorrendo com preocupações quase diametralmente opostas. Isso é exatamente a simbólica da estrutura de cisão que nós vivemos. Mas uma frase que o senhor disse me chamou a atenção, que talvez o *standard* dos países chamados desenvolvidos fosse confortável e essa questão realmente vem agora, nova, e mais uma questão se coloca, de que talvez essa revolução nanotecnológica fosse o momento de os chamados países não-desenvolvidos ou em desenvolvimento (o que é muito discutível) tomarem o timão do barco da civilização. Penso que sim, que, como idéia, isso é fantástico, e como proposta é isso o que se pretende em uma rede como a Renanosoma, em certo sentido.

O que eu queria caracterizar, do meu ponto de vista, é que não necessariamente uma revolução científica vai significar uma revolução das estruturas de controle de poder da condução dos processos científicos. Penso que não se pode, em nenhum momento, confundir essas duas dimensões. Digamos que o que nós temos hoje são predeterminações que confluem em momentos determinantes de ciência. Eu vou dar exemplos bem concretos para vocês. Nós, que trabalhamos em Comissões de Ética na Pesquisa (CEPs), estamos sempre às voltas com essa questão. Por exemplo, a famosa questão do duplo *standard* do Protocolo de Helsinque. Tratar os pacientes, como eles chamam, “sujeitos de pesquisa” (não sei se são sujeitos ou objetos) do Primeiro Mundo de uma forma e os sujeitos de pesquisa do Terceiro Mundo de outra, totalmente diferente. E indiretamente isso está muito aveludado, muito amaciado por toda a discursividade e pelas razões econômicas e políticas que justificam. Isso é uma luta histórica que já existe, inclusive no Brasil, para evitar esse duplo *standard*. Pessoas são pessoas. Eu não estou usando aqui categorias semanticamente imutáveis, mas pessoa é pessoa; ainda que não consigamos chegar ao essencial (e talvez nem seja necessário), não podemos ser coniventes com isso. Com isso, não estou trazendo aqui nenhuma idéia em contrapartida àquilo que o senhor coloca, mas estou chamando a atenção para um outro aspecto.

Outro aspecto é a questão das patentes, a condução do processo de patente, que é uma questão de propriedade intelectual. Vivemos às voltas com essas questões, também. Na verdade, uma revolução interna e até uma revolução, uma transrevolução, como se anuncia no caso da nanotecnologia. Lembro-me de uma palestra do professor Paulo Roberto Martins, em Porto Alegre, mostrando a que ponto isso pode ser revolucionário e não necessariamente vai conduzir a uma modificação nas lógicas de condução, nas lógicas de poder dos atores que detêm ou querem deter esse poder. Então, aí é que entra o poder de intervenção, digamos assim, das ciências sociais, de realmente criticar, no sentido etimológico do termo,



essa condução porque, senão, mais uma vez vai acontecer aquela situação do trem que passou e nós não pegamos, em algum momento vamos pegar, só que, mais uma vez, talvez sem a plena consciência de todo o fato anterior que levou a essa situação. Moderna, humana, acabou dando alguns bons resultados, temos de admitir isso. Mas o nosso problema, mais uma vez, vai ser termos de ser críticos para ver se nós não temos o perigo da recaída em uma estrutura de retórica de individualização, que não significa o indivíduo pleno, o sujeito capaz de decidir ética e cientificamente, mas sim uma atomização, que vai coincidir com aquilo que o professor Victoriano coloca: será que não temos aí uma continuidade aparentemente descontínua? Eu simplesmente coloco como questão, não quero polemizar esse aspecto, é simplesmente porque ele fez referência àquilo que eu coloquei.

Com relação ao professor Sílvio, a questão exata das dimensões, nós temos de decidir, os cientistas têm a palavra. Aliás, espera-se deles isso, a sociedade espera isso. E essa espécie quase de contrapartida da desqualificação do discordante. Isso, vocês sabem o que houve, vocês estão por dentro da famosa questão do ato médico, certamente. Na Associação Médica do Rio Grande do Sul (AMRigs), em Porto Alegre, houve uma discussão e, em determinado momento, um médico levantou e disse: “Para quem é enfermeiro, psicólogo, etc. e quer ter o controle pleno da área da saúde, as faculdades de medicina continuam com as portas abertas”. E não havia um sociólogo que dissesse o seguinte: “E para quem quer entender e saber de onde vem a idéia de corporação, as faculdades de sociologia também estão com as portas abertas”. Porque isso tem certidão de nascimento, origem nas guildas, nas corporações, nos interesses, etc.

Então, na verdade, parece-me que o professor (embora não tenha tratado diretamente desse tema) remete à questão das lutas e dos interesses corporativos, nas quais muitas vezes quem menos importa é a população (vamos chamar de população-alvo, entre aspas), e até a ciência importa pouco. Vamos ver a Lei da Biossegurança, a forma como foi encaminhada aquela situação, as confluências e os jogos de interesse que tivemos ali. O que nós temos? O cientista, em princípio, como sede do saber. E quando eu falei em ciência como instituição, pensei com todas essas infinitas variáveis. Em princípio, sim, o discurso científico é algo que, no imaginário das pessoas, é a sede do saber. Por isso que, de alguma forma, Beacon é revitalizado cada vez que alguém envia uma criança para a escola. Por outro lado, a forma como isso se articula flutua segundo interesses os mais variados, que são os interesses sociais e a força dos atores sociais que estão em conflito. Então, aí se percebe algo, uma variável que foi citada também de passagem, mas que quero destacar, o papel do “quarto poder”, da mídia, no caso. Muitas vezes, ingenuamente as pessoas pensam: “A mídia não traz mais verdades”. Ela não traz mais verda-

des, ela cria verdades. Ela cria presença social de fatos. É aquela famosa história: ninguém deu no jornal, acabou o fato. Não deu no jornal, não existe. Deu no jornal, existe. Essa manipulação parece-me um elemento a mais, um complicador a mais que vamos ter de equacionar para pensar essas questões que o senhor coloca e que são candentes em discussões como esta, dos transgênicos, da biossegurança, que é um elemento complicador a mais, especialmente no Brasil, com essa configuração tão complicada.

Com relação ao professor Paulo Martins, a produção de uma outra natureza ou em relação à natureza que nós tínhamos. Temos um colega que brinca sarcasticamente, dizendo que nós estaríamos no momento da “humaneza”, porque o ser humano manipulando os genes se reconstrói e não se reconhece na reconstrução. Portanto, inicia um processo de imponderabilidade que ninguém sabe aonde vai parar. Eu acho essa reflexão interessante. Mas, de fato, ela nos leva, filosoficamente, a uma questão, que é a da âncora semântica das palavras que usamos. Talvez o bom dessa questão toda, do ponto de vista das categorias utilizadas, será que nós teremos de criticar a lógica de conceitualização que temos usado. Não vai mais se discutir se natureza é essencial ou inessencial ou existencial, mas vai-se colocar a questão de como é que nós chegamos à idéia de que um conceito seja capaz de capitalizar todo um sentido de realidade. E, aí sim, nós estaremos em uma revolução epistemológica, gnosológica, talvez a maior que possamos ter ao longo de todo o desenvolvimento do pensamento ocidental. A idéia do conceito, que não mais simplesmente é revestido ou, digamos, recheado de sentido, conforme os momentos em que essa evolução vai acontecendo, mas a própria lógica de constituição do conceito vai, semanticamente, “trepidar” nesse processo todo porque, eventualmente, certas barreiras e certas membranas que eram muito tênues, mas ainda permaneciam entre as disciplinas, talvez não sobrevivam.

Com relação ao professor Victoriano, também achei muito rica a sua intervenção. Eu gostaria apenas de trazer, porque veio, via negativa, uma preocupação. Tudo o que o senhor disse é perfeito e estou totalmente de acordo. Temos que entrar definitivamente nessa situação, após esse luto da situação agônica, iniciar um momento cosmogônico ou humanogônico ou naturezogônico. O “gone”, criação de algo. Mas temos um grande impeditivo que faz parte exatamente daquela lógica de poder anterior, que estávamos analisando, que é a questão da ciência como um fato social fático, empírico. Ou seja, como é feita a ciência em nossos cursos de graduação. Eu acredito não errar muito quando penso (e generalizo isso em termos nacionais e internacionais) e digo que nos cursos de graduação, na base, nós pensamos modernamente, com cabecinhas modernas. Nós temos sistemas disciplinares, em todos os sentidos do termo. Disciplinar no sentido foucaultiano

do termo, no sentido epistemológico do termo. E, quando esses cientistas se formam, esses futuros atores sociais, queremos que eles se dispam de seu revestimento moderno e sejam capazes de integrar, muitas vezes, a diferença, ou de pensar em uma abrangência maior. Isso é sempre um tumulto e é sempre um trauma. Nós acompanhamos isso, eu já trabalhei em dois cursos interdisciplinares. Um deles é terrível, porque é com o pessoal do Direito. Vocês imaginem, nós temos lá desembargador aposentado, teve um que disse: “Olha, eu trabalhei 35 anos, 12 horas por dia, tentando fazer justiça. Daí, eu não sabia o que era justiça, eu nunca tinha pensado no conceito. O conceito era tão auto-suficiente que era dispensável, era tão transparente que era opaco, era tão claro que chegava a ofuscar. Portanto, eu não conseguia me remeter à questão do fato semântico de exprimir a palavra justiça”. Isso foi um ato de grandeza por parte dele, eu acho que de humildade científica também. Mas mostra com o que nós estamos lidando. Então, nós temos de pensar, repensar a estrutura, o que significa educação. Eu acho que isso é o momento inicial, para que se possa sonhar, um dia, que a consciência dessa complexidade nos penetrou. Isso seria essencial.

Por outro lado, com relação ao princípio de precaução, quando trabalho em meus textos, geralmente não gosto da palavra “princípio”, e isso não tem nada a ver com os principialistas ou principiologistas, tem a ver com uma convicção minha. Eu digo princípio, até posso aceitar ou não. O imperativo é uma palavra que, na Filosofia, já se usou bastante e sempre assusta um pouco: imperativo é aquilo que impera. Então, eu trabalho um pouco com o que eu chamo de imperativo ético da precaução ou da preocupação com as conseqüências dos atos e eu diria que, se nós quiséssemos nos abstrair dessa dimensão, para não ter nenhuma conotação, nenhuma ressalva, algo edificante (eu não quero que vocês entendam meu discurso por esse lado), vamos pensar só na forma (como o senhor muito bem caracterizou) de como se faz uma ciência de ponta, hoje. O que é a ciência de ponta, hoje, senão a integração de dimensões complexas? Portanto, o que é ciência hoje, senão complexidade? Se é complexidade, não há como excluir as dimensões da complexidade. Dessa forma, não houvesse o imperativo ético da prudência, como eu chamo, haveria ao menos o imperativo científico da complexidade, que já é suficiente, digamos, para manter o imaginário da ciência um pouco aquém dessa totalização. Acredito que não é preciso ser um cientista humano para perceber isso. Como se houvesse cientista que não fosse humano, como se houvesse ciência que não fosse humana. Aí, nós já estamos esquizofrênicos, como se a matemática não fosse humana, na verdade, incorporamos esse jargão.

É evidente, na questão neoliberal, o que é que nós temos? Temos um autismo, que o senhor bem coloca. E é uma razão delirante e fragmentária. E eu acho que,

aí, percebe-se e eu refiro aqui ao filósofo Adorno, com o qual eu trabalho bastante. Em 1940 e poucos, chegando à Califórnia, um europeu velho, nunca tinha visto tantos automóveis e ficou escandalizado, porque todos estavam indo para as férias totalmente isolados uns dos outros pelos melhores isolantes que existem: os pneus de borracha dos carros, aquela multidão de carros. Se Adorno visse, hoje, uma grande cidade do Brasil, além dos carros, os filmes. Ninguém sabe, os carros já são quase semoventes, quase autômatos, no bom sentido grego da palavra. Quer dizer que nós só avançamos nessa lógica. Essa lógica estava ali. O que acontece é que essa lógica é delirante, e, em algum momento, ela vai chegar no seu limite, ela vai ou implodir ou explodir. É isso que foi falado, a consequência da esquizofrenia é uma consequência muito séria, e nós temos de estar preparados para esse momento. Em que sentido isso pode ser, ainda, construtivo. Como trabalhar em um sistema hegemônico com dimensões não-hegemônicas? Aí, então, está a dimensão da criatividade e da educação. O fato de que seja possível isso é cabal. E, sempre que se percebe o trabalho de ONGs e das próprias universidades, institutos, etc. há desvios, uma razão desviante, que é uma razão mais sadia, que refere ou que quase repete a situação humana. Muitas vezes, os mais saudáveis vão parar no hospício, porque a sociedade está louca, porque a sociedade está desvairada. Isso é típico, é uma defesa contra certos influxos de sanidade. A mesma coisa, uma razão desviante, uma racionalidade modesta demais até, para o gosto dos cientistas que têm poder, muitas vezes é execrada, mas ela é real, é palpável, é concreta e tem consequências. Eu acredito que a educação consiste em trazer essas consequências à tona. Espero não haver sido muito redundante nas minhas tentativas de resposta. Muito obrigado.

**Ruy Gomes Braga Neto** – Obrigado, Ricardo. Acho que podemos passar a uma segunda rodada de questões. Novamente, dois colegas que levantaram a mão ao mesmo tempo.

**Eliane Cristina P. Moreira** – Minhas perguntas também são para os Ricardos. Eu gostei muito da referência ao desembargador, porque sou advogada e efetivamente acho que se fala muito do cientista, mas a classe mais dura nesses discursos é, realmente, a da área jurídica. E temos até uma orientação em nossa formação, que é a seguinte: nessas discussões sobre novas regulamentações, a postura do advogado deveria ser: “Discutam aí, quando vocês tiverem uma resposta, me falem, que eu coloco na forma”. Essa é uma distorção da nossa formação. Por isso, achei bem interessante a referência. Eu tenho uma preocupação muito grande com o que não sei se posso chamar de uma rede de proteção que se tem criado em

torno, podemos falar, de sujeitos de pesquisa ou, enfim, a terminologia que melhor se adapte. Mas me refiro às pessoas que participam desses experimentos, tanto considerando uma rede de proteção ética quanto o Direito, mesmo. E, do ponto de vista da efetividade, na discussão principalmente sobre a biotecnologia, de certa forma a bioética foi (e de forma alguma estou desmerecendo) colocada na mesa como um troco: “Tem um impacto, mas não se preocupe, não. Vamos dar este troco aqui, a gente resolve. Alguém vai pensar nisso. Alguém lá atrás vai pensar nisso.” Eu acho que a bioética é um grande avanço, não desmereço, de forma alguma. Mas, na prática, parece que terminou sendo isso, parece que se configurou uma estrutura no país que pouco tange à efetividade da real proteção. Então, muitas vezes é um discurso bem conformado, mas, na hora da aplicação, tanto do ponto de vista da relação pesquisador-sujeito de pesquisa quanto do próprio debate nos comitês, ficou muito longe a efetividade da real proteção. Eu trabalho com pesquisadores e ouço muitas vezes, tenho a possibilidade de ver, mesmo que no discurso, que na relação pesquisador-sujeito de pesquisa existe uma impaciência muito grande. Principalmente quando se está falando (como eu sou da Amazônia) de povos que têm um discurso, uma racionalidade, uma organização diferenciada. Povos ribeirinhos, quilombolas, povos indígenas. Posso estar sendo muito dura aqui, mas algumas vezes pude presenciar conversas entre esses dois atores, em que senti que eles eram tratados como se fossem lixo. “Eles não vão entender nunca o que estou explicando.” E achei bem interessante a referência já feita de que outro cientista tenha conseguido comunicar-se bem com os trabalhadores rurais, porque penso que isso pressupõe uma aceitação muito grande do outro e uma necessidade muito grande de rever a forma de relação com o outro.

