ISSN 1413-9375

cgee

Parcerias Estratégicas

Edição especial

Volume 16 - Número 32 - Junho 2011

4ª CNCTI

PARTE 2

Seminários temáticos

Investimentos e inovação

Ciência básica

Educação e CT&I

Democratização e cidadania

O Brasil no mundo

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

Ciência, Tecnologia e Inovação

Parcerias Estratégicas

Edição especial

4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação para o desenvolvimento sustentável (CNCTI)

Parte 2

Seminários temáticos

ISSN 1413-9315

Parc. Estrat. | Ed. Esp. | Brasília - DF | v. 16 | n. 32 | Parte 2 | p. 321-600 | jan-jul 2011

Parcerias Estratégicas - Edição especial CNCTI - v.16 - n.32 - Parte 2 - jan-jul 2011

A Revista Parcerias Estratégicas é publicada semestralmente pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) e tem por linha editorial divulgar e debater temas nas áreas de ciência, tecnologia e inovação (CT&I). Distribuição gratuita. Tiragem: 2.000 exemplares. Disponível eletronicamente em: http:www.cgee.org.br/parcerias.

Editora
Tatiana de Carvalho Pires

Conselho editorial
Adriano Batista Dias (Fundaj)
Bertha Koiffmann Becker (UFRJ)
Eduardo Baumgratz Viotti (Consultor)
Evando Mirra de Paula e Silva (CGEE)
Gilda Massari (S&G Gestão Tecnológica e Ambiental/RJ)
Lauro Morhy (UnB)
Ricardo Bielschowsky (Cepal)
Ronaldo Mota Sardenberg (Anatel)

Projeto gráfico
Eduardo Oliveira | Diogo Rodrigues

Diagramação
Camila Maia

Revisão
Anna Cristina de Araujo Rodrigues

Assessoria técnica ao projeto (CNCTI)
Frederico Nogueira | Silvana Dantas

Capa
Marjorie Amy Yamada

Endereço para correspondência
SCN Q. 2, Bloco A, Ed. Corporate Center, sala 1102, CEP 70712-900,
Brasília – DF, telefones: (61) 3424.9666, email: editoria@cgee.org.br

Indexada em: Latindex; EBSCO publishing; bibliotecas internacionais das instituições: Michigan University, Maryland University; Université du Quebec; Swinburne University of Technology; Delaware State University; National Defense University; San Jose State University; University of Wisconsin-Whitewater. Qualificada no Qualis/Capes.

C 367
Parcerias Estratégicas / Centro de Gestão e Estudos Estratégicos • v. 1, n. 1 (maio 1996) • v. 1, n. 5 (set. 1998); n. 6 (mar. 1999) • Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos: Ministério da Ciência e Tecnologia, 1996-1998; 1999-

v. 16 n. 32 (jan-jul 2011) (PARTE 1 - Contribuições institucionais, PARTE 2 - Seminários temáticos)
Semestral
ISSN1413-9375

1. Política e governo - Brasil 2. Inovação tecnológica 1. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. n. Ministério da Ciência e Tecnologia.

CDU 323.6(81)(05)

O Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) é uma associação civil sem fins lucrativos e de interesse público, qualificada como Organização Social pelo executivo brasileiro, sob a supervisão do Ministério da Ciência e Tecnologia. Constitui-se em instituição de referência para o suporte contínio aos processos de tomada de decisão sobre políticas e programas de ciência, tecnologia e inovação (CT&I). A atuação do Centro está concentrada nas áreas de prospecção, avaliação estratégica, informação e difusão do conhecimento.

Presidenta
Lucia Carvalho Pinto de Melo

Diretor executivo
Marcio de Miranda Santos

Diretores
Antonio Carlos Filgueira Galvao
Fernando Cosme Rizzo Assunção
Gerson Gomes

Conselho de Administração CGEE
Marco Antônio Raupp (Presidente)
Alysson Paolinelli (CNA)
Carlos Alberto Ribeiro de Xavier (MEC)
Carlos Américo Pacheco (Repres. dos associados)
Clemente Ganz Lúcio (Dieese)
Eduardo Moacyr Krieger (ABC)
Francelino Lamy de Miranda Grando (MDIC)
Glaucius Oliva (CNPq)
Glauco Antonio Arbix (Finep)
Guilherme Ary Plonski (Anprotec)
Guilherme Marco de Lima ((Anpei)
Isa Assef dos Santos (Abipti)
Jorge Luis Nicolas Audy (Foprop)
Luiz Antonio Rodrigues Elias (MCT)
Mario Neto Borges (Confap)
Odenildo Teixeira Sena (Consecti)
Rafael Lucchesi (CNI)

Esta edição da revista Parcerias Estratégicas corresponde a uma das metas do Contrato de Gestão CGEE/MCT/2011.

Parcerias Estratégicas não se responsabiliza por ideias emitidas em artigos assinados. É permitida a reprodução e armazenamento dos textos desde que citada a fonte.

Impresso em 2011

4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação para o desenvolvimento sustentável (CNCTI)

Secretário geral da CNCTI

Luiz Davidovich

Comissão Organizadora

ABC – Academia Brasileira de Ciências
ABDI – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial
Abipti – Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica
Abong – Associação Brasileira de Organizações Não-Governamentais
Abruem – Associação Brasileira dos Reitores das Universidades Estaduais e Municipais
Andifes – Associação Nacional dos Dirigentes das Instituições Federais de Ensino Superior
Anpei – Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Inovadoras
ANPG – Ass. Nacional dos Pós-Graduandos
Anprotec – Associação Nacional de Ent. Promotoras de Empreendimentos Inovadores
BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
Capes – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CCTCI (Câmara dos Deputados) – Comissão de Ciência, Tecnologia, Comunicação e Informática
CGEE – Centro de Gestão de Estudos Estratégicos
CCT/MCT – Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia
CNI – Confederação Nacional da Indústria
CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
Confap – Conselho Nacional das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa
Consecti – Conselho Nacional de Secretários para Assuntos de CT&I
Cruesp – Conselho de Reitores das Universidades Estaduais Paulistas
Dieese – Departamento Intersindical de Estatísticas e Estudos Socioeconômicos
Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Finep – Financiadora de Estudos e Projetos
Fortec – Fórum Nacional de Gestores de Inovação e Transferência de Tecnologia
Fórum Nacional de Ciência e Tecnologia
Fórum Nacional dos Secretários Municipais da Área de CT&I
Foprop – Fórum de Pró-Reitores de Pesquisa e de Pós-Graduação das IES
MBC – Movimento Brasil Competitivo
MC – Ministério das Comunicações
MCT – Ministério da Ciência e Tecnologia
MD – Ministério da Defesa
MDIC – Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior
MDS – Ministério do Desenvolvimento Social e Combate a Fome
MEC – Ministério da Educação
MinC – Ministério da Cultura
MMA – Ministério do Meio Ambiente
MME – Ministério de Minas e Energia
MRE – Ministério das Relações Exteriores
MS – Ministério da Saúde
Petrobras/Cenpes
RTS – Rede de Tecnologia Social
SF – Senado Federal
Sebrae – Serviço Brasileiro de Apoio a Micro e Pequenas Empresas
SBPC – Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência
UNE – União Nacional dos Estudantes
Unesco – United Nations Educacional, Scientific and Cultural Organization

Comissão Executiva

Alberto Peveratti (CONSECTI)
Ana Lúcia Gabas (MCT/GABIM)
Antonio Carlos Pavão (UFPE e ABCMC)
Augusto Chagas (UNE)
Carlos Oiti Berbet (MCT/SCUP)
Edgar Piccino (Casa Brasil)
Fernando Rizzo (CGEE)
Glaucius Oliva (CNPq)
Gustavo Balduíno (Andifes)
Ildeu de Castro Moreira (MCT/SECIS)
João Fernando Gomes (IPT)
João Sergio Cordeiro (UFSCar)
José Reinaldo Silva (USP)
Léa Contier de Freitas (MCT/SEXEC)
Luiz Davidovich (UFRJ)
Marcio Wohlers (IPEA)
Marcos Formiga (SENAI)
Maria Aparecida S. Neves (FINEP)
Mariano Laplane (Unicamp)
Marilene Corrêa da Silva Freitas (UEA)
Marylin Nogueira Peixoto (MCT/SEPIN)
Matheus Saldanha (UFSM)
Paulo José Peret de Santana (MCT/SEPED))
Rafael Lucchesi (CNI)
Reinaldo D. Ferraz de Souza (MCT/SETEC)
Ricardo Galvão (CBPF)
Wanderley de Souza (Inmetro)