Só que, do ponto de vista concreto, em geral, vejo que se tem aceito no sistema, que vou chamar de bioética principalmente, a formalidade, o apreço pela forma. Então, se o consentimento está assinado, não me interessa saber se o pesquisador treinou a assinatura do quilombola uma semana para ele poder só assinar, embora ele não tenha conseguido ler nem alcançar a terminologia que está posta no termo de consentimento. Tampouco me importa realmente fazer um retorno do benefício, que pode ser, simplesmente, voltar para aquela comunidade e dizer: “Realmente, a planta que vocês estão usando aqui têm uma finalidade positiva, ela pode realmente ser utilizada como chá, vocês têm de ter cuidado, porque não pode abusar.” Enfim, não há essa preocupação quanto ao retorno, porque eles não são vistos, nesse contexto, como cidadãos. Eles são considerados cidadãos de segunda categoria na sociedade em que vivemos.

E, aí, me pasma ver que o sistema absorve isso. O sistema, não sei se por uma tolerância com a prática científica, mas o fato é que absorve, não rejeita, ele não se

pergunta sobre a efetividade da rede de proteção. E mais, ele não se pergunta, também, sobre o limite. A ética tem um limite. Se a Resolução 96 diz que o sujeito de pesquisa não pode ser pago para se submeter a uma pesquisa e o comitê se depara com um sujeito que está sendo pago (e sabemos que há inúmeras faculdades de medicina, eu tenho amigos que vieram fazer mestrado aqui em São Paulo e sobreviveram sendo sujeitos de pesquisa), há um limite e é o limite da sanção. É necessário, em algum momento, impor uma sanção, quando se chega a tal ponto de desrespeito. Tenho realmente uma grande preocupação sobre o troco e sobre a aceitação que se criou nesse sistema, de que o sistema, tal como conformado, vai responder, que ninguém tem de se perguntar sobre a efetividade desse sistema. Era esse o questionamento que eu queria fazer.

**Participante** – Eu sou Rafael, faço mestrado na Ufes e quero perguntar à mesa se vocês não pensam que pode ser muito mais difícil iniciar uma discussão com essa sociedade, já que esse discurso ilusório dessa maravilha nanotecnológica pode fazer uso de instituições para criar convenções, como ele falou, maniqueístas, em que todo mundo pode começar a achar que é um pouco cientista e essa discussão tornar-se muito mais difícil.

**Magda Zanoni** – Vou aproveitar para triangular e polemizar um pouco sobre o tema com Petrus Santacruz, porque ele está muito preocupado com a questão de perder o bonde da História, e esse “perder o bonde da História” tem a ver com uma temporalidade que é a lógica da concorrência, a lógica da inovação e toda a nossa política científica, hoje e nos últimos anos, está voltada a essa lógica. Essa lógica divorciada da discussão ética. Eu penso que essa discussão tem de estar posta antes, na questão da nanotecnologia, porque ela pode ter implicações muito sérias. Gostaria de provocar essa questão da temporalidade e da ética como coisas divorciadas.

**Sílvio Valle** – Eu gostaria de complementar o que Eliane Moreira falou, com relação a um olhar um tanto cético sobre a questão da bioética. Na área da biotecnologia, está no orçamento do governo estadunidense 10% do investido em biotecnologia para desenvolver a biotecnologia, 10% para a bioética. E a indústria da biotecnologia estadunidense entendeu que a bioética é vista como um *pré-marketing* da biotecnologia. E isso é colocado muito claramente, Eliane. E isso tem ocorrido com alguma frequência. Eu não sei se no Brasil existe essa questão da bioética usada como *pré-marketing*, não é minha área, minha área é biossegurança. Mas existe nos Estados Unidos.

**Petrus D’Amorim Santacruz de Oliveira** – Eu poderia não estar tão preocupado em perder o bonde da História se eu, por exemplo, entrasse em um hospital do SUS e visse a realidade, independente de teorizar. Eu nem precisaria também estar tão preocupado em perder o bonde da História, porque nós todos aqui temos uma situação bastante confortável com relação à média da nossa população. Eu nem precisaria também estar tão preocupado em perder o bonde da História se eu não olhasse a violência urbana. E existe, sim, uma relação causal cíclica entre investimento em ciência e tecnologia e em questões sociais, e até hoje nunca houve nenhum tipo de política de governo, política científica, que levasse a uma situação diferente da nossa, a que nós vivemos hoje.

**Ruy Gomes Braga Neto** – Eu vou, portanto, passar a palavra para os conferencistas, para que eles possam fazer suas ponderações, e peço também para que eles já façam as considerações finais, para que possamos encerrar esta sessão.

**Ricardo de Toledo Neder** – Concordo inteiramente com Silvio Valle, trata-se de uma comissão específica de bioética, nada fazem além de ratificar essa lógica do protocolo conseqüencialista, como relativa aos demais valores, em tese. Então, isso que eu chamei de dificuldade de lidar com o protocolo dos valores cognitivos relativamente aos demais valores, percebe? Isso é complicado, porque gera isso que Sílvia comentou e que Eliane Cristina Pinto Moreira também muito bem apontou, em termos da expropriação dos direitos de propriedade coletiva, comunitária. Se houvesse uma incorporação de fato séria, do ponto de vista até absoluto dos valores éticos no campo cognitivo dos coletivos de pesquisa, o conhecimento comunitário, a etnociência, que hoje tem uma sociedade científica no Brasil reunindo ciências humanas e ciências naturais, estaria em melhor situação, embora essas questões hoje já estejam sendo levadas mais a sério. Mas eu diria que essa é uma fonte preciosa, digamos assim, da nova regulamentação ou de um novo modelo regulatório, que não siga as normas específicas e subordinadas aos direitos de propriedade intelectual e de patentes. “Rede de proteção”, essa expressão é muito boa porque eu fico imaginando rede de proteção assim: sabe aquele circo, você está com o pessoal equilibrista lá em cima. E você tem uma rede de proteção embaixo. Quer dizer, ele tem o direito de cair a qualquer hora e se arrebentar, se não tiver a rede de proteção. Ele pode correr o risco. Essa expressão é do Latour, ela funciona um pouco assim, relativamente, também.

**Ricardo Timm de Souza** – Primeiro, com relação à colega jurista, realmente a questão da cristalização da linguagem jurídica está vivendo a mesma estrutura

de insegurança que toda e qualquer disciplina tradicional. Anteriormente, a última instância de consulta era a jurídica. Hoje, já é mais filosófica, sociológica, histórica. Então, isso dá uma insegurança e, aí, sobrevive quem sabe se adaptar aos tempos. Por isso, eu acho que é bom esse diálogo, em primeiro lugar. A questão da famosa rede de proteção, nós temos uma situação bem complexa, porque entra justamente na questão da bioética, na própria história da bioética. Há cerca de um mês foi realizado o Congresso Nacional de Bioética em Foz do Iguaçu. Então, essa discussão ficou mais clara do que nunca, talvez não ainda consciente, mas vai chegar o momento da consciência dessa grande discussão. A história da bioética no Brasil é muito atribulada. Há confusão entre o modelo anglo-saxão de bioética clínica e outras formas, que vão variando, que estão tomando novas conformações sociais, e as dimensões de conflito que estão ali dentro ainda não estão nem conscientes.

O que posso observar (o nosso CEP tem 15 anos, é um dos mais antigos e já se viu absolutamente tudo o que se possa conceber, e também o Comitê de Bioética do Hospital da Universidade, em que também trabalho), posso claramente situar é que, às vezes, há uma situação inversa e trágica, em que pessoas, muitas vezes sem discurso, são – no caso, por exemplo, de um conflito de bioética clínica, de um paciente “x” que foi internado pelo SUS e teria de ter um tratamento ou não teria – impelidos a tomar decisões de extrema gravidade. E os discursos são os discursos. Então, pessoas assumindo responsabilidade porque o paciente está ali, morrendo. Pelo menos, essa vantagem a bioética clínica têm, ela não lhe deixa sonhar muito tempo, porque o paciente não espera. Então, às vezes há uma inversão dessa lógica, exatamente como a senhora aponta. Poderíamos pensar que, dados os grandes discursos edificantes, seriam muito naturais as conseqüências. E não é. A mesma coisa vai acontecer, mais atenuadamente (porque aí se trata de pesquisa), nos comitês de ética em pesquisa. Vejam bem, a questão dos famosos comitês de ética em pesquisa independente, nós recebemos protocolos que já foram aprovados em comitês de ética independente. Aí, vamos atrás, por exemplo, da questão do seguro, da rede de proteção, o seguro dos sujeitos de pesquisa. Não há. Ninguém sabe como é, ninguém sabe onde fica, onde está. Em 800 páginas, não cabe uma página para detalhar essa questão. E, além disso, essa questão de comitês de ética em pesquisa independente é muito relativa, muito problemática, porque se sabe que, com dinheiro, consegue-se muita coisa. Então, um dos grandes problemas que temos ali é estarmos em uma contingência. Mas nós não podemos ser contingentes nessa contingência, temos de achar o justo equilíbrio nisso.

Tivemos, há pouco tempo, no Hospital de Clínicas, um doutorado exatamente sobre compreensão de consentimento informado. Eu não vou dar aqui o resultado, porque acho que vocês já sabem. E tive a honra de acompanhar um trabalho de



mestrado de uma colega do Parque Nacional do Jaú e lá havia exatamente esse problema, das pessoas tratadas como um elemento a mais em uma equação muito maior do que elas. Traz de novo a questão do poder da ciência. A questão era preservacionista e conservacionista: no início da década de 1990, provar que as pessoas poderiam viver no Parque Nacional do Jaú e que isso não era uma catástrofe ecológica. Demorou uma dissertação de mestrado para a moça fazer. Então, penso que isso mostra tudo, na verdade, temos é de reavaliar a posição do humano e do ecológico na axiologia dos valores. É simplesmente isso, mas tudo isso nós teríamos de fazer. Inicia com esse processo dialógico e, aí, também é evidente, vamos ter muitos desencantos, porque os imaginários científicos são muito grandes. A questão das células-tronco, o que se faz, o que se diz, como é patética essa procissão de expectativas em torno de situações que, muitas vezes, são pré-experimentais ou meramente experimentais. E se cria uma comoção nacional em função disso, com intenções muito claras. Essa avaliação tem de ser muito bem feita e, com isso, vamos conseguindo avançar. Para isso, temos de, muito paulatinamente, radicalizar a discussão. Entendo que esse é o único caminho no qual, de alguma forma, desembocam todas as nossas preocupações, desde a diluição dessas falsas disciplinaridades (que eu uso aqui no sentido disciplinar mesmo, foucaultiano), até conseguirmos integrar discursos que podem parecer muito contrários ou contraditórios, mas que, eventualmente, têm uma medula, um fio comum que os une. Mas é uma questão coletiva, calma e muito prudente que tem de ser feita. Quero agradecer a oportunidade de ter aqui tentado colaborar com essa discussão, ao professor Paulo e a todos o que me ouviram. Muito obrigado.

**Ruy Gomes Braga Neto** – Eu gostaria de agradecer muitíssimo aos participantes desta sessão de nosso seminário e dizer que, particularmente, estou muito contente, não apenas com a qualidade das intervenções da mesa, mas, sobretudo, com a qualidade da interação com o público. Isso é muito enriquecedor e, ao mesmo tempo, bastante pouco tradicional nos seminários. Isso, acredito, enriquece bastante nossa atividade. Muito obrigado.



# SESSÃO 6

## NANOTECNOLOGIA, INOVAÇÃO E REGULAÇÃO



Coordenador:

Edson Duarte

Conferencistas:

Eliane Cristina P. Moreira, Eronides F. da Silva Júnior e Sílvio Valle

*Key note:*

Ricardo de Toledo Neder

Espermatozoides rastreiam o útero em busca do óvulo (Cambridge University)

# **Nanotecnologia e regulação: as inter-relações entre o Direito e as ciências**

Eliane Cristina P. Moreira

Devo inicialmente dizer que não me considero uma opositora das novas tecnologias, mas procuro não ser ingênua em relação a esse assunto. Acho fundamental entender os interesses que estão subsidiando essas novas tecnologias e minha intervenção será neste sentido.

O Direito ainda não se estruturou adequadamente para dar respostas aos desafios propostos pelas novas tecnologias, e a centralidade do tema propriedade intelectual nestas discussões é uma comprovação disto. É necessário ampliar a reflexão jurídica para além da visão exclusivamente patrimonialista, a fim de embarcar em uma era de direitos exercidos em face dos riscos destas tecnologias; é neste sentido que proponho uma reflexão sobre regulamentação.

Este posicionamento do Direito é fruto do atual momento das ciências. Um momento permeado por fatores como: a forte interação ciência-indústria; o enaltecimento do conhecimento científico; uma maior dependência social e organização das ciências naturais. Mais do que isto, a grande proximidade da ciência com a indústria e, portanto, da ciência com o mercado mudou os paradigmas científicos, resultando na enorme pressão pelos resultados imediatos; na valorização da especialidade e na exclusão dos não-especialistas, criando-se um fosso entre especialistas e leigos e, mais ainda, entre especialistas em ciências da vida e especialistas em ciências sociais.

Em verdade, a expansão de financiamentos para os setores da ciência que trabalham nas fronteiras tecnológicas impulsiona a comunidade científica em busca de uma ciência que precisa ser útil e lucrativa, que precisa dar resultados. A partir do momento em que se percebe que a definição das linhas de pesquisa é dada pelo mercado (o mercado diz onde vai investir e, portanto, define a linha de pesquisa), a ciência perde sua suposta neutralidade, pois o desejo do mercado é por novas tecnologias e novos produtos. É neste quadro que a tecnologia ganha um papel de maior importância em relação à própria ciência, isto é, a demanda é pelo conhecimento aplicável, o conhecimento que entra no sistema produtivo.

O reconhecimento deste campo permite compreender por que alguns importantes elementos passam a ter menor importância nas discussões sobre a regulamentação de tecnologias como a nanotecnologia. Isto é, existem valores impostos por um dado sistema econômico que privilegia a apropriação de resultados em

detrimento de outros elementos fundamentais, do ponto de vista da proteção dos direitos de cidadania, tais como o respeito pela diversidade de saberes, a participação e controle social, o rigor no controle dos riscos e a função social da propriedade, dentre outros. Isto ocorre porque no momento atual parece existir um único setor do qual emana a verdade, e essa verdade “precisa ser aceita”. Vivemos um momento em que ciência passa a ser um oráculo da sociedade moderna.

Novas tecnologias: energia atômica, defensivos agrícolas, biotecnologia, nanotecnologias, todas fazem parte desse momento de industrialização da ciência, mas reconheço nas biotecnologias e nanotecnologias uma diferença básica em relação às tecnologias anteriores: para que elas se viabilizassem, foi preciso ampliar enormemente a possibilidade de patenteamento de seus resultados; e estas tecnologias são difusas, isto é, não mais se limitam a setores. No caso das biotecnologias e nanotecnologias, isto não mais ocorre: elas são transversais, perpassam diversos setores econômicos e, portanto, têm um potencial muito mais forte.

É certo, porém, que ao lado dessas novas tecnologias existem velhos discursos. Elas são embasadas por um discurso sempre idêntico e é importante compreender sua dinâmica: qual é o discurso? Quem faz o discurso? Por que faz o discurso? O que há por trás desse discurso?

Há uma grande proximidade do discurso da nanotecnologia com o discurso da biotecnologia. São recorrentes os argumentos como “sempre existiu”; “vai resolver os problemas da humanidade, a fome, a miséria, o saneamento, etc.”, “quem não aceitar essa tecnologia é um ignorante ou está na Idade Média” ou “o cidadão comum não tem condições de dialogar sobre isso, não tem condições de decidir sobre isso, pois só o cientista é que pode tomar a decisão”. Todos estes discursos, já anteriormente utilizados pelas biotecnologias, foram reempacotados para as nanotecnologias, esquecendo mais uma vez que os problemas da humanidade não são tão simples a ponto de serem resolvidos só por uma tecnologia...

Com efeito, após a Segunda Guerra Mundial as novas tecnologias começaram a ser questionadas em decorrência do ceticismo em relação à “verdade absoluta da ciência”. A compreensão do conceito de risco e de uma sociedade do risco impõe um conflito de interesses para o qual imagina-se que o Direito terá respostas, e cria-se uma grande expectativa em relação à imposição de regras que controlem esse risco. Infelizmente, esta excessiva crença no Direito não leva em consideração as muitas limitações que ele possui, sejam elas sociais, políticas, técnicas, dentre outras.

Tudo o que o Direito pode dar é uma pequena contribuição ao delicado equilíbrio entre o desejo por novas tecnologias e a preocupação com os riscos que isso comporta. A regulamentação é um dos instrumentos que o Direito tem a oferecer.

Perante isso, acho interessante pensar: regulamentar para quê? Ora, se a lei deve ser a expressão de uma política pública, qual a política que se pretende convalidar? A regulamentação de um tema aponta para onde o país quer caminhar e, nesse sentido, ela pode ser utilizada com diversos fins. Ela pode ser utilizada para potencializar a tecnologia, ou seja, para fazer com que esta se desenvolva de forma ainda mais célere e com uma atuação estatal mínima (este o sentido da lei dos Estados Unidos: seu mote é permitir que o país tenha a liderança na nanotecnologia), ou pode-se encaminhar para um sistema de proteção, não da tecnologia, mas do cidadão – aliás, este sim sujeito de direitos – pela via de um sistema de controle e fiscalização dos usos e aplicações de uma determinada tecnologia. É possível, no outro extremo, pensar na proibição de uma tecnologia, com a finalidade de vedar o desenvolvimento da tecnologia ou para prever e decidir sobre as conseqüências dessa tecnologia. Ou seja, antes de pensar na regulamentação deste tema, é preciso apontar opções sociais e políticas, e esta é a tarefa mais árdua nos processos legislativos do Brasil. Não existe em nosso país a prática da definição de políticas públicas que direcionem os caminhos que uma lei pretende alcançar, sobretudo quando o tema é uma nova tecnologia.

Pode-se começar questionando: trata-se de regular ou regulamentar? Será que a regulação – que tem como pressuposto a redução do papel do Estado, o qual passa a agir por meio de braços de controle, como agências reguladoras – resolveria o problema? Por outro lado, a regulamentação, com a edição de leis, decretos e previsão de meios de fiscalização e de sanção, é capaz de prevenir danos e controlar riscos?

Creio que para este tema é pertinente relembrar a história recente do país na regulamentação de novas tecnologias. A prática tem sido a da regulamentação tardia. Não me refiro à antiga crença de que o Direito corre sempre atrás do fato, mas ao fato de corrermos sempre atrás do dano já efetivado, isto porque não se tem realmente uma política de precaução. Isto ocorreu recentemente com as reviravoltas legislativas no campo dos transgênicos: medidas provisórias, decretos, portarias, enfim, grandes esforços foram empreendidos para tornar o dano real aparentemente legítimo.

Ao final desta tempestade normativa, existe um quadro que dá alguns sinais. Pode-se afirmar que o modelo de controle das tecnologias no Brasil caminha para: a indisposição com o controle social das atividades científicas; a crença na supremacia da ciência; a crença em uma oligarquia científica; e a centralidade da preocupação com a garantia dos direitos patrimoniais (propriedade intelectual) em detrimento dos direitos de cidadania, como o direito ao meio ambiente ecologicamente equi-

librado, o direito do consumidor, o direito à informação, dentre outros.

O modelo de avaliação de riscos adotado pela lei, e que deverá ser aplicado pela CTN-Bio, convalida esta percepção. De fato, pela lei só doutores podem avaliar os riscos da biotecnologia; o sistema de avaliação baseia-se na revisão pelos pares, em uma clara replicação dos processos de avaliação utilizados no sistema nacional de fomento das atividades científicas e tecnológicas, isto é, os modelos “CNPQUIANOS”.

Este modelo aterrador, que não dialoga com a necessidade de proteção do cidadão, é uma experiência que precisa ser levada em consideração, pois revela como a regulamentação de novas tecnologias (no caso, a biotecnologia) caminha no Brasil. E isso tem de ser um elemento para a avaliação sobre o futuro da regulamentação da nanotecnologia.

No campo legislativo, existem algumas iniciativas destinadas à regulamentação da nanotecnologia, porém são poucos os legisladores atentos. O Projeto de Lei nº 5.076/2005, de autoria do deputado Edson Duarte, propõe-se a regulamentar o tema. Possui como bases: o estabelecimento de uma política nacional de nanotecnologia, princípios que devem reger a aplicação da nanotecnologia, compartilhamento da gestão entre os entes da federação; a previsão de um sistema de autorizações para atividades; a criação de uma comissão técnica de nanotecnologia; a obrigação da rotulagem; e o veto a alguns tipos de patentes, como as patentes sobre produtos obtidos a partir de seres vivos e de tecnologias restritivas.

Esse projeto de lei recebeu um parecer do deputado Léo Alcântara, que opinou por sua rejeição. É oportuno refletir sobre os argumentos que ele apresenta. No entendimento do parecerista, o momento não é apropriado, o projeto de lei não atende aos objetivos da política de desenvolvimento tecnológico e industrial nacional, impõe obstáculos ao desenvolvimento (este é um argumento muito interessante porque é um coringa, serve para discussões sobre hidroelétricas, rodovias, nanotecnologia, etc.), não tem um consenso mínimo no país, inibe o inadimplente, e o tema já estaria contemplado nas leis de biossegurança, de saúde, de meio ambiente, de propriedade intelectual; além disto, teme-se que ele gere burocracia e aumente o custo Brasil.

De fato, as nanotecnologias que envolvem biossegurança de organismos geneticamente modificados estão, de certa forma, contempladas na Lei de Biossegurança. De outro lado, leis de defesa do consumidor, do meio ambiente, do trabalho, de propriedade intelectual, dentre outras, podem ser aplicadas às nanotecnologias. Perante esse cenário, é necessária uma lei específica? Sim, se estivermos dialogando sobre riscos que demandem um aumento da proteção do



cidadão, e acredito que é disto que estamos tratando.

Considero necessária a regulamentação do tema perante os riscos da nanotecnologia, com o intuito de impor condições, minimizar riscos, evitar danos e exercer controle sobre essa atividade, para que ela não distribua os ônus ao invés dos benefícios. Mas, pior do que não regulamentar é regulamentar mal o tema – como ocorreu com a Lei de Biossegurança, por exemplo –, pois se cria uma falsa sensação de segurança na população.

No entanto, apesar de acreditar que é importante a regulamentação da nanotecnologia, a verdade é que o atual cenário político é desolador. Sou um pouco cética em relação a uma futura discussão no Congresso Nacional sobre o tema. Os interesses econômicos e o desinteresse dos Poderes Legislativo (com honrosas exceções) e Executivo (que investe cada vez mais nessa área, sem uma preocupação normativa com assunto) não favorecem o debate.

Não desacredito no potencial da nanotecnologia para gerar benefícios, seja para o SUS, seja para qualquer sistema que atenda à população. Porém, sou cética (e o ceticismo é dúvida, não é pessimismo) em relação à aplicação efetiva dessa em prol das necessidades reais da população de nosso país. E mais, também sou cética quanto à capacidade de autonomia tecnológica que nosso país tem para desenvolver a pesquisa do início até a colocação do produto à disposição do cidadão, seja no mercado, seja no sistema público.

Creio que a nanotecnologia é apenas mais uma possibilidade, entre tantas outras tecnologias, de gerar ou não desenvolvimento, gerar ou não benefícios para a população. Agora, é preciso aceitar que ela não vai reduzir as desigualdades, a distribuição injusta de renda, a fome, etc., porque existem questões que a ciência não resolve. Mais do que isto, as prioridades de investimento não caminham neste sentido.

## **Nanotecnologia: antecedentes, desenvolvimento recente e regulação**

Eronides F. da Silva Júnior

Gostaria de começar falando a vocês de uma história que talvez remonte a milhares de anos. Se alguém olhar para trás e tentar identificar onde e quando a nanociência e a nanotecnologia apareceram, ao longo dos tempos, acabará encontrando os primeiros vestígios ainda nos tempos antigos, nos tempos egípcios, quando as pessoas trabalhavam com vidro e incorporavam cores nesses vidros utilizando nanopartículas, etc.

Ao longo do tempo, temos tido uma série de eventos com impacto tecnológico e impacto social, que nós poderíamos chamar de revoluções industriais. E, se nós voltássemos no tempo, poderíamos ir entre 1780 e 1840, quando surgiu o que nós podemos chamar de primeira revolução industrial, com a invenção do motor a vapor. Essa foi a primeira vez em que a humanidade começou a dar saltos, saltos que poderíamos imaginar degraus, como saltos quânticos, em que a tecnologia começa a surpreender e ter impacto, não só em nosso dia-a-dia, mas em nossas vidas e em nosso futuro. Hoje, temos previsão de que nos próximos 30 anos a expectativa de vida das pessoas vai estar chegando aos cem anos. São os avanços tecnológicos que têm, em grande parte, determinado tais coisas. Aquela que nós chamamos de primeira revolução industrial veio entre final do século XVIII e começo do século XIX, com a invenção do motor a vapor; logo depois, tivemos outro salto tecnológico, entre 1840 e 1900, quando os desenvolvimentos tecnológicos da época levaram ao surgimento das indústrias têxteis. Hoje, temos ouvido falar de nanotecnologia dando origem a roupas que nunca precisam ser lavadas, soldados invisíveis ou indestrutíveis, que usam roupas que não lhes permitem ter certos ferimentos ou levam à auto-regeneração de ferimentos, e coisas assim.

Muito bem, a segunda revolução industrial aconteceu entre 1840 e 1900. Veio a terceira, quando surgiram os automóveis e a invenção do motor elétrico, entre 1900 e 1950. Nessa fase, tivemos grandes avanços científicos e tecnológicos, com a invenção do motor elétrico. A partir de 1950 veio a quarta revolução industrial, na qual estamos hoje (talvez em seu final) e que podemos até marcar com a invenção do computador. A invenção do computador e os desenvolvimentos por trás disso têm-nos proporcionado uma quarta revolução industrial que nos vem trazendo coisas inimagináveis há 20 anos atrás. Quem imaginaria, em 1980, que o Brasil teria 80 milhões de pessoas com telefone celular no bolso, em miniatura e com capacidade de realizar coisas realmente inacreditáveis?

Essa revolução industrial que veio com os computadores, a era eletrônica, os *chips* e uma série de outros avanços talvez esteja chegando ao final, na direção de darmos um novo salto. E essa nova revolução industrial que está por vir seria as nanotecnologias e suas conseqüências associadas. Não só seu impacto econômico, que é o que está movendo tudo isso, mas principalmente o impacto social para todos no mundo.

Quero comentar uma pesquisa conjunta que foi feita há três ou quatro anos na Universidade de Berkeley, no Departamento de Economia e Ciências Sociais. Essa pesquisa conjunta fez um levantamento contabilizando em unidades de tecnologia da informação, em bytes, o somatório de todo o conhecimento acumulado em todas as áreas do conhecimento ao longo da história da humanidade, desde a Pré-História até agora. E o que se observou nessa pesquisa é que, ao longo dos séculos, ao longo dos milênios, o crescimento acumulado do conhecimento foi sempre linear na história da humanidade, até 1999, quando esse crescimento passou a ter uma característica exponencial. E o que é que determinou isso? Aí entra essa quarta revolução industrial: a invenção do computador, o aumento na capacidade de integração em *chips* e o aumento da capacidade e contabilização de coisas levaram a que tivéssemos um aumento de velocidade no desenvolvimento de tudo, principalmente da ciência e dos impactos associados com as novas descobertas científicas. A partir de 1999, esse conhecimento acumulado começou a crescer exponencialmente, e hoje, em 2005, nós temos esse conhecimento dobrando a cada uma hora.

Traduzindo isso em números, começa-se a ter números inimagináveis. Começa-se a falar em cem exabytes. Alguém sabe o que é isso? Nós estamos ouvindo falar de nano, falamos de quilo, mega, giga, tera – e tera já é  $10^{12}$ ! Exa é  $10^{18}$ , e cem vezes isso é  $10^{20}$ ! Se colocássemos todas as informações digitais disponíveis em disquetes de 1,44 megabyte, daria para fazer uma pilha que se estenderia até a Lua, em altura. É muita informação, e essa informação nos tem levado a falar de nanociências, de nanotecnologia, mas muitas vezes como alternativa para descrever uma coisa que ninguém nem sabe o que é.

Para que se tenha uma idéia, relacionei cinco tópicos nos quais a nanotecnologia ou a nanociência estão presentes, de maneira clara ou disfarçada. O primeiro é o *chip*. Quando falamos de *chips*, de circuitos integrados, isso é o que nos permite ter um computador cada vez mais potente, armazenando cada vez mais informação e ter impactos sociais que vão determinar que, daqui a 20 anos, talvez o cara pobre, lá da favela, não tenha mais o seu televisor como ele é hoje, de tubo de raios catódicos, mas um televisor de plasma, que hoje custa R\$ 12 mil no mercado. Mas quando se fala de *chips* – é a minha área de atuação – , não se

entende exatamente o que é que nano tem a ver com isso. A título de esclarecimento, nanoeletrônica é o termo usado atualmente. Até há alguns anos, falava-se em microeletrônica; da década de 1950 até o início da década de 1970, a microeletrônica foi o que se desenvolveu e nos proporcionou, do ponto de vista de avanços de equipamentos eletrônicos, todas essas coisas que nós temos em nosso dia-a-dia. Chamava-se “micro” porque as dimensões que se manipulavam eram da ordem de alguns microns. À medida que as coisas foram evoluindo, essas dimensões passaram a ser da ordem de nanômetros ( $10^{-9}$  metros), e começou a se chamar de nanoeletrônica. Assim como, nessa área, já houve tempo em que se falava em microeletrônica, a palavra caiu em desuso e se começou a falar de novos materiais. Depois de alguns anos, falou-se de ciência de materiais e, agora, fala-se de nanoeletrônica e algumas palavras bonitas. Mas, na indústria eletrônica, o *chip* é o que carrega todas as tecnologias impactantes associadas com a nano. Mas é uma área completamente diferente da área de transgênicos. Fazendo uma comparação, do ponto de vista da nanociência e nanotecnologia, com a área de *chips*, para se fazer um *chip* usa-se uma tecnologia que é chamada *top down*. Parte-se de cima e vai-se construindo o seu dispositivo. Quando se fala de transgênicos, começa-se a falar da essência da nanotecnologia, que é manipular a matéria em nível atômico ou molecular. Para fazer um transgênico, para modificar as estruturas dos materiais ou as estruturas biológicas, etc., é preciso fazer um processo chamado *bottom up*. Vai-se de dentro para fora ou de baixo para cima.