Conselho Consultivo

Carlos Américo Pacheco (Instituto de Economia da Unicamp)
Carlos Henrique Brito Cruz (Fapesp)
Carlos Tadeu Fraga (Petrobras)
Celso Pinto de Melo (UFPE)
Glauco Antônio Truzzi Arbix (USP)
José Ivonildo do Rêgo (UFRN)
Jacob Palis Júnior (ABC)
João Carlos Ferraz (BNDES)
José Eduardo Cassiolato (Instituto de Economia da UFRJ)
José Ellis Ripper Filho (Asga)
Márcio Pochmann (Ipea)
Marco Antonio Raupp (SBPC)
Mariano Laplane (Instituto de Economia da Unicamp)
Pedro Passos (Natura)
Pedro Wonctschowski (Grupo Ultra)
Sílvio Romero de Lemos Meira (C.E.S.A.R)
Tania Bacelar (Ceplan)

Equipe Técnica do CGEE

Fernando Rizzo (Supervisão)
Frederico Toscano Barreto Nogueira (Coordenação)
Silvana M. Alves Dantas (Assessora)

Sumário

Parte 2
Seminários temáticos

Investimentos e inovação

333 Propostas para uma política de massificação da inovação
| *Luís Nassif* |

Ciência básica

341 Desafios para o avanço da ciência brasileira
| *Alaor Silvério Chaves* |

361 Grandes telescópios da próxima década e Astronomia Espacial: a necessidade de participação em consórcios internacionais
| *Beatriz Barbuy* | *Albert Bruch* | *Eduardo Janot Pacheco* |

371 A institucionalidade do fomento à ciência básica
| *Carlos Alberto Aragão de Carvalho Filho* |

379 O sucesso da agricultura brasileira, o desenvolvimento científico nacional e as ciências básicas
| *José Geraldo Eugênio de França* | *Ederlon Oliveira* | *Maria José Sampaio* |

385 Conectando ciência, tecnologia e inovação
| *Jailson Bittencourt de Andrade* | *Wilson Araújo Lopes* |

403 Ciência básica: caminhos e perspectivas
| *Mario Neto Borges* |

421 Educação e ciência & tecnologia
| *Helena Nader* | *Marco Antonio Raupp* |

427 Síntese das apresentações
| *Adalberto Luis Val* |

445 Síntese das apresentações
| *Ima Célia Guimarães Vieira* |

Educação e CT&I

459 Programa Escola Conectada: tecnologia digital aliada à metodologia de projetos de aprendizagem muda a prática do professor e a didática em sala de aula
| *Adriana Martinelli de Carvalho* |

471 Desafios e desafinos da educação
| *Ennio Candotti* |

481 Ensino de Ciências
| *Ernst W. Hamburger* |

493 Dez desafios da educação brasileira contemporânea: construindo um presente possível
| *Luciano Mendes de Faria Filho* |

511 Das grades às redes: curriculares, de formação de professores, de instituições, de...
| *Nelson De Luca Pretto* |

539 Relatório
| *João Lucas Marques Barbosa* |

Democratização e cidadania

555 CT&I, desenvolvimento social e demandas locais: o papel da extensão universitária
| *Laura Tavares Soares* |

575 Ciência básica: o desafio da produção de conhecimento
| *Otávio Velho* |

O Brasil no mundo

581 Estratégias de CT&I para o Brasil no plano internacional
| *José Monserrat Filho* |

Parte 2

Seminários temáticos

Parte 2
Seminários temáticos

Investimentos e inovação

Propostas para uma política de massificação da inovação

Luís Nassif[1]

1. Introdução

Nos últimos anos, deixou-se de lado a visão torta de que inovação só se faz na fronteira do conhecimento. Houve avanço expressivo no entendimento sobre o tema, assim como da importância não apenas de prospectar áreas novas, mas, principalmente, de tratar a inovação como um componente de todas as etapas do processo produtivo.

Aceitam-se como inovação mudanças nos métodos de venda, na apresentação do produto, na embalagem, nos modelos de remuneração dos funcionários, nas parcerias com terceiros.

Essa visão abrangente, porém, durante muitos anos, deixou de lado um componente fundamental da inovação: a massificação do conceito em cima de ganhos incrementais de cadeias produtivas de baixo valor agregado, mas com grande quantidade de empresas.

Ganhos incrementais em setores com milhares de pequenas empresas – como o têxtil, o metalúrgico, o de embalagens – têm efeito economicamente tão relevante quanto os avanços da pesquisa de ponta nas grandes empresas.

Hoje em dia, essa massificação é possível graças aos avanços ocorridos em diversas áreas, nas informações públicas, no fortalecimento de associações do setor, no avanço das estruturas associativistas e na existência de instituições de atuação nacional, como o Sebrae e a Confederação Nacional da Indústria (CNI).

1 Comentarista econômico.

Mas falta ainda um modelo de atuação que permita implementar essa massificação da inovação incremental. A existência de um modelo torna-se relevante pelo fato de o movimento pela inovação ter encorpado, conquistado corações e mentes de grandes organizações.

1. Seleção dos principais setores, em nível virtual e regional.

2. Montagem de uma estrutura nos campos tecnológico (IPT, institutos de pesquisa), de gestão (Sebrae), de processos (Senai).

3. Identificação, em cada setor, dos processos sujeitos a ganhos incrementais rápidos e montagem de um banco de dados na Internet, com soluções encontradas.

4. Decodificação dos bancos de dados de institutos de pesquisas, permitindo não apenas indentificar o acervo tecnológico de cada instituto, como formas de essa informação chegar a pequenos empresários.

A partir dessa padronização, definição de linhas de financiamento para a implementação das melhorias.

2. Seleção dos setores

Nos anos 1990, o Brasil descobriu o modelo dos Arranjos Produtivos Locais (APLs), copiado das experiências municipais da chamada Nova Itália.

Nos anos 1980, com o país politicamente rachado, crises políticas e econômicas permanentes, pequenos municípios – fora do eixo Roma-Milão – decidiram agir por conta própria. Juntaram-se setores empresariais locais, poder público, universidades regionais, associações empresariais e sindicais atrás de um modelo de atuação que permitisse conquistar o mercado externo, fugindo da instabilidade interna do país.

Esses movimentos tiveram um profundo processo de inovação, focado no cliente final e recorrendo-se aos valores culturais da Itália – no *design*, na comida, na moda –, como maneira de contornar a defasagem tecnológica do país em relação às demais grandes economias europeias.

No Brasil, a implementação do modelo logrou alguns casos de sucesso, mas longe da massificação requerida pelos tempos modernos.

Havia desafios muito grandes, do ponto de vista cultural, da falta de informações da pequena empresa, da falta de tradição empreendedora dos municípios e das associações empresariais.

A montagem de cada APL exigia o trabalho de psicólogos, ensinando as empresas a trabalharem em conjunto. Depois, ensinando-as a investir em conjunto. Mais à frente, exigindo que aprendessem os caminhos do mercado externo. Tudo em um ambiente extremamente inóspito para a sobrevivência do pequeno empresário, que tinha de dividir o tempo entre a produção, o fechamento das contas no final do mês e esse aprendizado para colher no médio prazo. O curto prazo acabava matando as propostas de médio prazo.

As primeiras iniciativas sobre os APLs sugiram de colunas que publiquei na Folha de São Paulo, a partir de uma entrevista com um ministro da Indústria e do Comércio da Itália. Posteriormente, escrevi um conjunto de artigos, propondo uma mudança no modelo.

A ideia central era o desenvolvimento de um modelo que permitisse ao pequeno empresário focar exclusivamente na sua atividade, aprendendo a produzir mais e melhor. O ponto de avaliação seria o modelo de certificação de processos. As pernas desse modelo seriam as seguintes:

1. Montagem de bancos de dados pela Internet – gerenciados por alguma instituição de alcance nacional (Sebrae ou CNI). Nela, os pequenos empresários se cadastrariam nos setores correspondentes, independentemente da proximidade espacial entre eles.

2. Em cima desses cadastros, seriam ministrados cursos a distância ou presenciais, visando certificá-las para a produção global. Nesse trabalho, seriam envolvidos associações empresariais, o Inmetro e outras instituições de atuação nacional.

3. Ao mesmo tempo, seria estimulada a criação de *tradings* especializadas, incumbidas de prospectar nichos do mercado internacional e bancar o desenvolvimento de produtos.

4. Por meio do banco de dados, seriam selecionadas empresas capazes de atender aos pedidos das *tradings*. Haveria sistema de pontuação para as empresas que melhor atendessem à demanda solicitada que, mais à frente, poderiam atuar como pivôs, coordenando o trabalho de subcontratadas.

3. Estrutura tecnológica, de gestão e de processos

O segundo passo consistiria em padronizar formas de atuação nacional nos campos tecnológicos, de gestão e de processos.

Para isso, o principal ativo seria a Conferência Nacional de Inovação e sua capacidade de mobilização.

No campo tecnológico, haveria a identificação de institutos de pesquisa vocacionados para cada setor – independentemente da localização geográfica. Eles seriam incumbidos de identificar as vulnerabilidades do setor, sugerir mudanças tecnológicas e formatar as formas de disseminação dessas mudanças.

A rede Senai poderia ser a âncora para a disseminação dos novos processos tecnológicos. E a rede Sebrae, a âncora gerencial.