Há um terceiro tópico que eu faço questão de mencionar, porque ao pensar nele muitas vezes se pensa em ficção científica, mas as nanotecnologias estão fazendo com que as ficções científicas deixem de sê-lo. Então, quero mencionar também a área chamada de teletransporte. Teletransporte não é ficção. Em 2005, foram publicados trabalhos relacionados a isso; hoje já se consegue fazer teletransporte de elétrons. Ao fazer teletransporte de elétrons, trabalha-se e manipula-se a matéria em nível atômico. É nanotecnologia. E imaginem que, se hoje se consegue fazer o teletransporte de um elétron, que é uma partícula, por alguns quilômetros, daqui a algumas centenas de anos talvez se possa fazer teletransporte de pessoas, como se vê na ficção científica. E o que vai permitir que isso aconteça são as nanotecnologias. Quando se pensa nisso, é bom lembrar a discussão e a sessão “Nanotecnologia, inovação e regulação”. Então, se já é sabido e previsto que o futuro vai nos trazer isso, a questão da regulação e da regulamentação disso tem de ser trabalhada rapidamente. Porque uma coisa é ter uma arma de fogo e atirar para cima, para baixo, aleatoriamente. Mas outra coisa é apontar alguma coisa para alguém e dizer: “Você hoje vai aterrissar na Lua”. Portanto, é necessário pensar nisso, não depois que a tecnologia esteja disponível, mas à medida que as coisas vão-se desenvolvendo.

O quarto tópico em que a nanotecnologia é fundamental e está impulsionando as coisas é a biotecnologia, a nanobiotecnologia e, em particular, a questão dos fármacos, das coisas que acontecem na área amazônica, a produção de remédios, etc. E o quinto tópico que quero mencionar é a questão genômica.

O que acontece é o seguinte: vejam que eu citei *chips*, transgênicos, teletransportes, biotecnologia e genoma. Desses cinco tópicos, há três que as nanotecnologias tornam intimamente ligados: *chips*, teletransporte e genoma. Então, vem o outro dado daquela pesquisa da universidade de Berkeley, que é o seguinte: do ponto de vista da nanoeletrônica, da eletrônica, está previsto que em 2012 o ser humano será capaz de fabricar *chips* com densidade de integração de 10 elevado a 11 elementos por centímetro cúbico. O que isso significa? Isso significa que, se hoje um *chip* Pentium IV, alguns deles, chegam a 300 milhões de transistores, 300 milhões de elementos em uma área de uma polegada quadrada, em 2012 vamos estar chegando a uma densidade de integração de 10 a 11. E essa densidade de integração de 10 a 11 é aproximadamente a densidade de neurônios no cérebro. O que significa isso? Significa que, por meio das novas tecnologias, em sete ou oito anos o homem será potencialmente capaz de emular o cérebro humano. Imaginem que se consegue emular o cérebro, que se consegue fazer teletransporte e que se consegue decodificar o DNA e fazer a manipulação nos aminoácidos, nas cadeias, da maneira que se quiser: não há mais nada para se fazer, já se fez tudo.

E o que vai acontecer com a humanidade? É preciso entender as conseqüências de cada uma dessas coisas e encontrar as melhores maneiras de regular o desenvolvimento dessas tecnologias. Não é nem regular os seus produtos, mas como elas se desenvolverão. Vou citar um exemplo atual, que está acontecendo comigo: eu recebo financiamento do Ministério da Ciência e Tecnologia para desenvolver pesquisa na área de nanotecnologia, associada com a fabricação de circuitos integrados, com *chips*. E um *bi-product* dessas pesquisas são resíduos químicos. Eu produzo em meu laboratório na universidade resíduo de acetona, de metanol, de ácido clorídrico, e tenho de me desfazer desses resíduos. Há duas semanas, para me desfazer de algumas centenas de litros de resíduos, isso custou R\$ 10 mil, porque o país não tem uma regulamentação do que fazer e como fazer com resíduos químicos. Isso se aplica à área de resíduos químicos, mas pode-se aplicar à área de outros tipos de resíduos. Uma coisa sobre a qual ninguém fala e ninguém está ligado é o que estão fazendo com os resíduos de Angra. E isso é conseqüência de tecnologias que estão sendo implantadas.

Então, o que é que tem acontecido com todos esses aspectos das nanotecnologias? Eu quis mencionar esses cinco porque a nanotecnologia já está

permeando todas as áreas do conhecimento. Para onde se for, vai-se encontrar nichos em que essas nanotecnologias estão afetando uma determinada área. E, com isso, parece que está começando a haver uma certa convergência de todas as ciências, das ciências humanas e sociais, das ciências exatas e das outras ciências, em uma certa direção. Essa direção é mostrar hoje, para nós, as conseqüências da evolução das nanotecnologias que já estão presentes há muitas décadas. Podemos ver exemplos de nanotecnologias que estão no nosso dia-a-dia, que estão aparecendo hoje, mas estão presentes há décadas. Os desenvolvimentos associados com a indústria espacial, na década de 1960, na década de 1970, levaram a uma série de coisas que nós temos no dia-a-dia, desde a comida, a batata frita ensacada com conservantes, etc., até roupas que nós usamos no cotidiano e que são conseqüência dos desenvolvimentos tecnológicos da indústria espacial de 30 ou 40 anos atrás. Portanto, há uma conversão das ciências que não é de hoje e está aparecendo como conseqüência das nanotecnologias.

Como eu disse, talvez o que estamos passando seja o começo da quinta revolução industrial, associada às nanotecnologias. Dessa forma, começamos a pensar que opções temos com relação à inovação, com relação à regulação e à regulamentação dessas novas tecnologias. Temos, por exemplo, algumas idéias ou pensamentos sobre a possibilidade do surgimento real de uma indústria nacional que coloque para frente produtos nanotecnológicos e resolva o problema do Brasil; alguns dizem que em dez anos o Brasil estará exportando US\$ 10 bilhões em produtos nanotecnológicos. Sonhar é bom e eu também gosto, mas uma coisa é certa: ou o Brasil desenvolve rapidamente um parque industrial tecnológico associado com essas nanotecnologias ou as multinacionais vão dominar, como têm dominado em vários campos, por exemplo, no setor químico, no setor de polímeros, de resinas, etc. Inclusive, a própria indústria aeronáutica brasileira sofre dificuldades por restrições de mercados, devido ao domínio das indústrias multinacionais. E a pergunta é: é realmente possível haver um crescimento rápido e com capacidade de competição internacional nessa área? A questão depende principalmente das competências, não somente competências políticas, mas competências científicas que, embora existam em certo número no Brasil, em minha opinião são insuficientes para o país ter um avanço tão rápido que consiga se nivelar aos patamares internacionais que estão sendo exigidos.

É uma questão complexa, que passa não só pela inovação, com a ciência levando ao desenvolvimento industrial de novos produtos e sua comercialização, mas como fazê-lo, ou seja, a regulação. Tais coisas são extremamente complicadas e muitas vezes não nos preocupamos com os impactos que essas nanotecnologias vão trazer no nosso dia-a-dia, impacto social, impacto ambiental que, muitas

vezes, aparece de maneiras disfarçadas. Necessariamente precisa haver regulação, mas a abrangência dessas novas nanotecnologias em todas as áreas do conhecimento é tal que talvez as regulações possam ser de caráter mais genérico, e as regulamentações talvez tenham de ser feitas localizadamente, dentro de cada área de atuação da ciência ou da sociedade. Isso precisa ser realmente discutido porque o impacto final vai ser um impacto ambiental ou da natureza, um impacto sobre o ser humano. Trata-se da questão da segurança, da biossegurança e outros tipos de segurança com que temos de nos preocupar.

O que quero deixar mais evidente é, primeiro, a permeação dessas novas tecnologias por todas as áreas do conhecimento. Segundo, que nós estamos em uma época de presenciar crescimentos exponenciais na velocidade com que as coisas estão acontecendo, e isso é consequência do avanço tecnológico que nós tivemos ao longo de séculos e séculos e que, hoje, nos faz ter de correr por todo lado, cada vez mais rápido. Todos nós reclamamos que todo dia temos mais coisas para fazer, mais burocracia aparece e, a despeito dos computadores superpotentes e tudo isso, não conseguimos fazer tudo o que temos para fazer a cada dia. Então, essa permeação por todas as áreas da ciência e do conhecimento precisa ser analisada localmente, com calma e deve ser regulamentada, mas a regulação macroscópica necessariamente precisa acontecer à medida que as tecnologias estão em desenvolvimento, e não esperar para quando já estiverem presentes e os problemas forem causados e não soubermos o que fazer.

Para concluir: muitas vezes, nós não nos apercebemos das vantagens e desvantagens que todas essas tecnologias nos trazem. E eu certamente posso dizer que, qualquer que seja o produto, qualquer que seja o que a sociedade vai ver dessas novas tecnologias, esse produto pode ser usado para o bem ou para o mal, vai depender da pessoa que o manipular. Há cerca de três ou quatro anos, alguém nos Estados Unidos inventou um *chip* que se autodestrói. Descobriram que existe um material que tem características explosivas e que, se for aplicado a uma certa voltagem, uma tensão na estrutura de um *chip*, ele explode. Já imaginaram se cada um tivesse um *chip* desses em seu celular? Alguém podia controlar as coisas e ficar olhando o número do serial do seu celular. “Não me faça raiva porque, senão, essa será a hora de minha vingança.”

No primeiro simpósio, em 2004, ouvimos algumas pessoas falarem sobre a angústia dos nanorrobôs auto-replicantes, o paradoxo dos nanorrobôs auto-replicantes. Você começa a desenvolver a tecnologia e, de repente, você fabrica um robô nano em dimensões e eles conseguem se auto-reproduzir e o mundo vai ser invadido. Do mesmo jeito que existe essa controvérsia, existe o financiamento, no MIT, de um laboratório de pesquisa que recebeu US\$ 50 milhões para desenvol-

ver uma roupa que será a roupa do soldado invisível. Essa roupa é consequência das nanotecnologias, mas ela tem diversas funções: entre outras, não só impedir perfuração por projéteis, mas também funções na área médica. Por exemplo, se o soldado quebrar uma parte do corpo, poderá usar o pedaço da roupa para fazer o gesso na hora e continuar a batalha. Esse tipo de produto, que vai mais na direção, digamos, belicosa, de guerra, também traz consequências e elas têm de ser pensadas. Existem coisas que já estão acontecendo em algumas guerras e que ninguém sabe ou ninguém fala, porque são produtos tecnológicos altamente sofisticados a que outros rapidamente terão acesso quando for revelada sua existência. Então, é preciso ter cuidado com isso.

Obrigado pela atenção e agradeço ao professor Paulo Roberto Martins por este convite para participar do segundo seminário.

## Aparte de Edson Duarte

A questão da autodestruição foi tema de muita polêmica na discussão dos transgênicos e acabou prevalecendo, na lei, a proibição do gene, que não permitia a reutilização ou a reprodução das sementes transgênicas. E, por incrível que pareça, para nossa surpresa, o grande *lobby* dentro do Congresso para permitir que as sementes não pudessem ser reutilizadas foi da bancada ruralista, de quem nós não esperávamos, imaginando que ela estaria ali em defesa dos agricultores. Mas não foi o que aconteceu, na prática. E informo que a lei que trata de política nacional de resíduos sólidos está há várias décadas em tramitação na Câmara, por mais insistência que se tenha feito lá. Eu sou o relator do grupo de trabalho sobre radioproteção e segurança nuclear. Um capítulo foi destinado à discussão sobre a questão dos resíduos e rejeitos nucleares, e a situação no Brasil é extremamente grave, muito grave mesmo, não só em relação às usinas, mas principalmente em relação às fontes radioativas que estão espalhadas no Brasil – em torno de 50 mil –, sendo que os dados oficiais do governo apontam, hoje, algo em torno de mil fontes radioativas... O governo e o país não sabem onde essas fontes estão e de que formas elas estão sendo utilizadas. De tal modo que a tragédia de Goiânia, ao que parece, não serviu de lição ao nosso país. Passo agora a palavra ao doutor Sílvio Valle, que vai dar continuidade ao painel.



## Uma reflexão sobre nanosseguurança

Sílvio Valle

Tive a oportunidade de participar do primeiro evento e agradeço ao doutor Paulo Martins pelo convite para participar nesta mesa, com o atuante deputado Edson Duarte e minha amiga doutora Eliane Moreira. E é muito difícil, depois de três dias de evento, ficar por último. Mas vou tentar, já no final, com todos macro, micro e nano cansados, apresentar algumas posições sobre a questão concreta de como vejo a regulamentação da nanotecnologia no país. Eliane já elogiou a iniciativa do deputado em propor a legislação. Eu, como ela, enviei ao gabinete do deputado Edson Duarte algumas sugestões discordando de certos pontos de seu projeto, mas sempre tendo em vista a importância da proposta, para suscitar o debate e efetivamente regulamentar essa atividade tecnológica no Brasil. Inicialmente, vou expor ao deputado minha apreensão e minhas observações sobre seu projeto de lei que regulamenta a nanotecnologia.

Fazendo um paralelo com a questão da biossegurança – tema em relação ao qual o Congresso Nacional se havia manifestado de forma inadequada, pois no fundo havia forte tendência a se implementar a biotecnologia –, acho que seria interessante que se apresentassem dois projetos: um envolvendo a nanotecnologia e outro a nanosseguurança.

Contrariando um pouco a todos os que me antecederam, não vou falar de nanotecnologia, mas de nanosseguurança. Até porque, na Fundação Oswaldo Cruz, eu não trabalho com biotecnologia (de bi(o)- + -tecn(o)- + -logia, s. f. Aplicação de processos biológicos à produção de materiais e substâncias para uso industrial, medicinal, farmacêutico, etc.), e sim com biossegurança (de bi(o)- + segurança, s. f. Méd. O conjunto de estudos e procedimentos que visam evitar ou controlar os eventuais problemas suscitados por pesquisas biológicas e/ou por suas aplicações).

A Fundação Oswaldo Cruz foi pioneira na produção da vacina contra a varíola. Agora, com a possível reemergência da varíola, por introdução de forma deliberada, nós tivemos de rever nossos processos de produção da vacina, afinal somos a única instituição na América do Sul capaz de produzir essa vacina. A questão da tecnologia é importante para nós, mas acompanhando o desenvolvimento da tecnologia existe para a instituição a questão da segurança. Quando observamos o processo de produção da vacina da varíola utilizado na época de Oswaldo Cruz e seus discípulos, verificamos que a vacina que foi produzida naquela época não seria aprovada hoje, por questão de biossegurança. Mesmo nos Estados Unidos,

verificamos que existe muita ciência para produzir um produto, mas pouca para analisar as questões de segurança.

Então, há que fazer essa diferença. A nanotecnologia, no meu entendimento, é a aplicação de processos nanotecnológicos e a produção de materiais, substâncias de uso industrial. Se vai haver teletransporte, que seja eficiente, que não venha causar engarrafamentos e acidentes mais graves dos que os atuais.

Mas minha pergunta é sobre a nanosseguurança, que é o conjunto de estudos e procedimentos que visa controlar eventuais problemas suscitados pelas pesquisas nanotecnológicas e por suas aplicações. As empresas de biotecnologia vegetal começaram por introduzir um produto que é resistente a um agrotóxico, da mesma empresa que produz a tecnologia transgênica, que não traz vantagens para o consumidor, que, dependendo do caso, poderá trazer alguma vantagem para o agricultor, mas que certamente cria um monopólio com enormes vantagens para o produtor da tecnologia. Além disso, mexe com a questão alimentar, a qual é cheia de componentes culturais.

Nesse aspecto, a nanotecnologia tem algumas peculiaridades e estratégias mais interessantes. Por exemplo, ela não entrou na complicada área dos alimentos transgênicos, mas sim na de cosméticos, produtos de beleza, no automóvel, nas tintas, nas roupas e em alguns medicamentos e equipamentos médicos. Sua forma de apresentação para a sociedade foi mais sutil, e até mais inteligente.

Nós não temos espaço político, no governo Lula, para propor a regulamentação da nanotecnologia ou de qualquer outra tecnologia de ponta de forma sustentável. Vide a Lei de Biossegurança: ela foi alterada, para pior, em plena era de um Congresso Nacional envolvido em mensalão e mensalinho. Foi a única lei importante aprovada na gestão do então deputado Severino Cavalcante.

No Brasil, a introdução da energia nuclear, a construção de rodovias e hidroelétricas e até mesmo cemitérios e postos de gasolina seguem as normas ambientais. Em contrapartida, a novíssima Lei de Biossegurança, que regulamentou a introdução dos transgênicos no país, praticamente rasgou a legislação ambiental, parte das normas sanitárias e agropecuárias. Repito, o cenário político para regulamentar tecnologias de ponta é desolador.

O Poder Executivo tem uma postura desenvolvimentista a qualquer custo, com pouca preocupação com relação às questões de segurança ambiental e de saúde humana, no médio e longo prazo; é uma postura imediatista. Já o Poder Judiciário tem tido uma posição mais cautelosa, mas por sua característica só se manifesta quando provocado. Já o Ministério Público, que no governo FHC tinha uma atuação muito enérgica, no governo Lula, em relação aos transgênicos, ficou nano. Então, o cenário político não é o melhor para travar a discussão de regulamentação de tecnologias no Brasil.

Consultando a página eletrônica do Ministério da Ciência e Tecnologia, podemos constatar a falta de prioridade para questões ligadas a nanossegrurança. Não existe apoio a nenhuma linha de pesquisa que discuta os impactos das nanotecnologias na saúde humana e no meio ambiente.

Um grupo de pesquisadores da Fundação Oswaldo Cruz, liderado pelo médico e bioeticista José Luiz Telles, apresentou, em um dos editais do Ministério da Ciência e Tecnologia ligados à nanotecnologia, um projeto de pesquisa que foi rejeitado por questões óbvias, ou seja, não se enquadrava em nenhuma das linhas de financiamento. Em resumo, só se financiam projetos de implementação de tecnologia, e não os que avaliam seus impactos.

Considerando ser o *lobby* e o poder das nanotecnologias maior do que o da engenharia genética, o cenário brasileiro para se aprovar e implementar uma legislação com preocupações ambientais e com a saúde humana é sombrio.

Minha visão sobre os impactos da nanotecnologia sobre o meio ambiente e para a saúde humana não difere muito em relação às questões dos transgênicos; acredito que aqueles podem ser até mais impactantes. Mas a lógica das políticas oficiais e dos atuais governantes é liberar as tecnologias com uma visão desenvolvimentista de curto prazo.

Como outras tecnologias no passado, alguma medida de controle e mitigação só será implementada, lamentavelmente, após um grave acidente que, em determinadas circunstâncias, poderá ter enorme impacto social e econômico.

## Debate (21/10/2005, tarde)

**Edson Duarte** – Vamos abrir para o debate, começando por Ricardo de Toledo Neder.

**Ricardo de Toledo Neder** – Boa tarde aos presentes. Eu fui solicitado a fazer três perguntas e tenho três questões para a mesa. Estou em dúvida como direcioná-las especificamente. Então, deixo aberto para a mesa escolher quem vai por onde. A primeira é a seguinte: o debate sobre a regulação é muito mais antigo do que as agências reguladoras no Brasil. De forma que concordo com a distinção feita entre regulação econômica e política e instrumentos de regulação administrativa e essa é uma separação clássica na economia institucional e também na ciência política, na política de C&T e inovações. Ou seja, têm-se instrumentos que são típicos da ação regulamentadora do Estado, nos diversos níveis, em instituições e essa ação cobre todas as entidades e instituições que fazem parte desse pacto, as quais “assinam embaixo” e têm de obedecer a essa regulamentação. Portanto, esse é um aspecto. O outro aspecto é: quem participa da política de regulação, de economia e política. Pela apresentação de Eliane Moreira, ficou parecendo que a política de regulação é muito típica ou característica de um certo tipo de regime econômico e político. Eu pergunto: não estaríamos fazendo uma redução muito forte, talvez excessiva, assimilando tudo o que diz respeito a regulação a um modelo neoliberal? Há modelos de regulação que não são neoliberais, correto? Essa pergunta fica para os três, particularmente para Eliane.

A outra pergunta. O crescimento linear da tecnologia realmente vai levar-nos à destruição. Então, é só acreditar nas fantasias futuristas que já temos, vasta literatura que nos pode informar sobre naves espaciais que vão levar-nos para fora do planeta e quem ficar vai se arrebentar porque o planeta vai-se arrebentar também. Então, eu diria que a capacidade de imaginação e de criação da ficção científica é infinita, mas os recursos são finitos. Uma outra coisa que é infinita é a poluição da informação. Nós temos uma poluição da informação medonha. Há um físico paulista, da USP, o célebre Mário Schenberg, que dizia que os físicos aprendem muita bobagem e não têm espaço para a criatividade. Ou seja, perdem a criatividade quando chegam à idade madura. Eu acredito que o processo criativo da ciência não é exponencial, ele é, talvez, mais singelo, e talvez dependa, sim, de um imaginário, das artes, da literatura, de uma interface com as ciências humanas. A física precisa se humanizar mais, nesse sentido de dialogar com as ciências sociais e as ciências humanas. E é isso que muitos físicos fazem. Eu diria que a convergência das ciências, na realidade, foi uma proposta dos anos 1950 feita por um filósofo da

ciência e físico de formação chamado Karl Popper; ela é uma tese claramente positivista, porque a convergência das ciências pressupõe que tudo vai convergir para as ciências físicas e o padrão de comensurabilidade das ciências naturais. Ou seja, para tudo aquilo que é possível ser medido, convergem-se as ciências dentro desse padrão. Esse foi um dos objetos de minha apresentação, hoje de manhã. Então, eu colocaria especificamente para a mesa esse problema. O modelo regulatório não pode lidar com esse tipo de imaginário da comunidade científica. Sendo assim, qual a contribuição que vocês acham que nós poderíamos avançar, do ponto de vista da Renanosoma, ao pesquisar junto aos colegas que fazem parte das ciências físicas e naturais e das engenharias? É essa a questão. Achei muito criativo o depoimento da mesa nesse sentido, e escutar o professor Eronides foi muito importante, porque nós temos de ir à comunidade da qual ele faz parte e escutar isso que ele está dizendo, que é extremamente relevante. Qual é o imaginário que povoa os laboratórios? Qual é o imaginário que povoa a relação intersubjetiva desses pesquisadores, em relação à matéria? Qual é o imaginário em relação à matéria? Então, eu queria uma sugestão. Se vocês não acham que seria muito precoce ficar falando da regulação agora, quando a gente mal conhece o imaginário dos cientistas nesse tocante. A intervenção de Silvío Valle (e não é essa a questão) me iluminou também, nesse ponto. A biossegurança que lida com os operadores, ou seja, temos de ir ao processo de trabalho. Então, de fato, as chamadas dos editais de nano, você tem razão: não só é muito omissivo, elide a questão da biossegurança, mas também elide a relação entre o conhecimento da prática para os cientistas nos laboratórios dos nanomateriais, da nanoinformática, da nanotecnologia e o esforço de conhecer, digamos assim, o que seria uma lógica da biossegurança. Você sabe de alguma razão, você imagina por que essa omissão toda, o porquê de os editais não contemplarem isso?

**Eronides F. da Silva Júnior** – Eu considero essa pergunta muito importante, porque de uma maneira ou de outra ela tem a ver com um ponto levantado pela Eliane Moreira, com relação ao julgamento por pares e a arrogância de algumas pessoas. Ao longo dos últimos anos, eu diria de 2001 para cá, eu tenho frequentado Brasília um número razoável de vezes. E uma das coisas que eu posso afirmar é que a inversão da avaliação por pares foi uma coisa que, como diz Eliane, é CNPqueano, de há muito tempo, é uma boa coisa. Mas, ao longo do tempo, talvez as coisas possam ter, até certo ponto, se degenerado um pouco, no sentido de que eu, pessoalmente, já vi muitos projetos aprovados, cujos pareceres dos pares foram negativos, ou vice-versa. Mas a omissão que nós observamos (e o Paulo Martins tem trabalhado nisso bastante) tem a ver com a força e a capacidade de *lobby* das

pessoas das áreas, digamos, exatas. Se você olhar, a grande maioria dos editais na área de nano, os itens das áreas contempladas nos editais aparentemente são desta área. O *lobby* está presente, as pessoas que preparam esses editais, são dois ambientes, um é o ambiente técnico no CNPq que, efetivamente, escreve os textos dos editais e o outro é o ambiente político no MCT, que define que itens vão ser contemplados nos editais. Então, o *lobby* tem sido muito grande. E, aparentemente, as áreas de pesquisa experimental, associadas principalmente com materiais, têm-se sobreposto às outras áreas, como as áreas de biossegurança e outras, correlatas. Você pôde observar, por exemplo, quando o Sílvio mostrou aquelas quatro redes de pesquisa em nanociência e nanotecnologia, aquelas quatro redes estão deixando de existir no dia 30 de outubro de 2005, e a partir do dia seguinte existirão dez novas redes. E essas redes, o MCT editou uma portaria em dezembro de 2004, criando um novo programa chamado Rede Nanobrasil.

**Edson Duarte** – Os agrupamentos...

**Eronides F. da Silva Júnior** – Não, não. As redes antigas foram completamente destruídas.

**Edson Duarte** – Pelo CNPq?

**Eronides F. da Silva Júnior** – Eu diria que, em grande parte, pelo CNPq. Não pelo CNPq, mas pela maneira como o novo programa foi construído. Eu, pessoalmente, era ou sou coordenador de uma delas e essa portaria que institui o Programa Nanobrasil diz que as coisas têm de ser focalizadas e que as novas redes teriam de ser em áreas focalizadas, bem específicas, o que faz com que desapareça uma série de áreas importantes. Por outro lado, na área de nano existem áreas que não podem ser focalizadas. Por exemplo, quando você fala de materiais semicondutores, você varre não só materiais semicondutores, mas materiais dielétricos, materiais biológicos e uma série de outros materiais que envolvem um conjunto de coisas. Dentre aquelas quatro redes existia uma grande rede de nanobiotecnologia e, nesse novo edital, essa grande rede de nanobiotecnologia fragmentou-se em três, concorreram e, das três, só uma passou. E a que passou não era a mais importante, que era uma subrede de fármacos. Então, o Brasil hoje tem um programa de nanociência e nanotecnologia que não contempla a área de fármacos. E aí? Hoje, fármacos é um dos principais aspectos da nanociência ou nanotecnologia, no Brasil.

E por que isso? Aí vem a biossegurança, vem uma série de outras coisas. Na minha opinião, além de o Brasil ter poucas competências, nossos grandes gerentes

científicos e políticos muitas vezes se esquecem (ou talvez seja a arrogância) de olhar para as suas origens. Então, por exemplo, não existe oficialmente no país um banco de dados de competências. Quais são as competências que poderiam gerar ou formar um comitê para definir regulação em uma dada área, seja ela de fármacos, de biossegurança, de microeletrônica, seja qual for. Não há maneiras de identificar reais competências, a não ser pelas competências que aparecem. E não necessariamente as competências que existem são aquelas que aparecem. Existem muitas outras, do mesmo jeito que não tem sentido você concorrer a um julgamento por pares e receber como resposta “o seu projeto não foi aprovado porque você não tem muitas publicações na área”. Sim, mas se você tiver competência, o fato de você ter ou não muitas publicações não significa nada, porque se você sai da área de Medicina para a área de Exatas, o número médio e o impacto de publicações é completamente diferente, assim como na área de Ciências Sociais. Então, quando vai um projeto da área social para ser julgado no MCT, na área de nano, quem julga são pessoas da área de Ciências Exatas e que não sabem o que estão julgando, porque não saem das competências e não sabem das explicações.

Esse é, inclusive, um aspecto importante, o da aproximação. E eu acho excelente estar participando deste encontro nestes dois últimos anos, porque se pode começar a ter a visão de como outras áreas trabalham, assim como outras áreas podem ter a oportunidade de ver um pouco melhor como os cientistas da área de Exatas atuam e quais são os problemas locais. Porque é importantíssimo, por exemplo (inclusive, até do ponto de vista de pesquisa de campo, como muitas vezes se faz), você sair, ir lá, em um laboratório de nanobiotecnologia e saber o que eles fazem lá e quais são os problemas, quais são os medos que todo mundo tem dentro do seu laboratório. Eu mesmo, tenho uma sala limpa que, se acontecer um acidente com produtos químicos, alguém pode entrar com a mão e sair só com o braço. É preocupante. Quais são as metodologias de segurança disponíveis? Então, é preciso que as áreas saibam os problemas que existem nas outras. Mas, voltando ao assunto, a omissão existe com relação à contemplação mais abrangente dos impactos dessas novas tecnologias e é preciso encontrar uma maneira de diminuir as barreiras que geram essa omissão. E uma, ou talvez a principal barreira é a concorrência de *lobbies*, para que entre isso e entre aquilo. Eu olho, por exemplo, o edital do Instituto do Milênio, que nós tivemos este ano. Qual é a razão razoável de se limitar, de só poder submeter um projeto para o edital Instituto do Milênio quem for pesquisador 1-A do CNPq? É o topo de carreira, o profissional que já está com mais de 60 anos de idade e que está entrando naquela fase em que não está mais produzindo. Então, o que é que acontece? Hoje, na raça humana, a época do pico de produtividade intelectual do indivíduo é entre seus 45 e 55 anos. E se você for

olhar, hoje, em nível de titulação no CNPq, as pessoas que estão nessa faixa não são 1-A. E, aí, limitam. Do mesmo jeito que se omitem áreas, limitam-se as competências. Cria-se absurdos, não preciso entrar em detalhes, mas existem pesquisadores neste país que ganharam neste ano mais de 15 milhões de reais de diversos projetos de pesquisa. O mesmo pesquisador. E isso é muito dinheiro. Mas o pesquisador preenche todos os requerimentos e vai lá e ganha. E as outras áreas, não.