Montado o pacote de atuação, há inúmeras maneiras de mobilizar pequenas empresas.

No final dos anos 1990, sugeri para a Secretaria de Ciência e Tecnologia de São Paulo a criação do conceito de "brigadas do conhecimento". Depois de identificados os *clusters* empresariais regionais, haveria uma visita prévia da brigada – constituída por técnicos do IPT, Senai e Sebrae – que em três dias procederiam a um diagnóstico amplo dos principais problemas encontrados nas empresas do setor.

Feito isso, haveria um grande evento de mobilização. Depois, os técnicos ficariam alguns dias no local, implementando as soluções nas empresas cadastradas. Segue apenas uma ideia sobre as

inúmeras possibilidades de massificação, depois de padronizadas as formas de atuação.

4. Identificação dos processos a serem aprimorados

Em São Paulo, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) tem um serviço denominado SOS Tecnologia. É uma espécie de ambulância equipada para atender a pequenas empresas. O pequeno empresário liga, o SOS comparece e resolve o problema que surgiu.

A maioria dos problemas existe de forma geral no setor, não é de casos específicos. Assim, a solução encontrada poderia perfeitamente se estender a outras empresas. Mas não há a preocupação de dar escala à solução.

Do mesmo modo, hoje em dia, há centenas de pesquisas nos mais diversos institutos do país que acabam não sendo aproveitadas pela não divulgação dos resultados para o usuário leigo. Ou os bancos de dados são fechados ou usam um linguajar técnico não acessível a quem não é do meio.

Uma ação eficaz nessa área consistiria no mapeamento efetivo de todas as pesquisas existentes sobre o tema e no desenvolvimento de interfaces, de sistemas de busca capazes de "traduzir" a pesquisa para pequenos empresários, por meio de interpretadores que casem a denominação técnica das pesquisas com a terminologia das empresas.

Existe um projeto desses na Finep, apresentado por mim nos anos 1990, mas que não foi aprovado na época.

O desafio é grande porque há toda uma indústria de consultores fazendo o meio de campo entre as pesquisas e o mercado, interesses cristalizados por anos de não transparência nos institutos.

Haveria também a necessidade de criar a figura de uma espécie de técnico olheiro, capaz de identificar em cada grande pesquisa que desenvolvimentos podem ser desmembrados para resolver problemas específicos das pequenas empresas.

Parte 2
Seminários temáticos

Ciência básica

Desafios para o avanço da ciência brasileira

Alaor Silvério Chaves[1]

1. Nossa ciência percorreu um expressivo caminho

Desde 1970, a capacitação científica brasileira tem crescido em ritmo muito acelerado, em decorrência da atuação dos programas de pós-graduação financiados pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela Coordenação de Pessoal de Nível Superior (Capes) e pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) – mais recentemente, também por várias fundações estaduais de apoio à pesquisa. Em 1960, havia no Brasil algumas centenas de pesquisadores com título de doutor, hoje esse número já é cerca de oitenta mil. Essa maior capacitação humana, somada a melhorias na infraestrutura de pesquisa das universidades e dos institutos de pesquisa, gerou um notável aumento em nossa produção de ciência. Em 1981, o Brasil publicou menos de 2.000 artigos científicos em revistas especializadas, o que correspondeu a 0,44% da produção mundial. Já em 2008, o número de publicações brasileiras excedeu 30 mil. Isso corresponde a 2,02% da produção mundial naquele ano e promoveu o Brasil à posição de 13º maior produtor mundial de artigos científicos. O ministro Fernando Haddad antevê que em poucos anos o Brasil será um dos dez maiores produtores mundiais de artigos científicos. Mantida a tendência de aumento de recursos para a pesquisa universitária, verificada desde 2005, essa previsão muito provavelmente se concretizará.

O progresso brasileiro no campo da ciência é um exemplo emblemático da importância de políticas de Estado que transponham governos sem perder a sua consistência. Exceto por episódicos períodos de estagnação – o mais prolongado deles observado nos anos 1990 –, tanto o núme-

1 Professor emérito da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

ro de bolsas de pós-graduação quanto os recursos governamentais destinados à pesquisa têm crescido de maneira expressiva. Outras políticas, praticadas de maneira consistente nos últimos decênios, foram também muito importantes para o nosso avanço na ciência.

Desde 1976, o CNPq tem concedido as então chamadas Bolsas de Pesquisa (BPq) a docentes universitários. Para entender o propósito dessa iniciativa, é essencial considerar a incipiência da pesquisa universitária naquele tempo: a pesquisa era realizada por uma fração muito pequena dos docentes universitários, e esses pesquisadores minoritários não tinham qualquer compensação financeira pelo seu trabalho adicional. O número de bolsas disponíveis era suficiente para atender todos aqueles que realizassem pesquisa de alguma relevância. Os bolsistas de pesquisa eram classificados em nove níveis e os seis níveis mais altos eram reservados a doutores ou pesquisadores de notório saber. As BPq tiveram um papel decisivo em incentivar docentes a optar pelo regime de trabalho em tempo integral e dedicação exclusiva e a realizar pesquisa de maneira intensiva. Como pretendido e esperado, esses efeitos foram mais expressivos nos docentes mais jovens. Outro efeito positivo das BPq foi a introdução de avaliações dos docentes realizadas em uma instância externa às universidades, segundo um padrão uniforme para todo o país. Os agraciados com a bolsa, principalmente os classificados nos níveis mais altos, sentiram-se mais prestigiados em suas instituições e puderam com isso contribuir mais eficazmente para a modernização das universidades.

Nos anos 1980, o CNPq criou as bolsas de iniciação científica, cujo propósito era encorajar bons alunos a iniciar pesquisa científica ainda no curso de graduação. Essa foi uma iniciativa de grande impacto pedagógico. Já a partir do segundo ano de graduação, considerável número de estudantes passou a permanecer em tempo integral nas universidades, desenvolvendo projetos simples de pesquisa e estudando temas não incluídos nas grades curriculares dos seus cursos.

Também nos anos 1980, a Capes começou a avaliar os cursos de pós-graduação, atribuindo-lhes conceitos de A a E. Essa avaliação era indispensável para dar alguma disciplina a um sistema de pós-graduação que expandia muito rapidamente: cursos repetidamente mal avaliados perdiam (e ainda perdem; hoje, os cursos recebem notas, não conceitos) o credenciamento da Capes. A avaliação é também importante para decisões referentes a apoio financeiro e a concessão de bolsas de pós-graduação: cursos mais bem avaliados recebem cotas mais generosas de bolsas. Nota-se aqui um detalhe que limita o progresso dos cursos ainda incipientes e tende a manter o *status quo*: o número de dissertações e teses defendidas é um dos parâmetros de avaliação. Assim, os cursos inicialmente mal avaliados recebem menos alunos e por isso têm dificuldade em progredir na avaliação. Apesar de falhas (mais evidentes *a posteriori*), os sistemas de avaliação do CNPq e da Capes tiveram grande impacto, no balanço geral muito positivo, em nossa pós-graduação e em nossa pesquisa.

2. Temos crescido muito mais em quantidade do que em qualidade

A ciência brasileira tem crescido não só em quantidade, mas também em qualidade. Mas a elevação da qualidade tem sido muito menos expressiva do que a da quantidade. O impacto da ciência brasileira, computado pelo número de citações em revistas indexadas pelo *Thomson ISI (Institute for Scientific Information)*, a principal referência no assunto, é muito baixo. Para comparação, consideremos a Holanda, que se situa em 14º lugar entre as nações que mais publicam artigos, atrás do Brasil, o 13º colocado. Segundo o ISI, o fator de impacto das publicações holandesas é 9,58, enquanto o das publicações brasileiras é de apenas 0,20. Ou seja, em média, cada artigo holandês é 48 vezes mais citado do que um artigo brasileiro. Numa média tomada por Rogério Meneghini para os países em desenvolvimento, o fator de impacto vale 0,30. Vê-se então que as publicações brasileiras têm menos impacto do que o conjunto das oriundas das outras nações em desenvolvimento, embora dentre essas nações só a Índia (10º lugar) publique mais artigos do que o Brasil. Sem dúvida, é urgente identificar as origens do baixo impacto da nossa ciência e praticar políticas que possam contribuir para sanar essa deficiência. Em seções seguintes deste artigo, expressarei opiniões de caráter pessoal sobre as causas do baixo impacto da ciência brasileira.

3. O número de pesquisadores no Brasil ainda é muito pequeno

Por causa do pequeno envolvimento das empresas brasileiras com a pesquisa e a inovação, quase todos os cientistas com doutorado no Brasil trabalham nas universidades e instituições estatais de pesquisa. Isso, mais o fato de que as contratatações de docentes nas universidades públicas ficaram quase paralisadas por um longo tempo, gerou um "excedente" de doutores no país que levou alguns a pensarem que estávamos formando excesso de pós-graduados. As menos de dez mil contratações realizadas no âmbito do Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni) desfizeram prontamente essa ilusão. Na verdade, muitas universidades têm tido dificuldade em preencher as novas vagas com pessoal realmente qualificado e os casos em que todos os candidatos são reprovados ficaram frequentes. Comparações internacionais também revelam que temos uma capacitação humana em ciência e tecnologia bem abaixo da média das nações em estágio de desenvolvimento tecnológico similar ao nosso. Segundo a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), em 2005, o Brasil despendeu 1,0% do seu PIB em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e tinha 500 cientistas e engenheiros por milhão de habitantes. Examinando os dados da OCDE, vemos que, para atingir capacitação humana similar à média dos países que despendem próximo de 1% do PIB em P&D, teríamos de ter uns 1.500 cientistas e pesquisadores por milhão de habitante [3].

Apesar do expressivo progresso quantitativo obtido nas últimas décadas, dado o patamar muito deficiente do qual partimos, temos de continuar formando números crescentes de mestres e doutores. Isso é ainda mais necessário se consideramos a expectativa de crescimento econômico do país na próxima década. Fontes diversas têm previsto que, até 2020, provavelmente, o Brasil será a 5ª economia do mundo, atrás apenas de EUA, China, Japão e Alemanha. Essa expansão econômica demandará grande quantidade de mão de obra qualificada, com vários níveis de formação: técnicos de segundo grau, tecnólogos, engenheiros, cientistas e grande variedade de profissionais de outras índoles. Isso significa que, se não realizarmos um extraordinário esforço na área de educação, ou nosso desenvolvimento esbarrará na barreira da capacitação humana, ou o país terá de importar grande quantidade de mão de obra qualificada. O déficit de pessoal qualificado já está sendo dolorosamente sentido pelas nossas empresas. O déficit de bons engenheiros é talvez o mais grave de todos. Ao esboçar, por solicitação do presidente Lula, projetos para a expansão da nossa siderurgia, as empresas constataram que não temos engenheiros metalúrgicos suficientes sequer para atender adequadamente a capacidade já instalada. O descaso histórico a que foi relegada a nossa educação é a raiz principal da maioria dos nossos problemas; essa constatação permeará boa parte do restante deste artigo.

4. Temos de dar um grande salto de qualidade

A visibilidade e o impacto da ciência brasileira são ainda bem pequenos. Na verdade, mesmo o índice 0,20 que mede as nossas citações talvez dê uma leitura excessivamente positiva do impacto da pesquisa que realizamos. Isso porque os artigos mais citados de autores brasileiros costumam ter pelo menos um coautor estrangeiro de prestígio, cujo nome dá visibilidade ao artigo. Algumas horas de consulta no *Web of Science* são bastantes para demonstrar que os artigos mais citados da maioria dos cientistas brasileiros quase sempre têm algum coautor estrangeiro de prestígio. Em parte, isso reflete um aspecto perverso da sociologia da ciência, que nesse aspecto não se distingue muito da sociologia das humanidades: cita-se mais o autor do que o trabalho, pois fazer referência a autores famosos parece conferir maior importância a um artigo. Além do mais, o endereço de onde vem o artigo tem reconhecida influência no número de citações que ele recebe. Em boa parte, este fenômeno tem origem em posturas nacionalistas: americanos preferem citar americanos – o que explica em parte o extraordinário fator de impacto 38,33 das publicações americanas –, europeus preferem europeus, japoneses preferem japoneses. Já nós, brasileiros, com o nosso persistente espírito de colonizados, preferimos citar autores de prestígio estrangeiros. Essas considerações nos levam a concluir que os parâmetros de impacto aferidos pelo *Thomsom ISI* ou por outras instituições, apesar de relevantes, têm de ser vistos com cautela. Mas, mesmo considerando o relativismo dos indicadores digitais de qualidade da ciência, tais como o número de citações dos artigos, outras considerações de caráter qualitativo nos levam a con-

cluir que nossa ciência ainda tem qualidade muito incipiente. Embora brasileiros ocasionalmente participem de importantes descobertas quando em estágios no exterior, trabalhos realmente seminais e inovadores muito raramente saem de nossas universidades e institutos de pesquisa.

5. O que tem impedido um avanço mais rápido da qualidade da ciência brasileira?

Fatores diversos podem estar dificultando um avanço mais rápido da qualidade da ciência que produzimos. Nas subseções seguintes, apontamos, em caráter hipotético, alguns deles.

5.1. Nosso ensino básico desestimula a ciência

As políticas praticadas pelo CNPq e pela Capes, apontadas na seção 1, levaram a grande avanço na qualidade da nossa pós-graduação. Entretanto, políticas similares não foram praticadas nos outros níveis de ensino. Nosso ensino básico (fundamental e médio) é deplorável. Por falta de investimentos em laboratórios, e também por tradição da nossa cultura, o ensino básico brasileiro de Ciências é extremamente livresco. Os estudantes não tomam contato direto com os fenômenos naturais e desses fenômenos não aprendem muito mais que um cego pode saber sobre a Capela Sistina. Naturalmente, também não adquirem qualquer aprendizado dos métodos experimentais de investigação. Isso leva a duas graves consequências. Uma delas é que muito poucos estudantes desenvolvem interesse pela ciência. Jovens de talvez grande aptidão para a investigação científica acabam optando por outras carrreiras sem nem mesmo tomar consciência dessa sua aptidão especial. Como consequência disso, nossos cursos universitários de ciências atraem poucos candidatos, e o desempenho médio desses candidatos nos exames de seleção não é bom. Se a ciência brasileira não for capaz de atrair muitos estudantes especialmente talentosos, sua qualidade sempre ficará comprometida.

A história mostra que muitos dos maiores cientistas receberam ótima formação científica quando ainda muito jovens. Um exemplo interessante e até pitoresco é George Gamow, físico que previu teoricamente a existência da radiação de fundo do universo. Ao receber a primeira comunhão, aos sete anos, Gamow guardou no bolso um pedaço da hóstia e, ao chegar a casa, fez esforçados estudos, inclusive microscopiais, na busca de evidências da presença na hóstia do corpo de Cristo. Naquele dia, disse mais tarde Gamow, ele se tornou cientista. No século 20, algumas escolas de ensino médio ficaram célebres por terem sido o berço de grandes cientistas. Por exemplo, o Ginásio Luterano de Budapeste teve um grande professor de Matemática chamado Laszlo Ratz. Dos alunos de Ratz saiu uma extraordinária leva de grandes cientistas que incluem

John von Neumann, Eugene Wigner, Edward Teller, Leo Szilard, Paul Erdös e outros [4]. Tanto Von Neumann quanto Wigner sempre mantiveram um retrato de Ratz na parede de seus escritórios. Mesmo depois da morte de Ratz, em 1930, o Ginásio Luterano manteve a tradição de excelente ensino de Matemática e, nos anos 1930, nele estudou John Harsanyi, matemático que ganhou o prêmio Nobel de Economia. A *Bronx High School of Science* teve, de 1938 a 1958, um grande diretor e professor de Física chamado Morris Meister, que adotou para a escola o estudo interdisciplinar de Ciências baseado em trabalho de laboratório. Dos ex-alunos de Morris, sete ganharam o Nobel de Física e muitos outros tornaram-se cientistas ou engenheiros notáveis [5]. No colégio Abraham Lincoln, em Nova Iorque, Sophie Wolfe, encarregada da manutenção dos laboratórios de Química e Biologia, criou um pequeno clube de ciências no qual estudantes eram estimulados a desenvolver projetos científicos simples. Dos membros do clube, dois ganharam o Nobel de Medicina e um ganhou o Nobel de Química [6]. Todos eles reconheceram publicamente o papel de Wolfe em suas carreiras. Mesmo no Brasil, temos um exemplo muito ilustrativo da eficácia do aprendizado precoce de Ciências. Luiz Freire [7], professor e pesquisador de Recife, deu aula em colégios para vários jovens que mais tarde se tornaram ótimos cientistas. Em Budapeste, não há nenhuma rua chamada John von Neumann ou Eugene Wigner, mas podemos ver a Rua Laszlo Ratz e, em Recife, há a Avenida Professor Luiz Freire. Considerando objetivamente esses fatos, com vistas a termos uma ciência do mais alto nível, temos de pensar em um horizonte de pelo menos uma geração e iniciarmos com urgência uma verdadeira revolução em nosso ensino básico. Grandes professores de ensino básico são coisas preciosas, e diversos países, que incluem a Suíça, a Finlândia e a Coreia, em reconhecimento a esse fato, pagam salários excepcionalmente altos a professores do ensino básico. No Brasil, o salário de professores do ensino básico é ofensivasamente baixo, o que afugenta jovens de talento dessa profissão. O Brasil tem um enorme déficit de professores com o grau de licenciado para ensino de Matemática, Física e Química (segundo algumas estimativas, o déficit é de 40 mil). Apesar dessa deficiência, sobram vagas em quase todos os nossos cursos de licenciatura nessas áreas, exatamente porque a carreira de professor de ensimo fundamental é financeiramente muito pouco estimulante.