**Sílvio Valle** – É como aquele deputado que ganhou várias vezes na loteria, não é?

**Eronides F. da Silva Júnior** – Também, não é? Então, nós temos de nos preocupar com isso e eu digo que, nesse sentido, temos de encontrar uma maneira de fazer o *lobby* e conseguir fazer com que essa idéia do CTNano vingasse, seria até uma coisa mais abrangente, que pudesse envolver todas as áreas da nano, porque isso regularia como esses editais iriam ser lançados e que áreas seriam contempladas. Uma avaliação de que áreas de abrangência e de carência para o país, etc. Há cerca de dois anos atrás, eu participei de um grupo de trabalho que iniciou, por meio de várias reuniões, os princípios básicos de um programa nacional de nanociência e nanotecnologia, que começou com um ministro e terminou com outro e passou para um terceiro. O que nós começamos a fazer há dois anos atrás parou quando saiu o ministro, recomeçou com outras pessoas. E, aí, vai gerando essas omissões, essas deficiências e essa questão de não se ter uma abrangência suficiente, devido à importância daquela área. Dessa maneira, você auto-exclui. E como é que vai excluir? O lado mais fraco é o lado que tem menos *lobby* e, tradicionalmente, as áreas de Ciências Exatas são as áreas que levam o grosso dos recursos para pesquisa neste país.

**Eliane Cristina P. Moreira** – Vou aproveitar esse condão da questão dos editais que foi, na verdade, a última questão proposta. Acho válido questionar: por que os editais não contemplam a questão do risco? Eu concordo absolutamente com a questão do direcionamento do fomento da ciência. Daí meu questionamento quando o representante da Embrapa expôs seu diagnóstico. Eu acho que é um quadro e que, dali, é possível tirar várias conclusões, por exemplo: por que se coloca em condições iguais um sistema, um pesquisador de São Paulo e um pesquisador do Nordeste ou do Norte, quando as condições concretas efetivamente não são iguais? A partir do momento em que se trata igualmente pessoas desiguais, já se está cometendo uma injustiça, já se está automaticamente desigualando. E isso tem sido corrente na política de fomento de nosso país, em várias áreas. Do que mais tenho



reclamado ultimamente é da tal porcentagem à qual se concorre nos editais. E agora inventaram, como se fosse uma boa política, que pelo menos 30% do edital tem de contemplar, ou o Norte, ou Nordeste, ou o Centro-Oeste, pois apesar de muitos acreditarem que isto é uma forma de inclusão, é na verdade uma balela, pois hoje em dia, ao invés de concorrermos a 100% do edital, concorreremos só a 30% entre nós, das regiões citadas.

Então, é uma política cínica. Por que não dizer isso claramente? É um grande cinismo fazer isso, então façam editais dentro das regiões. Então, vamos concorrer entre nossos iguais, vamos concorrer dentro do Norte, o professor vai concorrer dentro do Nordeste e, aí, talvez possamos colocar a situação em um nível mais equitativo. Mas, efetivamente, existe um direcionamento. E o que financiar está dentro disso. Eu devo admitir que acho louvável que tenha existido pelo menos um edital, no ano passado, sobre nanotecnologia, que ia mais no sentido da avaliação dos impactos e tudo o mais. Eu acho que é louvável existir, sim. Mas nós temos de questionar sobre para onde vai, como realmente são feitos. Eu acho que não contempla porque realmente não tem um interesse concreto, mesmo, de contemplar. Porque, se quisesse, contemplava. Não há nenhuma obrigatoriedade de não contemplar, se houvesse interesse, se quisesse, contemplava, mas não há interesse, mesmo.

Antes da regulamentação deve existir conhecimento do imaginário, que foi também uma proposta, um questionamento feito. É importante entender as expectativas e os desejos que estão na sociedade.

Não sei o que deve vir primeiro, não sei qual imaginário deve ser primeiro entendido, se é o do laboratório, se é o da sociedade. Mas, sem dúvida, essa questão do imaginário e do desejo, do que é desejado em torno da tecnologia é super-relevante, até para que se entenda também o limite, o que ela realmente vai gerar, e confrontar isso com sua possibilidade real. Quando se fala que a tecnologia vai chegar e vai socializar, que a tecnologia vai, um dia, chegar para todo mundo, eu me lembro sempre de uma coisa. Não sei se algumas das pessoas aqui conhecem a Amazônia. Alguém aqui já foi à Amazônia? O Paulo Martins. Poucas pessoas, quatro pessoas. A energia elétrica é uma energia muito conhecida, há muito tempo, não é? Todo mundo chega em casa e acende a luz. Estamos com a luz acesa aqui. E muito antiga, quantos anos tem, não é? Apesar disso, a energia elétrica ainda não chegou a muitas cidades. E digo mais: não chegou, por exemplo, na vila que está ao lado da hidroelétrica de Tucuruí, que é uma das maiores hidroelétricas do mundo. O que é que faz com que essa tecnologia não chegue ali e chegue, por exemplo, telefone celular? É o mercado consumidor. Onde eu posso vender a tecnologia? A pergunta é essa. Se eu puder vender, ela chega. Pode ter certeza, ela chega. Se eu não puder vender, ela não vai chegar. Isso é muito relevante.

Se eu entendi bem a sua pergunta, foi se a questão da regulação pode ser reduzida ao Estado neoliberal. Foi essa a sua proposição?

**Ricardo de Toledo Neder** – Não.

**Eliane Cristina P. Moreira** – Se ela está estrita?

**Ricardo de Toledo Neder** – Ela não deve ser entendida como reduzida apenas a isso.

**Eliane Cristina P. Moreira** – Talvez no tema da regulação estejamos divergindo no conceito. Mas eu penso que o Estado regulador, hoje, tem contorno e formato de redução do Estado, para o Estado mínimo e para uma capacidade menor de intervenção. Enfim, essa é uma avaliação minha e talvez possamos conversar um pouco mais, seria interessante entrar um pouco mais nesse tema.

Eu gostaria de lembrar uma coisa que ontem me chamou muito a atenção. Quando Pat Mooney falou do tema da regulamentação e eu questioneei, dizendo que no Brasil temos uma péssima experiência sobre isso, ele falou uma coisa que eu achei muito interessante: “Vamos dialogar com o instrumento internacional de regulamentação, aí sim, de novas tecnologias. Talvez, antes, realmente precisemos discutir, no âmbito internacional, uma convenção para novas tecnologias.” E é importante que seja uma convenção ou, efetivamente, um acordo, ou seja, aquilo que se chama, em Direito, de regra de *hard law*, ou seja, regras que são obrigatórias, que são impositivas. Porque, hoje, no cenário das novas tecnologias, a tendência são regras de *soft law*, quer dizer, regras que são de adesão voluntária. Recentemente, talvez na semana passada, a Unesco divulgou a Declaração de Bioética. Do ponto de vista jurídico, é um instrumento que não vai dar conta dos problemas, concretamente não obriga ninguém. É importante, do ponto de vista da adesão, claro, é fundamental. Mas não é um compromisso obrigatório para os países. É uma regra de *soft law* e raramente um juiz sequer analisa uma regra de *soft law* em um processo, quando ele tem de decidir um caso concreto. Por isso, é muito interessante essa proposição do instrumento internacional. Só faria um apelo: se formos começar a pensar nisso, vamos pensar em um instrumento efetivamente importante, uma convenção ou um acordo. Obrigada.

**Sílvio Valle** – Com relação à questão dos editais, à lógica dos editais, na área em que eu trabalho, biossegurança, não é só a lógica do edital do CNPq. É a lógica do MCT, é a lógica do parecer do deputado, que se alguém tiver um projeto de lei

que incorpore questões de segurança, vai atrapalhar a ciência, vai isso, vai aquilo, o custo Brasil e é o mesmo discurso. O discurso do deputado, do relator, é o mesmo do CNPq para nano, para engenharia genética. Porque, quando se coloca a questão de estudar o item “segurança”, estão sendo colocadas possíveis interrogações na aplicabilidade daquela técnica, daquele produto, porque se podem estar procurando, na verdade, efeitos adversos, é óbvio. E a comunidade científica não vê isso, não aprendeu, ainda. Para mudar isso, precisamos desenvolver a tecnologia, mas não esperar o produto para controlar. Precisamos que essa comunidade científica, ligada às ciências biológicas, às engenharias, reserve pelo menos um dia ou uma hora por dia para pensar diferente de seus colegas. Isso já seria um grande avanço. Eu falo isso, às vezes, na Fundação Oswaldo Cruz, com nossos biólogos moleculares, com toda a área de experimentação animal: se pararmos pelo menos um pouco e pensarmos diferente do colega, porque a lógica de pensar em um laboratório de engenharia genética não permite pensar fora daquela lógica. É a lógica da publicação, é a lógica da produção, é o CNPq que, na verdade, coloca um edital já viciado na lógica de pensar científico. Ou não? Porque o edital está viciado.

Com relação aos editais, de todos os projetos que tive oportunidade de observar na área de nanotecnologia nenhum inclui avaliar o risco. Incluem desenvolver o produto. E isso é nanotecnologia, estou falando de nanosseguurança. E, com relação a essa questão da ética do pesquisador, minha amiga Eliane Azevedo tem tido uma batalha nos jornais da ciência, essa ética, passam para a sociedade, é vendido para os deputados, para o Congresso Nacional, que a comunidade científica é de uma ética acima de qualquer suspeita. E agora, vejam, a principal base de dados que permite a um pesquisador solicitar bolsa do CNPq tem fraude. Não é fraude de errar a digitação, não. É fraude de dados fraudulentos. O Currículo Lattes, a estimativa é que por volta de 10% a 15% é fraude. Agora vejam, é isso. Então, precisamos repensar a ética da nossa comunidade científica. E eu estou falando desses dados porque esses dados já tinham sido liberados em *off* no CNPq, mas esta semana estão no *Jornal da Ciência Hoje*, no amarelinho. Está lá, base de dados do CNPq. E o CNPq está apelando, que quer receber o *e-mail* dos pesquisadores, dizendo: “Olha, os dados que eu coloquei lá não são fraudulentos.” Para mandar para o presidente do CNPq. Então, precisamos repensar também essa ética da comunidade científica.

**Participante** – Boa tarde, meu nome é Lívia, estou concluindo minha graduação em Direito e trabalho na Câmara Municipal. Eu quero fazer um parênteses sobre a discussão sobre regulação. Como parece que sou a única do meio jurídico além da palestrante, eu queria testemunhar que realmente, no Direito, para nós, o

que chamamos de regulação é o que foi implementado no Brasil no governo Fernando Henrique. Quando nos referimos a qualquer tipo de norma que o Estado edita a respeito de algum fenômeno social, estamos falando de regulamentação. Como bens públicos, que para a economia estão na discussão de falha de mercado e tudo o mais e, para nós, bens públicos são aqueles que são de propriedade exclusiva do Estado. Mas eu acho que vocês não estão divergindo, vocês estão falando sobre o mesmo fenômeno.

A primeira coisa que eu quero falar é sobre o povo, que foi citado incidentalmente nas falas nas duas mesas. Se eu fosse escrever um artigo, hoje, eu escreveria assim: “O povo, este desconhecido”. Porque de manhã eu assisto aula na faculdade, aí eu venho aqui, estou ouvindo esta palestra e, à noite, estarei ouvindo uma palestra sobre propriedade intelectual, no meio jurídico. Em todos esses ambientes, as pessoas referem-se ao povo como uma entidade monolítica, como o outro, que não somos nós, é o povo, que está lá. Inclusive, o professor Eronides falou a frase: “o pobre, que está lá, na favela”. Então, isso mostra que o povo é outro, o povo não está aqui. E o que eu acho engraçado é que o povo tem uma visão muito estereotipada desses três ambientes. O advogado tem aquela peruca branca na cabeça e o cientista que o povo vê é descabelado, tem óculos “fundo de garrafa”. Então, acho que, para abrir esse diálogo, precisaríamos derubar os estereótipos.

Indo à pergunta mesmo, meu trabalho na Câmara é com tecnologia e inclusão social e meu objeto de estudo na faculdade de Direito é *software* e direito autoral, inclusão social. Eu acabei ficando fascinada com esse tema da biotecnologia e, agora, da nanotecnologia, e vou agora começar a escrever meu mestrado, acho que vai se chamar “A tecnologia e tudo”, porque não estou conseguindo delimitar o tema, é muito interessante. Até aceito sugestões, qual a contribuição mais útil por parte de uma advogada. Sobre as capacidades, o professor Eronides falou que existem capacidades aparentes no mundo científico. Eu acredito que isso é no mundo inteiro. O que vocês acham que acontece quando vocês colocam um computador na frente de um jovem negro de 17 anos que mora em Cidade Tiradentes? Vai levar cinco minutos e ele vai sair programando. E eu não estou falando isso à toa, porque isso efetivamente aconteceu quando instalaram o Telecentro lá. Então, a tecnologia da informação permite que essas capacidades se revelem de forma mais fácil, porque é só um computador e códigos. Mas eu imagino que, se houvesse infraestrutura, poderíamos ter o povo aqui, como pesquisador, e não apenas como uma referência externa. Sobre inovação, eu acho que a euforia da ficção científica, que Ricardo Neder chegou a mencionar, eu adoro ficção científica, porém todos os bons livros de ficção científica têm uma certa euforia com a tecnologia, mas tam-

bém têm uma visão bem pessimista. Lembram-se daquela atmosfera de *Blade Runner*, de 2001? Se formos pensar no estilo da ficção científica, temos de considerar a euforia, mas também as preocupações que a própria ficção científica traz. Nesse sentido, eu não entendo a apologia da questão do SUS: “Olha, a gente está aqui, nós somos abastados, mas a nanotecnologia é importante para quem está morrendo, no SUS.” Eu trabalho com movimento de saúde, as pessoas estão morrendo no SUS, algumas realmente estão morrendo de doenças incuráveis que podem ser curadas pela nanotecnologia. Mas o pessoal está morrendo de malária, de leishmaniose, de falta de saneamento básico. Então, como se chegou a falar, acho que existem níveis de problemas no Brasil, tanto do século XXI quanto do século XVIII. A diferença é que a informação e a tecnologia da informação, hoje, contaminam todos os setores. Então, não dá mais para discutir reforma agrária sem discutir o impacto da tecnologia da informação via transgênicos. Não dá para discutir indústria nem comércio sem isso. Onde estou querendo chegar? O Direito entra nessa história como a proteção da propriedade intelectual. Eu acho esse termo muito ruim, porque ele abrange direito autoral, marcas, patentes, etc. E patente não tem nada a ver com direito autoral. O *software* é um bem protegido pelo direito autoral, assim como um CD, assim como um livro. E o direito autoral fala o seguinte: “Esta obra é deste sujeito e você não pode ouvir ou copiar ou redistribuir ou modificar sem ele autorizar”. E isso vale para os *softwares*. Agora, a patente fala o seguinte: “Este sujeito inventou isso, ele gastou muito dinheiro para inventar isso, e para estimular que ele continue inventando coisas, vocês não vão poder produzir isso durante tantos anos”. Ele tem o monopólio da produção disso. Então, eu acho que é isso o que está em discussão porque, quando se discute propriedade, discute-se quem ganha e quem perde. Eu penso que a discussão dos transgênicos foi mal colocada, nesse sentido, porque havia, de um lado, gente falando: “Mas e o direito do consumidor? Ele vai comer o cereal matinal e nem sabe que é transgênico?” E, de outro lado, gente falando: “Vocês são do partido do atraso, vocês não querem o avanço das tecnologias”. Eu acho que faltou uma terceira voz (que eu tenho certeza que existiu mas não teve expressão) dizer que as tecnologias não são boas ou ruins em si, assim como elas não foram e nunca serão neutras. Mas as tecnologias envolvem processos produtivos, envolvem quem ganha e quem perde, envolvem propriedade. A propriedade é uma cerca em volta de uma terra ou em volta de um conhecimento.