5.2. Nosso ensino superior é excessivamente especializado

O nosso ensino superior precisa ser reformado. Há diversos trabalhos com propostas sobre as reformas necessárias, mas, para concisão, só citarei duas propostas realizadas por membros da Academia Brasileira de Ciências (ABC), que podem ser encontradas no mesmo arquivo [8]. Como já mencionamos, atualmente, os estudantes são obrigados a optar por uma carreira já no exame de seleção e, para tal carreira, recebem uma formação excessivamente rígida e especializada. Reopção de área durante a graduação é quase impossível, exceto se o estudante prestar outro vestibular. Além disso, mudanças de área no ingresso à pós-graduação são dificultadas por barreiras tecnicamente injustificáveis. Precisamos de cursos mais flexíveis, em que a opção

de carreira na graduação só tenha de ser feita após um ciclo de cerca de dois anos de formação mais ampla que enfatize os fundamentos científicos abrangentes, não detalhes técnicos especializados. A formação universitária multidisciplinar é cada vez mais valorizada e praticada no mundo. Os maiores desafios científicos e quase todos os grandes desafios tecnológicos têm caráter multidisciplinar, e profissionais excessivamente especializados são incapazes de abordar esses problemas. Na verdade, têm dificuldade até mesmo de colaborar em equipes muldisciplinares na investigação de grandes problemas científicos e tecnológicos.

Profissionais com formação mais ampla e multidisciplinar são cada vez mais valorizados pelas universidades e empresas. Mesmo no século 20, o século em que a especialização atingiu o seu apogeu, muitos dos maiores problemas científicos foram resolvidos por pessoas de formação multidisciplinar. Como ilustração disso, cabe mencionar que uma fração muito grande dos agraciados com o prêmio Nobel, principalmente o prêmio de Medicina e Fisiologia, formou-se, até o grau máximo obtido, em área distinta daquela em que recebeu o prêmio. Veja esses dados, expressos em números:

- Doze físicos ganharam o Nobel de Química e sete ganharam o Nobel de Medicina.
- Dois engenheiros ganharam o Nobel de Física e um ganhou o Nobel de Medicina.
- Nove químicos ganharam o Nobel de Medicina.
- Trinta e três biólogos ganharam o Nobel de Medicina.
- Dois farmacologistas ganharam o Nobel de Medicina.
- Dois matemáticos ganharam o Nobel de Economia.
- Um bioquímico ganhou duas vezes o Nobel de Química.

Nota-se que, em uma área mais complexa, como a Medicina, o número de laureados com formação em outra área é especialmente grande. Uma vez que a complexidade será talvez o foco principal da pesquisa do século 21, a formação multidisciplinar tenderá a crescer em importância.

No resto do mundo, é cada vez maior o número de estudantes que obtêm dupla titulação no bacharelado. Por exemplo, no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), um terço dos estudantes que obtêm bacharelado em Física obtêm bacharelado também em outra área (*double major*), principalmente Engenharia, Computação, Matemática, Química ou Biologia. E esse número aumenta a cada ano. Já no Brasil, a dupla titulação é proibida em todas as universidades públicas, com a alegação de que o estudante estaria tendo o privilégio de ocupar ao mesmo tempo duas vagas. O número de estudantes que mudam de área na transição da graduação para a pós-graduação é também grande e crescente no resto do mundo. Já no Brasil, esse número é quase marginal. Tudo indica que isso decorre dos critérios excessivamente rígidos praticados

pelos nossos cursos de pós-graduação na seleção de estudantes. De fato, antes da formalização dos nossos cursos de pós-graduação, o número de pessoas que se tornavam pesquisadores em área distinta daquela em que tinham se graduado era bem maior, e essas pessoas costumavam ser muito bem-sucedidas. Quase todos os pioneiros da Matemática brasileira e muitos dos pioneiros da nossa Física foram (ou são, pois muitos ainda vivem) engenheiros de formação. A nossa Biologia foi quase inteiramente criada por graduados em Medicina.

5.3. A iniciação científica parece ter sido desvirtuada

A iniciação científica (IC) foi uma das melhores inovações pedagógicas introduzidas em nosso ensino universitário. Numa época em que os estudantes quase nunca permaneciam na universidade fora do horário das aulas, a instituição da bolsa de IC induziu os melhores estudantes a permanecerem na universidade em tempo integral, até mesmo durande as férias escolares, realizando pequenos projetos de pesquisa e estudando temas não incluídos nos cursos. Entretanto, em decorrência da valorização talvez excessiva de publicações científicas (que tem ocorrido em todo o mundo, especialmente no Brasil), a IC desviou-se do seu propósito original. No esforço de aumentar sua produção científica para atender os critérios de avaliação de mérito das agências brasileiras de fomento à ciência, a maioria dos orientadores de programas de IC passou a usar seus orientados como auxiliares de pesquisa. Quase sempre, os estudantes ainda não têm formação básica suficiente para entender o projeto científico com o qual estão colaborando, por isso lhes são atribuídas tarefas excessivamente marginais e de pouca efetividade em sua formação científica. Rodar programas de computação científica (talvez fazer pequenos programas subsidiários), tomar dados de rotina em laboratórios, isso é o que a maioria de nossos bolsistas de IC têm feito, poucas vezes tendo uma ideia clara de como seu trabalho se enquadra no projeto em que colaboram. No intuito de obter o máximo proveito do trabalho de apoio de seus orientados de IC, muitos orientadores desencorajam os estudantes a buscar uma formação científica mais ampla e os canalizam muito precocemente para uma dada subárea. Uma vez que são recompensados com a inclusão de seu nome nas publicações para as quais colaboraram, os estudantes se sentem realizados e cada vez mais dispostos a sacrificar a amplitude da sua formação científica. O desvirtuamento do propósito da IC chegou a tal ponto que muitos estudantes, ao serem instruídos pelo orientador sobre a sua atividade, questionam se ela vai lhes render publicação de algum artigo.

O canal estreito em que os estudantes se enveredam nos estágios de IC muitas vezes acaba sendo um vale sem saídas. Por um lado, eles sequer adquirem visão suficiente para enxergar o que possa haver de mais interessante no altiplano fora do vale. Por outro, no início da pós-graduação, o antigo orientador os estimula a continuar trabalhando com ele próprio e no mesmo tema, com o argumento de que dessa maneira será muito mais fácil completar um mestrado e depois

um doutorado. As deficiências de formação geradas por esse tipo de trajetória são cada vez mais visíveis pelas pessoas que participam de bancas examinadoras em concursos para ingresso nas universidades: estudantes com currículos vistosos, nos quais constam muitas publicações, muitas vezes demonstram quase completa ignorância de conceitos e ferramentas extremamente básicos e indispensáveis em seu campo de formação. Felizmente, um número significativo de pesquisadores entende e realiza muito bem o verdadeiro papel de orientador de estudantes. Seja na orientação de programas de IC, seja na orientação de pós-graduandos, enfatizam a formação geral dos seus orientados, não o que eles lhes possam render como assistentes de pesquisa. Isso, porém, não significa que no curto prazo seus orientados sejam bem-sucedidos: mesmo estando muito mais bem preparados, muitas vezes são superados em concursos para a docência por outros estudantes mal formados, mas autores de muitos artigos científicos, pois nem sempre as bancas de concurso averiguam adequadamente a solidez e amplitude de conhecimento dos candidatos. Entretanto, no médio e longo prazo, esses estudantes mais bem orientados e formados acabam sendo mais bem-sucedidos.

5.4. Resultados de investimento em educação básica só aparecem em médio e longo prazo

Melhorias no ensino superior surtem efeitos em prazos relativamente curtos: podemos esperar resultados perceptíveis em uma década. Entretanto, melhorias no ensino básico só produzem resultados significativos em cerca de duas décadas. Por tal razão, dada a importância do ensino básico na qualidade dos futuros cientistas, só podemos pretender ter uma ciência com qualidade similar à dos países que estão hoje na fronteira a partir de cerca de 1930. Isso, claro, se começarmos hoje. A ABC e várias associações científicas têm insistentemente apontado a urgência de se priorizar a educação universal e de qualidade em todo o país.

5.5. É hora de rever nossos métodos de avaliação científica

Os procedimentos de avaliação de mérito científico, que subsidiam as ações do CNPq, da Capes e das fundações estaduais de amparo à pesquisa, são muito importantes e contribuíram muito positivamente para a ampliação e o avanço da ciência brasileira. Mas hoje nos defrontamos com alguns problemas que são em parte consequência desses procedimentos. Temos aqui um exemplo do que Max Weber chamou "paradoxo das consequências": age-se com vistas a algum resultado, e efeitos contrários ao pretendido podem também aparecer. O paradoxo das consequências é mais facilmente identificado no caso das avaliações feitas pelo CNPq. Nos anos 1970, quando se intensificou a atuação desta instituição, havia muito pouca pesquisa em nossas universidades e mudar essa realidade era corretamente entendido como

prioridade urgente e absoluta. O CNPq criou as Bolsas de Pesquisa (BPq) como incentivo para que os docentes praticassem pesquisa. Para a concessão da bolsa, não se examinava o desempenho pedagógico do docente, só sua produção científica. No início, o número de bolsas era bastante para atender todos os professores pesquisadores. Mas com o tempo, quando o número de docentes com doutorado passou a crescer rapidamente, as bolsas começaram a ficar insuficientes para atender todos aqueles que tinham mérito. As bolsas só podiam atender os docentes com muito mérito, e até mesmo seu nome foi mudado para Bolsa de Produtividade de Pesquisa, embora a sigla BPq tenha sido mantida. A competição para obter e manter a BPq tornou-se excessivamente acirrada, e isso deu origem a alguns efeitos deletérios. Para manter a bolsa, a maioria dos docentes viu-se estimulada a priorizar sua pesquisa às expensas da qualidade e intensidade das atividades de ensino. Tempo a mais na programação de melhores cursos e na preparação de melhores aulas era tempo perdido na pesquisa, e isso podia significar a perda da BPq. O paradoxo é que, embora a qualificação dos docentes universitários progredisse rapidamente, nossos cursos de graduação ficaram estagnados. Segundo alguns, dentre os quais me incluo, a qualidade dos cursos de ciências declinou em várias universidades.

Um outro efeito deletério da competição acirrada para obtenção e manutenção da BPq foi o incentivo a pesquisas de pouco risco, de resultado quase certo e mais imediato. Uma vez que o pesquisador era avaliado a cada dois anos (hoje, felizmente, esse prazo é mais longo e diferenciado para bolsistas de diferentes níveis), nós pesquisadores perdemos a ousadia para iniciar pesquisa em outra área mais atual e relevante ou abordar problemas científicos mais desafiadores, pois em ambos os casos há o risco de não obtermos colheita no curto prazo e por isso perdermos a BPq. O seguro era e ainda é continuar no mesmo campo a que estamos familiarizados, produzindo *more of the same*, como tornou comum se dizer. Para agravar a situação, nós cientistas que temos composto os comitês assessores do CNPq, ao nos defrontarmos com muitos candidatos e poucas bolsas e sem tempo suficiente para uma avaliação mais profunda da qualidadde dos trabalhos científicos dos candidatos, acabamos por nos apoiar excessivamente nos indicadores quantitativos, tais como o número de publicações, e bem menos na qualidade e originalidade dos trabalhos. Como indicadores indiretos de qualidade, temos adotado elementos também quantitativos, como o fator de impacto das revistas em que os artigos são publicados e, mais recentemente, o número de citações recebidas pelos artigos. Esses indicadores são úteis, mas nem sempre confiáveis. Como já comentamos, o número de citações recebidas depende, além da qualidade do artigo, de outros fatores referentes à sociologia da ciência. Quanto ao fator de impacto das revistas, é importante considerar que as de grande impacto tendem a ser também mais conservadoras. Por isso, artigos especialmente originais têm maior chance de serem rejeitados por seus editores. Vários dos trabalhos científicos que mais tarde foram reconhecidos com oPrêmio Nobel foram publicados em revistas de baixo impacto e baixo prestígio.

É amplamente reconhecido, em todo o mundo, que nenhum critério quantitativo é inteiramente confiável para a avaliação do mérito de um pesquisador. Isso é especialmente válido para comparação entre pesquisadores cujos indicadores quantitativos não são muito disparatados, e sim bastante próximos, como é comum nas avaliações de mérito para concessões de bolsas e auxílios para a pesquisa. Exatamente por isso, nos países cientificamente mais amadurecidos, as avaliações para contratações ou promoções nas universidades são cada vez mais baseadas em pareceres de consultores *ad hoc* de grande experiência. Segundo Lee Smolin [9], para a contratação de um novo docente, as grandes universidades americanas e canadenses estão pedindo a opinião de pelo menos dez (às vezes quinze) *experts* naquele campo. No Brasil, tanto o CNPq quanto as FAPs estaduais também se apoiam em pareceres de consultores *ad hoc*, que supostamente seriam subsídios válidos para o trabalho dos comitês de julgamento. Entretanto, grande parte dos nossos consultores produz pareceres excessivamente superficiais e suscintos para serem de real valia. Em princípio, o parecerista deveria ler os trabalhos mais importantes (idealmente, apontados pelo próprio avaliado) e com base nessa leitura fazer a sua avaliação de mérito. Mas no Brasil isso raramente é feito. Temos ainda outro problema: dado o nosso reduzido número de pesquisadores experientes, não é fácil encontrar bons consultores para todos os campos de pesquisa. Pessoalmente, não acredito que nossos colegas do exterior estariam dispostos a despender grande tempo dando pareceres sobre cientistas brasileiros, por isso temos de enfrentar esse problema com nossas próprias forças. Avaliação científica é um trabalho de enorme complexidade, que só pode ser realizado com a participação de toda a comunidade. É frequente atribuirmos as deficiências das avaliações a falhas das agências de fomento. Mas, na verdade, o que as agências fazem é montar o sistema logístico para as avaliações, cuja qualidade tem de ser vista como responsabilidade de toda a comunidade. Naturalmente, também cabe às agências, com subsídios nossos, buscar o aprimoramento da metodologia empregada nas avaliações.

Os procedimentos utilizados pelo CNPq para avaliar o mérito dos pesquisadores acabaram sendo em boa parte adotados pela Capes na avaliação dos cursos de pós-graduação. A qualidade dos cursos é medida pelas publicações científicas dos seus docentes; a qualidade das teses e dissertações, pelas publicações que geram. Isso tem levado à formação de doutores com número crescente de publicações, mas nem sempre com formação científica sólida. Temos ainda um agravante referente aos prazos rígidos de duração das bolsas de pós-graduação, que é uniforme para todas as áreas. Em trabalhos experimentais, o prazo requerido para a realização de uma dissertação de mestrado ou tese de doutorado é geralmente maior. Nas grandes universidades americanas, o tempo médio para se completar um doutorado em Física é de aproximadamente 5,5 anos: 5 anos no caso de tese teórica e 6 anos no caso de tese experimental. O Brasil tem formado mais físicos teóricos do que físicos experimentais, o que se desvia muito da estatística internacional, já que o número total de físicos experimentais é aproximadamente o dobro do de físicos teóricos. Os tempos limites uniformes de bolsas, mais as

deficiências de nossos laboratórios universitários, têm sido apontados como causadores dessa anomalia brasileira [2]. Obviamente, se formamos mais físicos teóricos, acabamos tendo também maior número de orientadores para dissertações e teses teóricas, o que realimenta esse desvio. Se nenhuma política for posta em prática para fomentar a formação de físicos experimentais, o problema vai se agravar. Há quem pense, e me incluo entre eles, que é necessário enviar considerável número de ótimos estudantes para fazer doutorado em Física experimental em centros de excelência do exterior. Em um programa dessa natureza, deveríamos priorizar áreas experimentais relevantes em que o Brasil é mais carente.

Em 2002, oito físicos, entre os quais o ex-ministro da Ciência e Tecnologia Sérgio Rezende, produziram, por encomenda do então ministro Ronaldo Sardenberg, um documento sobre desafios da Física brasileira [10]. Entre os problemas apontados no relatório, inclui-se a excessiva competitividade do programa de BPq e os efeitos indesejáveis que isso gera na qualidade da nossa ciência. Recentemente, por iniciativa do ex-presidente Marco Antônio Zago, apoiada pelo ministro Rezende, o CNPq tem aumentado progressivamente o número de BPq, o que, se continuado por alguns anos, eliminará ou pelo menos abrandará o descompasso entre o número de bons candidatos e a disponibilidade de bolsas. A menor competividade por BPq com certeza encorajará nossos pesquisadores a empreender projetos de pesquisa mais desafiadores e de maior qualidade. Mas algo mais tem de ser feito. Como já recomenda o referido Relatório MCT 2002 [10], as próprias agências de fomento têm de estimular tais iniciativas. Como hoje se faz em muitos países, temos de ter linhas específicas de financiamento para projetos de alto risco (o alto risco é inerente às maiores pretenções e à maior originalidade de um projeto). Naturalmente, esse é o tipo de programa que tem de ser iniciado gradualmente, com as devidas cautelas. Isso porque a seleção dos projetos de risco a serem financiados requer avaliação de mérito científico especialmente primorosa.