E eu concluo falando também desse negócio da evolução exponencial do conhecimento, eu não conheço essa pesquisa de Berkeley, mas tenho a impressão de que, talvez, estivesse se referindo ao volume de informação. Eu penso que informação é muito diferente de conhecimento e eu não consigo imaginar que as crian-

ças que estão sendo educadas hoje, neste mar de informação, tenham mais conhecimento do que uma criança que tenha sido educada há cem anos, se essa informação não for organizada e não for colocada com método e não for transformada em conhecimento, efetivamente. É isso.

**Paulo Roberto Martins** – Eu gostaria de comentar nossa relação com o CNPq e a nossa relação em termos de editais, para que fizéssemos propostas de atividades de pesquisa. Eu tive a oportunidade, por meio do professor Eronides F. da Silva Júnior, de comparecer a três encontros da rede dele. Era, então, diretor do CNPq o professor José Roberto Leite e nós tivemos a oportunidade de debater com ele o fato de que o CNPq exigia, nos editais, que grupos de pesquisadores se juntassem com empresas para propor projetos de pesquisa. Se não estivesse articulado a empresas, não podia propor projetos de pesquisa. E eu argumentava com o professor José Roberto Leite que não era possível que a utilização do dinheiro público fosse feita dessa forma, não era possível que o dinheiro público fosse somente apropriado mediante associação de pesquisadores com empresas. Por que os pesquisadores não poderiam se associar com entidades que fazem a defesa do interesse difuso da sociedade, a defesa do meio ambiente, a defesa do consumidor, etc.? Afinal, é dinheiro público. Eu creio que o produto dessa discussão saiu no ano passado, o edital número 13, que permitiu a pesquisadores entrar com projetos pleiteando fazer estudos na área de nanotecnologia, sociedade e meio ambiente. O edital número 12 foi para biotecnologia, nanobiotecnologia, foi R\$ 2 milhões e o nosso foi de R\$ 200 mil para oito projetos. Eram oito projetos, porque o valor máximo de cada projeto era de R\$ 25 mil. O que aconteceu? Aconteceu que aprovaram quatro projetos e outros quatro não aprovaram. Então, dos R\$ 200 mil, utilizaram R\$ 100 mil. Havíamos feito nossos projetos em rede, ou seja, havia um pesquisador, Marcos Mattedi, que iria fazer o Brasil Sul, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná; eu faria São Paulo, Minas e Brasília; Sônia Dalcomuni, Rio de Janeiro e Espírito Santo; Tânia Magdo faria da Bahia a Pernambuco; e Edmilson Lopes Júnior, que faria da Paraíba ao Pará. Nós apresentamos um projeto no sentido de estudar nanotecnologia, sociedade e meio ambiente no Brasil, dividido em cinco, apresentamos lá e não fomos aprovados. Então, cada um recebeu sua justificativa. A minha era que eu não tinha publicação na área. Nós estamos tentando começar a fazer pesquisa nessa área de nano, incorporando as ciências humanas nessa discussão. Quem é que tinha escrito alguma coisa no Brasil? Não existia. Se alguém tinha escrito, era eu, que tinha apresentado *papers* em congressos de sociologia, que tinha organizado o primeiro seminário. Então, fiz um recurso e, depois de muita batalha, porque o recurso

também não ia ser julgado, existe uma comissão e o recurso não entrava na comissão para ser julgado. Eu fiz outro, endereçado, dizendo o seguinte: “O que estão fazendo é inviabilizar o meu recurso porque, quando ele for aceito, já não tem mais como empenhar o recurso”. Final da história: dos R\$ 100 mil que havia para completar os oito projetos, só o meu foi aprovado, para onde foram os outros R\$ 75 mil? Alguém levou os outros R\$ 75 mil e nossos colegas não foram contemplados. Neste ano, nós entramos com um projeto. O CNPq abre um edital para apoio a eventos. Nós concorremos este ano, como concorremos no ano passado. Este ano, a resposta que o CNPq nos deu foi a seguinte: “Não tem apoio, o projeto não foi aprovado.” Por que não foi aprovado? “Porque não tem discussão sociológica e porque o coordenador não é da área.” Ora, eu, que propus o projeto no ano passado – que o seminário é semelhante –, no ano passado eu era da área e tinha discussão sociológica. Este ano, eu não sou da área e não tem discussão sociológica. Então, fiz o recurso, argumentando essas coisas e dizendo, no fim: “Eu acho que o problema não é esse, que foi expresso. O problema é o ano. No ano par eu sou da área e no ano ímpar eu não sou.”

**Eronides F. da Silva Júnior** – O problema, Paulo, são os pares. Os pares foram diferentes.

**Paulo Roberto Martins** – Nós fizemos este seminário, neste ano, graças aos recursos do Ministério do Desenvolvimento Agrário. Não foi o MCT, não foi o CNPq, não foi a Finep. Foi com recursos do Ministério do Desenvolvimento Agrário que nós realizamos este seminário. Então, há, digamos assim, aquilo que o professor Eronides disse: há uma predominância da área de Ciências Exatas na definição dos recursos. E quando nós somos julgados, dentro da área de nanotecnologia, não somos julgados nem pelos pares da área de Ciências Sociais, de Ciências Humanas. Somos julgados pelos da área de Ciências Exatas. Então, efetivamente, há isso. Estava conversando com o deputado Edson Duarte sobre transformar em informações públicas aquilo que o CNPq aprova. Têm de estar lá, “pendurados” no *site* do CNPq, todos os projetos que ele aprova, quem foi a instituição proponente, quanto foi o recurso, o que quer dizer o projeto, quem é o coordenador, etc. O que sai no edital, o resultado, sai o nome do pesquisador e a instituição e mais nada. E, depois, não se tem acesso a mais nada. Então, é este o sentido da coisa. Nós estamos em uma área de fronteira e dentro das Ciências Humanas, estamos tentando trazer o tema da nanotecnologia para as Ciências Humanas. Quando nos apresentamos lá nos editais, o sujeito diz: “Mas você não tem nenhuma publicação no assunto, você não é da área”.

**Edson Duarte** – Quero aproveitar e convidar o Paulo Martins para assumir o meu lugar, porque estou com horário agendado. E ninguém melhor do que o Paulo Martins, neste encerramento, neste final. E quero aproveitar para parabenizar e agradecer à mesa, colocando-me à disposição. Muito obrigado.

**Paulo Roberto Martins** – Perfeito. Noela, por favor.

**Noela Invernizzi** – Uma questão importante é que na discussão, agora, sobre nanotecnologia, estamos observando que há diversos planos de discussão e um plano de discussão é a questão de risco. É um plano muito importante e acredito que alguma coisa venha a ser feita, tanto internacionalmente como nacionalmente, certas precauções sobre os riscos mais aparentes. Outra questão que está em debate e que se está chamando a atenção sobre ela é olhar para a experiência passada. E isso aqui já foi levantado. Tudo o que aconteceu com os transgênicos, tudo o que já aconteceu, enfim, com outras tecnologias. De alguma maneira isso pode levar a melhorar a relação ciência-sociedade. Há propostas de participação pública que em outros países desenvolvidos estão funcionando e, no Brasil, não estão nem em estado embrionário, mas no futuro, quem sabe. Mas o que mais me preocupa, enquanto cientista social, é o pouco interesse manifesto, a pouca discussão em torno de como a nanotecnologia vai-se inserir nas tendências socioeconômicas prevaletentes. E nós temos que, nos últimos 20 anos, digamos, após uma difusão muito ampla das tecnologias da informação, da microeletrônica, etc., na indústria brasileira e no mundo, nós estamos tendo indicadores de profunda desigualdade, de aumento da desigualdade. Muito embora haja alguns indicadores que melhoraram, nós estamos com indicadores oficiais das Nações Unidas sobre o aumento da desigualdade. Voltando ao Brasil, muito me preocupa que essa questão não esteja sendo colocada. Nós não estamos tendo uma discussão, nós temos um discurso muito otimista de aumento da competitividade, sem discutir como essas novas tecnologias vão se inserir nesse cenário de desigualdade.

**Edmilson Lopes Júnior** – Um convite a Silvio Valle: como uma pessoa influente na comunidade científica, na conversa com os pares eu penso que você tem uma responsabilidade na crítica que faz ao Plataforma Lattes. Eu acho que, em primeiro lugar, o Plataforma Lattes é uma das revoluções democráticas dos últimos 20 anos no Brasil. A transparência dos dados e o próprio fato de, hoje, nós sabermos que existe, sei lá, 10% ou 15% de fraudes, é por causa da transparência. Então, tenho medo de que um discurso como esse possa jogar água no moinho, que é exatamente o contrário daquele seu, ou seja, da instituição de mecanismos



burocráticos de controle, que vai contra o espírito presente no Lattes. Eu acho que quem vai controlar o Lattes é a própria comunidade científica. E também queria perguntar a Eliane Moreira se ela pensa sobre os pressupostos não-explícitos desse discurso em relação ao *soft law*, porque, no fundo, parece-me que há um certo saudosismo em relação a mecanismos coercitivos e há uma desconfiança muito grande da própria capacidade da sociedade em instituir mecanismos de auto-regulação, de autocontrole e da capacidade reflexiva das sociedades, como um desespero porque os Estados não cumprem mais esse papel nem vão cumprir mais e nós estamos sempre à procura de instrumentos de regulação porque desesperados, porque talvez saudosistas de um passado em que isso era possível. Essa é uma coisa. A outra é em relação a Eronides, eu queria fazer-lhe uma pergunta: francamente, nós estamos no final do segundo seminário, abrindo o coração, o que é que você, neste contato com as ciências sociais, com essa “tribo”, qual é a sua apreensão desse lado de lá da relação com este lado daqui e como essa sua relação com essa “tribo”, o que isso tem significado para você, em nível de gente, e para o contato com seus pares na comunidade?

**Paulo Roberto Martins** – Às 17 horas encerramos a tradução simultânea e continuamos aqui, na última rodada, que se encerra com o jovem ali.

**Participante** – Meu nome é Tânia, sou da Cetesb e foi dito aqui que o cenário político atual não é o melhor para discutir a regulamentação das nanotecnologias. De qualquer forma, existe um marco legal na área ambiental, muito bem definido, e existem órgãos envolvidos e atribuições já também definidas. De acordo com a legislação do Estado de São Paulo, a poluição é definida como qualquer forma de matéria ou energia que afeta o uso do meio ambiente, a saúde da população e assim por diante. De maneira que, se tivermos, no futuro, empresas de tecnologia que venham a se instalar no Estado de São Paulo, elas deverão ter uma licença ambiental. Se tivermos resíduos, eles terão de ter também uma autorização para o transporte e terão de estar adequadamente destinados. Também a Cetesb tem de dar as licenças para aterro sanitário, sistemas de tratamento e assim por diante. Como esse tema ainda não chegou ao órgão ambiental, o que eu gostaria aqui é de solicitar aos palestrantes que me dissessem qual seria a recomendação que vocês teriam ao órgão ambiental do Estado, para ingressar nas questões referentes às nanotecnologias.

**Participante** – Meu nome é Breno, sou do Senac, trabalho com educação ambiental do Nordeste, sou formado pela Rede Prodema Desenvolvimento e Meio

Ambiente. Eu queria, primeiro, dirigir uma pergunta à professora Eliane Moreira; desculpe-me a possível trivialidade, por conta da minha falta de conhecimento da área jurídica. Mas eu queria entender o seguinte: parece-me que o direito anglo-saxão é um pouco diferente do direito latino, as constituições são mais enxutas no direito anglo-saxão, mais leves, enquanto há verdadeiros catatais nas legislações latinas. No entanto, parece-me que há um número menor de leis, mas esses países anglo-saxões ao mesmo tempo são os pioneiros nas políticas neoliberais. Então, às vezes eu me pergunto: por termos um excesso de leis, será que, às vezes, esse excesso de leis também não se torna um aspecto negativo? Em que sentido? Primeiro, dificulta a implementação de certas políticas de controle ou mesmo de segurança. A gente vê, eu conversava com o colega ali, que um órgão, me parece que a Fiesp, imprimiu as competências necessárias para aprovar um projeto ambiental que deu uma papela-da do tamanho dessa mesa. E isso, às vezes, torna-se um processo que impede, e não só, abre precedentes jurídicos, às vezes, na lei, para que se encontrem brechas, como se diz, na legislação, para aprovar certas coisas. Será que uma legislação maior ou uma regulamentação maior também não tem um aspecto negativo, no sentido de a política neoliberal se aproveitar justamente disso para embutir seus interesses? Então, nesse sentido também, da diferença da legislação anglo-saxônica para a legislação latina, há um possível diálogo de regulamentação internacional? Você falou em *soft law*, talvez não tivesse grande impacto aqui para um jurista que pouco considera isso, mas será que isso não seria considerável, ou haveria um diálogo possível, uma unidade possível quando se fala de legislação internacional? Então, nesse sentido, não seria muito importante também, neste momento, promover diálogos locais, diálogos regionais com os atores sociais, para que esses, com maior consciência, tivessem maior participação para implementar realmente essas políticas? Porque, às vezes, vemos que a lei não é suficiente. Eu moro no Nordeste e vejo que a realidade lá, nós temos uma política, uma legislação avançada, mas que não é implementada, de fato. Empresários passam por cima dessa legislação e o poder político, é como se ela não existisse. E, às vezes, quando a sociedade se mobiliza, quando ela está consciente, ela é capaz de fazer implementar, mais do que simplesmente uma regulamentação. Então me parece, pelo menos a meu ver, mais urgente um engajamento social, um comprometimento da academia em conscientizar a sociedade do que simplesmente ampliar a regulamentação. Desculpe se eu estiver enganado, eu coloco isso de maneira muito leiga e queria ouvir suas considerações. E ao professor Eronides, uma pergunta mais simples, mais direta. Ele falou a respeito dos *chips* e é uma curiosidade minha a respeito do computador quântico. Tem-se falado de processadores quânticos, gostaria de saber se as nanotecnologias vêm contribuir também no desenvolvimento dessa tecnologia. Obrigado.

**Ricardo de Toledo Neder** – Uma pequena advertência, é necessário que os coletivos, as associações, os movimentos sociais apropriem-se mais dessa discussão sobre oportunidades, riscos, características das nanotecnologias e fazer disso, portanto, um momento de mais politização do termo, antes de pensar na regulamentação. O que vocês acham disso?