Na verdade, o apoio a qualquer projeto científico de maior risco é uma aposta, e apostar em projetos e em cientistas é algo em que o Brasil não tem tradição. Nunca apostamos, sempre jogamos nossas fichas em cientistas já experimentados, geralmente para fazer o que sempre fizeram. Até mesmo nas contratações e promoções de docentes universitários, avaliamos as pessoas pelo seu passado, não pelo seu potencial. Quantos professores titulares com menos de 40 anos existem em nossas universidades? Desculpando-me de antemão por uma expressão um tanto forte, somos compradores de bananeira que já deu cacho. Quando os americanos iniciaram o Projeto Manhattan para a construção da bomba atômica, arrebanharam Robert Oppenheimer (38 anos) para diretor científico, Hans Bethe (36) para chefe do grupo teórico, mais Richard Feynman (24), Edward Teller (34), George Gamow (38), Eugene Wigner (40), John von Neumann (39) e o "velhinho" Enrico Fermi (41), o único que já era especialmente famoso. Apostaram principalmente em jovens e a bomba saiu.

As universidades americanas talvez sejam singulares tanto na aposta em jovens quanto em apoiá-los em projetos ambiciosos. Há muitos exemplos emblemáticos dessa postura, e é oportuno apontar dois deles. Em 1963, o físico Kenneth Geddes Wilson (nascido em 1936) foi contratado em caráter temporário pela Universidade de Cornell. O contratato de dois anos foi renovado por duas vezes, por recomendação de Murray Gell-Mann e Richard Feynman, embora Wilson não tivesse produzido nenhuma publicação. Em 1970, Wilson completou o trabalho em que estivera trabalhando todo esse tempo, a Teoria do Grupo de Renormalização para Fenômenos Crtíticos, que lhe rendeu o Nobel de Física de 1982 e é considerada um dos maiores trabalhos em Física teórica da segunda metade do século 20. O matemático inglês Andres Wiles (nascido em 1953) foi contratado como professor titular pela Universidade de Princeton em 1982. Desde então, firmou como propósito único da sua vida profissional o seu sonho da adolescência: demonstrar o último teorema de Fermat, o problema mais famoso e talvez mais árduo da Matemática, que desafiara os maiores matemáticos por mais de três séculos. Essa demonstração acabou sendo completada em 1994. Nesses doze anos, Wiles conseguiu manter o apoio de Princeton e também da *National Science Foundation*, embora se negasse a revelar a que tipo de trabalho estava se dedicando, pois considerava o segredo importante para não fornecer pistas a seus concorrentes [11]. É grave termos de constatar que pessoas como Wilson e Wiles não teriam qualquer apoio profissional no Brasil.

5.6. Nossa infraestrutura de pesquisa precisa ser expandida e diversificada

A expansão da ciência brasileira tem sido acompanhada de significativa expansão em nossa infraestrurura de pesquisa. Mas essa expansão tem sido bem menos expressiva do que a ocorrida em nossa capacitação humana. A infraestrutura mais voltada para pesquisa tecnológica tem, por décadas, permanecido praticamente a mesma. Novas instituições governamentais não têm sido criadas e as instituições existentes não têm expandido o seu quadro técnico-científico nem melhorado muito significativamente a sua infraestrutura laborarial. Até mesmo uma instituição como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), que vem continuamente revolucionando a técnica agrícola do Brasil [12], está estacionária em orçamento e em número de pesquisadores. Isso apesar de se saber que os impostos adicionais oriundos do aumento da produção agropecuária decorrente das inovações introduzidas pela Embrapa são muito maiores do que tudo o que já se gastou com a Embrapa.

O Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) tem um grande número de instituições de pesquisa de boa qualidade, mais voltadas para a ciência básica. A mais recente delas é o Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), inaugurado em 1997, após uma década de construção. Mas pelo fato de quase todas as instituições do MCT terem sido criadas quando a nossa pesquisa

universitária ainda era muito incipiente, elas têm perfil muito semelhante ao das nossas atuais universidades: exceto o LNLS e o Instituto de Pesquisa Espaciais (INPE), formam um sistema redundante, não complementar ao das universidades, e acabam competindo por recursos com elas em condições desiguais, pois têm carga de ensino muito menor.

Os recursos governamentais destinados ao financiamento à pesquisa científica sofreram grave estagnação nas décadas de 1980 e 1990, o que provocou considerável sucateamento nos laboratórios das universidades e dos institutos do MCT. Nos anos recentes, os recursos têm sido bem mais abundantes, mas ainda muito aquém do necessário para nos colocar em menor desvantagem face aos laboratórios dos países mais avançados em ciência. Os fundos setoriais, criados por inspiração do então ministro Sardenberg para aumentar os recursos para a pesquisa, têm recolhido quantias crescentes e muito consideráveis de dinheiro. Mas por causa da crise financeira do Estado, a maior parte desses recursos ficou contingenciada, o que só tem sido sanado bem recentemente e de maneira um tanto lenta, apesar dos esforços do ministro Rezende.

Para que um país possa competir em ciência com os de maior tradição – usando o análogo dos esportes, para ingressar na liga da primeira divisão –, precisa criar uma infraestrutura sofisticada, que inclua instalações em diversas escalas de tamanho e de custo. Em decorrência do reconhecimento universal do altíssimo retorno da investigação científica e tecnológica, tal investigação tem se apoiado em infraestrutura cada vez mais dispendiosa. Uma sonda espacial para investigação astronômica custa centenas de milhões de dólares, um laboratório de pesquisa de Física de partículas pode custar bilhões de dólares (o novo acelerador LHC, do Centro Europeu de Pesquisas Nucleares (CERN), custou dez bilhões) [13]. Mesmo em países que entraram na competição científica mais recentemente, como China, Coreia e Austrália, os governos têm provido instalações de pesquisa (laboratórios nacionais e institutos de pesquisa) com custos de centenas de milhões de dólares. Tais instalações são indispensáveis para o enfrentamento de vários dos grandes problemas científicos da atualidade. O Brasil tem pretensões de tornar-se uma potência econômica mundial, e provavelmente se tornará a 5ª economia do mundo já no ano 2020. Por isso, todo o seu planejamento estratégico, o seu *layout* de contrução do país, tem de ser correspondentemente ambicioso.

5.7. A importância dos programas mobilizadores

Programa mobilizador é um programa formulado por um país para se atingir uma determinada meta, em cujo caminho se identifiquem barreiras científicas e/ou tecnológicas cujas soluções, por si só, justifiquem o esforço e os gastos envolvidos. Um exemplo clássico e muito citado de programa mobilizador é o Projeto Apolo, que levou o homem a pousar na Lua em 1969. O Programa Apolo foi especialmente dispendioso, custou US$ 25 bilhões em dinheiro da época.

Entretanto, resultou em avanços em desenvolvimento de materiais, em eletrônica avançada, em computaçao de alto desempenho etc., que no médio prazo renderam aos americanos muito mais do que o dinheiro despendido. Recentemente, os americanos declararam a intenção de retomar os voos tripulados à Lua. Até 2020, dizem, voltarão a pousar na Lua e instalarão estações em seu solo. Os chineses prontamente responderam que farão isso antes dos americanos. Ambos os países sabem o quanto podem ganhar com esse tipo de programa mobilizador.

Até mesmo para ancorar uma agenda científica e tecnológica mais comprometida com metas e com interesses nacionais, é importante que o Brasil formule e ponha em prática programas mobilizadores. Sem muito esforço de imaginação, é possível apontar como sugestão alguns programas interessantes para o país. Um deles é expandir e sofisticar nosso esforço em produção de energia baseada em biomassa. Por exemplo, produzir etanol não só da sacarose da cana, mas também da lignocelulose dos colmos e folhas da cana, de eucalipto e de restos de colheita das lavouras. Outro seria a exploração sustentável e ecologicamente correta da Amazônia e da sua floresta. Um terceiro seria explorar o pré-sal com tecnologia inteiramente brasileira. Um quarto seria um programa espacial de porte muito acima deste que estamos realizando. Os satélites artificiais são hoje indispensáveis para a previsão do clima, para o geoposicionamento, para o controle do tráfego aéreo, para a monitoração de queimadas e outros danos ambientais e para a vigilância do território. Permitir que serviços tão estratégicos e sensíveis para a segurança e autonomia do Brasil permaneçam nas mãos de estrangeiros é uma temeridade que mais parece inocência política.