**Paulo Roberto Martins** – Perfeito. Então, vamos à rodada final para responder às questões e encerrar.

**Sílvio Valle** – Primeiro, minha observação sobre o Currículo Lattes, minhas afirmações aqui, as informações de fraude no Currículo Lattes já ocorrem há algum tempo. Agora, não. Agora, ela foi assumida pelo CNPq, e essas observações não são nem minhas, originais. São de Eliane Azevedo, que já levanta há muito tempo questões de relação, de falta de transparência no CNPq, e Paulo Martins coloca, Eliane Moreira coloca, o professor Eronides coloca. Então, parece-me que a oportunidade da comunidade científica em cima dessa falta de transparência do CNPq, com essa falsa idéia de que o Lattes é transparente, é abrir uma discussão sobre essa transparência do CNPq. Não são todos, é óbvio, é uma minoria que está fraudando a base de dados do Lattes, mas também é uma minoria da comunidade científica que vai para o Congresso Nacional fazer *lobby* para mudar a Lei de Biossegurança com um discurso de que as células-tronco embrionárias humanas vão resolver o problema imediato da população. Então, essa questão precisa ser levantada, mesmo. Eu espero não acabar com a base de dados Lattes. O que eu espero é que esse fato que o CNPq reconhece, de fraude, não acabe em uma “pizza científica”.

Com relação à legislação, levantada pela colega da Cetesb, concordo com você. Por isso é que eu disse: que bom que o Congresso Nacional não está analisando e houve esse veto ao projeto de lei específico de nanotecnologia do deputado Edson Duarte. Porque, quando o Congresso Nacional mexeu na legislação de biossegurança, ele revogou tudo isso que você está dizendo que pode ser exigido. Por exemplo, a Cetesb não vai poder exigir tudo o que você falou aí para transgênicos, no Estado de São Paulo, porque existe uma lei que diz que não precisa de estudo de impacto ambiental para a plantação transgênica. Está claro, lá. Minha preocupação é quanto a esse Congresso Nacional, a essa política que está hoje aí, esse *lobby* pode funcionar e pode até revogar legislações que você falou que já existem. Hoje, eu não tenho a menor dúvida. Qualquer projeto envolvendo nano tem de seguir o quê? A legislação ambiental, sanitária, tem de seguir toda essa legislação. Mas nos transgênicos, não. Nos transgênicos, praticamente não está valendo a legislação

ambiental, não está valendo a legislação sanitária e não está valendo nem a legislação, eu diria, na área da agricultura. Hoje, a regulamentação de transgênicos no Brasil é assim: uma comissão de cientistas que analisa na lógica de seus pares, decide e essa decisão obriga os ministérios a registrar e colocar no comércio. Ponto, é isso e não cabe mais nenhuma análise posterior. Creio ter respondido sua questão, se colocar na pauta do Congresso Nacional é retrocesso mesmo, não há a menor condição. E nem penso que é retrocesso para a ciência e tecnologia: parece-me que a maneira como está posta a regulamentação de transgênicos no Brasil hoje deixa vulneráveis até as empresas, porque colocou os transgênicos como se fosse uma coisa à parte e que não tem meio de controle. Você já imaginou, existe um órgão, um colegiado que decide que isso pode ser comercializado. Aí, o órgão que tem a capacidade de registro e de fiscalização tem de fazer o registro, colocar na comercialização, mas não teve o poder nem de analisar se aquilo tem ou não impacto à saúde e ao meio ambiente. Então, não há a menor condição. Acredito ter respondido à sua pergunta. E, para encerrar, agradecer ao Paulo R. Martins a oportunidade e, como já foi falado aqui, em outras vezes: da próxima vez, se eu não for convidado para falar, eu venho.

**Eliane Cristina P. Moreira** – Quero discordar de Silvio Valle em um ponto. Efetivamente, a Lei de Biossegurança concentra o poder de decisão nos órgãos da União (como, por exemplo, a CTN-Bio), liberando, teoricamente, o estudo de impacto ambiental, se ela assim decidir, e as avaliações de saúde. No entanto, tenho defendido desde sempre (e isso é mais claro para quem é da área de Direito) que esse dispositivo é inconstitucional, perante o Art. 23 da Constituição Federal. Porque o Sistema Nacional de Meio Ambiente é de competência comum. Se o Estado quiser legislar sobre a imposição de um estudo de impacto ambiental, bem como na área de saúde, ele pode. O sistema de saúde, a competência é comum dos entes da Federação. Eu falei isso, não adiantou nada, eu mandei para a Casa Civil o parecer. Sei que muitas pessoas lá dentro também defenderam isso, mas alguma força estranha conduziu a que o nosso presidente não vetasse esse artigo.

**Paulo Roberto Martins** – E vai sair o decreto, agora.

**Eliane Cristina P. Moreira** – Vai sair o decreto, não pára de piorar. Retomando, realmente a lei diz isso, mas é inconstitucional e há vários pareceres nesse sentido, não é só a minha opinião, minha pobre opinião sobre esse tema. À colega, você levantou pontos bem interessantes e admiro seu discurso, que eu posso dizer ser um discurso temperado, essa coisa de não se partir do estereótipo, não estere-

otipar as profissões, ou o pessoal do Direito ou o cientista, achar que o cientista é o descabelado. E fazer um pouco dos contra e dos a favor, e conversar também. De princípio, é óbvio, está certíssimo, temos de partir sempre de discursos construtivos. Agora, efetivamente, uma coisa que eu infelizmente aprendi é que os estereótipos têm uma razão de ser. Ou porque todos são assim ou por comportamentos reiterados de uma grande maioria dentro daquelas áreas. Não se trata de defender o estereótipo, mas de avaliar como têm acontecido alguns comportamentos, como algumas áreas da ciência, do Direito, têm-se comportado de forma reiterada, é importante para entender os atores. E dentro de que cenário o discurso é reproduzido. Mas o ideal é que se possa, ainda que se tenha uma idéia geral, nunca olhar e pressupor um comportamento de alguém que está dentro daquela área. É sempre imaginar que existe uma diversidade de pessoas.

Sobre a questão do Direito, não sei se entendi bem a sua questão. O Direito está sempre sendo colocado como propriedade intelectual e, desse ponto de vista, não concordo, porque patente não é propriedade intelectual. Foi essa a sua assertiva? Em parte. A discussão, acho que sim, a discussão perpassa uma proteção do cidadão em várias áreas. Mas a materialização do Direito é uma outra história. Uma vez disposta a norma, ditos os direitos, o que passa a ser efetivo é outra história. Entretanto, o que tem ganho grande implementação é a área de propriedade intelectual, dentro da qual existe a propriedade industrial e dentro da qual estão as patentes. Então, existe um discurso isolado realmente, não se consegue avançar além disso porque não há interesse. Talvez se possa falar em poder hegemônico à medida que se avance. Mas o Direito deve se preocupar para muito além do tema da propriedade intelectual, sem dúvida. E eu digo mais, penso que devemos trabalhar na reformulação do conceito de propriedade intelectual. Avançamos muito no conceito de função social da propriedade material, da terra, do imóvel urbano, e nada no conceito de função social da propriedade intelectual. Eu entendo, hoje, que a propriedade intelectual, como qualquer direito de propriedade, está condicionada à sua função social. E a função social da propriedade intelectual está muito além do abrir a informação na patente. Eu defendo a idéia de que a função social da propriedade intelectual só se realiza se, para chegar naquele resultado, foram observados diversos critérios como, por exemplo, o critério ético, o respeito ao meio ambiente, aos recursos ambientais, à valorização do trabalho, dentre outros tantos elementos que passam a compor um conceito de função social da propriedade intelectual. Participação pública também, alguém falou sobre esse tema. Eu não tenho medo, eu apenas chamo a atenção (essa é a melhor expressão) para como a participação pública tem-se dado hoje em dia em nosso país. Participação pública é “venham aqui me ouvir”. É isso. E você tem o direito de pensar o que você quiser,

desde que você faça o que eu quero, não tem problema nenhum. Isso não é participação pública, isso é o meu pai quando eu tinha oito anos de idade, que dizia “você não vai”. Isso é autoritarismo, isso não é, de forma alguma, participação pública. E isso está em todas as áreas da chamada implementação de políticas públicas, inclusive na regulamentação. Eu vou contar uma historinha bem rápida. Há duas semanas, eu estava em um congresso, discutindo a regulamentação do acesso à biodiversidade, o tema da biopirataria. E aí, o secretário de Biodiversidade e Florestas, o doutor Capobianco, que era da sociedade civil, começou a apresentar proposta do Ministério do Meio Ambiente. Mas acho que tinha de abrir isso para regulamentação, e tudo o mais. Eu fiz algumas críticas de fundo à proposta. Mas a essência da minha fala dizia respeito a retomar um processo democrático para a discussão daquilo. E ele disse, entre outras coisas: “Se você não concorda, é problema seu. E tem mais uma coisa: se você não concorda, faça greve de fome. Quer dizer, se só se consegue dialogar com o Estado a partir do momento em que se faz greve de fome, está mau hoje, não é? Eu concordo com a participação pública, mas dessa pseudodemocracia eu não gosto. Eu gosto de autoritário que se assume. Se é para ser autoritário, vamos sair do armário, vamos assumir: “Sou autoritário mesmo, com todas as letras”. Legal. Agora, pseudodemocrático, não dá.

Eu sei que tenho de encerrar, mas tenho muitas perguntas ainda, aqui. Desigualdade sobre as tecnologias. Vou tentar resumir. O que você perguntou é muito interessante. É importante dizer que existe um mito sobre o bom funcionamento da *common law*, como chamamos. Qual a grande diferença da *common law* para o sistema romano-germânico? O que é o nosso sistema jurídico? É que, nos sistemas anglo-saxões, o que tem o primeiro valor, o mais importante, é o costume. Para nós, não. É a lei. Então, eles têm muita lei. Os Estados Unidos são cheios de lei para tudo. Os estados têm milhões de leis e tem milhões de regramentos, eles são cheios de lei. Só que, na hora de tomar uma decisão, é o costume que define realmente a situação. É interessante pensar nisso e não inviabiliza a composição de um instrumento internacional. Há diversos instrumentos internacionais, a diferença de sistemas não inviabiliza. Quando proponho sistema de *hard law*, é porque eu desconfio, a base do Direito é a desconfiança. Só se faz contrato quando se aluga um apartamento porque se desconfia que o outro não vai pagar. Se você vai morar com o namorado e institui um contrato de união estável, é porque você desconfia que, um dia, ele pode lhe trair; a base do Direito lamentavelmente é a desconfiança. Eu quero, um dia, viver em uma sociedade, talvez meus filhos, netos, tataranetos, vivam em uma sociedade em que não exista desconfiança. Mas é verdade, eu não vou ser desonesta de não assumir isso. O órgão ambiental pode ingressar nas ações da nanotecnologia? Deve, realmente, as leis ambientais federais e estaduais do

Estado de São Paulo autorizam isso. Como ingressar? Eu penso que estando atento. Porque essas tecnologias não se identificam, “eu sou uma nanotecnologia”. Elas estão ali, silenciosas e aparecem em algum determinado momento. É preciso atentar para quais são as áreas em que elas estão presentes. Certamente, aqui em São Paulo já estão presentes, pelo menos nos setores onde estão fazendo pesquisa. Então, talvez incorporar isso nos estudos de impacto ambiental, nos licenciamentos ambientais, esse olhar sobre novas tecnologias, seja interessante. Eu vou encerrar, porque o resto já foi contemplado pelos colegas. Quero agradecer a todos vocês, e especialmente a Paulo R. Martins, que eu considero um lutador, por estar fazendo um debate que poucas pessoas ousam fazer, e espero que cada vez mais nós tenhamos a oportunidade de ampliar essa rede de discussão, e sugiro desde já que encontremos meios de ampliar, mesmo os participantes dessa rede. Talvez uma lista de discussão, um *site* em que se consiga colocar publicações, viabilize isso. Enfim, muito obrigada, parabéns e fica aqui o meu sincero agradecimento.

**Eronides F. da Silva Júnior** – Com relação à tecnologia da informação, existem algumas leis que, inclusive, têm um fundo setorial, que é o CTInfo, associado a isso e, na minha opinião, o Brasil é um dos únicos países do mundo que não sabe exatamente o que significa tecnologia da informação. A prova disso são os resultados de alguns editais do CTInfo, em que alguns comitês aprovam projetos de uma certa área específica, quando no outro ano aquela área não pertence mais à tecnologia da informação. Mas o impacto das nanotecnologias e a tecnologia da informação têm uma relação muito íntima que precisa ser levada à sociedade. Inclusive a partir do nível de ensino fundamental, as crianças precisam começar a sentir a tecnologia da informação e a vinda dessas novas tecnologias e ir crescendo, sendo educadas, sabendo o que vão ter pela frente. Eu vejo que ultimamente as pessoas vão pelo modismo, algumas universidades em particular, aqui em São Paulo (sem fazer críticas locais) estão instituindo em seus cursos de graduação cadeiras com o título Nanotecnologia. Em outras é Tecnologia da Informação, aplicada a alguma coisa e tal. Não estou dizendo que isso não seja importante, mas, pelo que tenho visto, muitas pessoas incorporam isso mais para se promover e dizer: “Eu faço nano...”

Mas eu queria dizer o seguinte: quando eu falei na densidade de integração, que está aumentando, que em 2012 nós vamos ter a emulação do cérebro humano eletronicamente, a computação quântica também está avançando em paralelo com isso, mas hoje as coisas estão avançando mais na direção da computação quântica puramente ótica. Então, hoje em dia já se consegue fabricar matrizes de dispositivos que tratam a informação óticamente. Ou seja, é quase como a idéia do teletransporte, você transporta a informação óticamente. E, com isso, você consegue

aumentar assustadoramente, não só a densidade de integração, como a velocidade com que essa computação é feita. Então, certamente, isso vai ser o diferencial, não agora, mas na próxima década, para as novas gerações de computadores que vão começar a surgir e com capacidades que não adianta nem imaginar, vai ser uma maluquice o que vem por aí. Essas coisas estão andando, desenvolvimentos importantes vão acontecer nestes próximos cinco anos, mas que economicamente e na prática vai estar disponível comercialmente a partir da próxima década. Finalmente, alguém falou sobre ouvir a sociedade antes da regulação. Isso começa até quando você já tem essa informação divulgada em nível de secundário, de segundo grau. Então, a partir daí, você já começa um movimento de ouvir a sociedade e gerar as idéias que vão levar ao amadurecimento da regulamentação, da regulação, a partir de uma resposta da própria sociedade, como um todo. Isso é importante e fundamental. Então, quero encerrar dizendo que foi uma satisfação, vi discussões bastante interessantes, agradeço a Paulo R. Martins por mais uma oportunidade e espero estar de volta na próxima vez.

**Paulo Roberto Martins** – Perfeito. Então, gostaria de encerrar nosso encontro, que na minha avaliação foi muito produtivo, com a contribuição de todos, do pessoal do exterior e do pessoal daqui também.

\* \* \*



Impresso por  
Xamã VM Editora e Gráfica Ltda.  
Rua Loefgreen, 943 - V. Mariana - SP - CEP: 04040-030  
Fone: (11) 5081-3939 Fax: (11) 5574-7017  
[www.xamaeditora.com.br](http://www.xamaeditora.com.br) / e-mail: [vendas@xamaeditora.com.br](mailto:vendas@xamaeditora.com.br)