5.8. Precisamos ganhar competência em instrumentação

A pesquisa científica e tecnológica brasileira é quase inteiramente baseada em instrumentação importada. Somos também muito dependentes de instrumentos importados para diagnóstico e tratamento médico, para caracterização de produtos industriais e para controle de processos industriais. Além de implicar grandes gastos para o país, isso limita gravemente nossa capacidade de realizar ciência de ponta – além, obviamente, de prejudicar nossa competitividade industrial. Há um dito comum nos EUA, talvez também em outros países, que se traduz por "Com instrumentos de prateleira não se faz pesquisa de fronteira." Para superar esse tipo de limitação, é preciso, antes de tudo, formarmos muito mais gente capacitada a desenvolver instrumentação. Na área de Física, cerca de duas décadas atrás, um número considerável de pesquisadores iniciou projetos em instrumentação, muitas vezes apresentados a estudantes como temas de pesquisa para obtenção de mestrado ou doutorado. Mas esse tipo de trabalho dá pouco retorno em publicações. Por isso, muitos dos orientadores acabaram perdendo suas BPq e seus orientados competiam em desvantagem para obtenção de emprego nas universidades. Naturalmente, a inciativa gorou. A capacidade de projetar e construir um instrumento especificamente para um novo tipo de experimento, ou de combinar instrumentos já existentes em um arranjo inovador,

é uma habilidade preciosa para um pesquisador. Há muitos exemplos de trabalhos reconhecidos com o prêmio Nobel que só foram possíveis por causa de inovações instrumentais, mas só citaremos dois mais recentes. O engenheiro Simon Van Der Neer ganhou o prêmio Nobel de 1984 de Física por suas inovações instrumentais que possibilitaram a descoberta no CERN das partículas W e Z mediadoras da força fraca. Em 2003, o químico Paul Lauterbur e o físico Peter Mansfield ganharam o Nobel de Medicina e Fisiologia pelo desenvolvimento das técnicas de imagem por Ressonância Magnética Nuclear. A instrumentação é um campo em que a interação de cientistas (físicos, químicos, cientistas da computação) e engenheiros é especialmente importante.

5.9. É oportuna uma reanálise dos nossos programas de colaboração internacional para pesquisa científica

Com excessão dos países da União Europeia, cujos vizinhos estão "logo ali", da Austrália e Nova Zelândia, que fazem parte do Commonwelth, e do Canadá, que além de compor o Commonwealth tem uma extensa fronteira geográfica com os EUA, o Brasil deve ser um dos países que praticam com maior intensidade a colaboração internacional em pesquisa científica. Tanto no CNPq quanto na Capes, temos departamentos de cooperação internacional que são especialmente prestigiados. Talvez seja oportuna uma avaliação em profundidade do efeito de tais colaborações em nossa ciência. Sem qualquer dúvida, o programa de formação de pós-graduandos no exterior que o país praticou com considerável intensidade nos anos 1970 e 1980 foi de grande importância para dar um impulso inicial em nossa capacitação humana. Tal programa foi fortemente minguado nos anos 1990, quando o país reduziu drasticamente o envio de pós-graduandos ao exterior, exceto no chamado programa sanduíche, em que a pesquisa de tese do doutorando, ou parte dela, era realizada no exterior. Acenou-se com a perspectiva de envio de muitos recém-doutores ao exterior em programas de pós-doutorado, mas isso foi praticado em escala relativamente pequena. Muitos cientistas lamentam a forte redução de formação de doutores no exterior e acham que ela foi precoce [2,10].

Também são importantes e indispensáveis as colaborações que o Brasil mantém em programas de pesquisa que requerem instalações excepcionalmente dispendiosas. Como exemplo, temos as colaborações em Física Experimental de Partículas, em raios cósmicos de altíssima energia e em Astronomia Observacional, e limito-me a exemplos dentro das áreas de Física e Astronomia por serem as únicas sobre as quais sou capaz de opinar com um mínimo de conhecimento. Mas é sabido que no mundo todo a pesquisa em Astronomia Observacional e em Física Experimental de Partículas é especialmente baseada em colaborações internacionais exatamente porque seu custo é excepcionalmente elevado. Em Física Experimental de Partículas, o Brasil mantém intensa colaboração com os dois maiores laboratórios da área no mundo, o Fermilab (sediado em Chicago) e o CERN (sediado em Genebra), com gastos modestos,

referentes só a salários e viagens dos pesquisadores brasileiros. Mantemos também colaborações com outros laboratórios menores, em que também não há grandes gastos envolvidos. Na pesquisa em raios cósmicos (área em que o Brasil tem longa tradição), o país é colaborador do Projeto Auger (um laboratório já instalado em Mendonça – Argentina, e outro a ser instalado no Colorado – EUA), o maior do mundo na área e que envolve cerca de uma dúzia de países. As condições em que tal colaboração foi estabelecida também são interessantes para o Brasil. Em Astronomia, o Brasil mantém colaboração com alguns grandes observatórios já instalados ou a serem instalados no Chile. A contribuição financeira brasileira para a construção desses observatórios tem sido mais expressiva, mas também justificável. Nas futuras colaborações internacionais para a construção de grandes instalações de pesquisa, é importante que o Brasil entre com menos dinheiro e com maior fornecimento de componentes (equipamentos, obras civis, *softwares*), como sempre fazem os países líderes em ciência.

Mas o Brasil mantém uma enorme quantidade de colaborações científicas internacionais cujo interesse para a nossa ciência é questionável. Parte significativa dessas colaborações envolve brasileiros e seus ex-orientadores de doutorado ou pós-doutorado, e essa parte é especialmente questionável. Não é raro vermos cientistas brasileiros mantendo intensa colaboração com estrangeiros que os orientaram 20 ou até 30 anos atrás, como se dependessem eternamente de orientação para a sua pesquisa, pois as colaborações costumam ser assimétricas e lideradas pelo ex-orientador.

Pode ser que a talvez excessiva colaboração científica que mantemos com o exterior tenha o duplo efeito deletério de, por um lado, nos manter muito dependentes do exterior e, por outro, impedir que o país formule sua própria agenda científica. É oportuno salientar que, dentre os países que inciaram tardiamente a prática intensa da pesquisa científica, os mais bem-sucedidos foram aqueles que adotaram por um bom tempo certo isolamento dos grandes centros. Tais países são os ex-menbros da URSS, o Japão, a Coreia e a China. Japão e Coreia usaram intensamente o exterior para a formação de cientistas, mas, ao retornarem à pátria, esses cientistas em geral se dedicaram à construção de uma ciência emancipada da dos grandes centros. Seus colaboradores passaram a ser seus compatriotas, seus temas de pesquisa levavam em consideração os interesses nacionais, e seus achados científicos eram de preferência publicados em revistas locais. Mesmo sua participação em conferências no exterior era reduzida. Um exemplo dessa pequena participação me impressionou profundamente. Na *International Conference on Physics of Semiconductors*, de 1986, realizada em Estocolmo, constatei que a delegação brasileira era maior do que a japonesa e que boa parte dos japoneses estava lá como palestrantes convidados, enquanto os brasileiros estavam apresentando pôsteres (um único brasileiro fez uma apresentaçõ oral não convidada). Para se dar uma melhor ideia do desenvolvimento da Física japonesa de semicondutores na época e melhor evidenciar o contraste, basta mencionar que a Sony fora (em 1957) a primeira empresa a empregar transistores em um equipamento eletrônico e que

Leo Esaki, pesquisador da Sony, desenvolveu, em 1958, um dispositivo semicondutor – o diodo túnel –, trabalho que lhe rendeu o prêmio Nobel de Física. Em 1986, a indústria de dispositivos semicondutores japonesa competia quase em pé de igualdade com a americana.

Só depois de se nivelarem em qualidade científica com EUA e Europa, Japão e Coreia se abriram para colaborações. O princípio que norteou as políticas de Japão e Coreia é: quem não é capaz de competir não deve colaborar, pois se fizer isso ficará a reboque do colaborador mais forte. A China já é o segundo produtor de artigos científicos do mundo e em breve será o primeiro. Sua história científica teve início nos anos 1950 e, nesse meio século, do exterior só importaram revistas científicas. No início dos anos 1970, quando Richard Nixon buscou aproximação com a China, comissões de cientistas americanos enviadas àquele país voltaram muito impressionados com a sofisticação da instrumentação científica que os chineses já tinham desenvolvido para a sua pesquisa.

As colaborações científicas que mantemos com o exterior são frequentemente muito assimétricas e em muitas delas está claro que nossos parceiros estrangeiros estão principalmente interessados em atrair para as suas instituições nossos jovens mais talentosos para a ciência, o que que nem conseguem – sequer tentam – disfarçar. Quando uma comitiva de qualquer universidade europeia visita um de nossos departamentos em busca de colaboração, o dado que investigam com maior interesse é o número e a qualidade de nossos estudantes. É raro que não peçam para falar para nossos estudantes sobre as instalações laboratoriais de que dispõem.

É recomendável que as agências de fomento estimulem maior colaboração interna entre pesquisadores brasileiros. Em algumas áreas, temos vários grupos competentes e bem estabelecidos no Brasil. Mas em vez de colaborarem entre si, cada um desses grupos costuma preferir colaborar com grupos do exterior. Não raramente, essas colaborações são simétricas, no sentido de que nossos pesquisadores não são liderados pelos estrangeiros. Mas mesmo assim é frequente que os parceiros estrangeiros capitalizem quase todo o crédito pelos resultados científicos. São eles os convidados para relatar os resultados obtidos em conferências e, na literatura, muitas vezes vemos citações do tipo fulano (o estrangeiro) e colaboradores.

5.10. A ciência brasileira é ainda mais centralizada do que a sua economia

A ciência brasileira é muito concentrada no eixo Rio-São Paulo. Tal concentração é ainda maior do que a econômica: São Paulo e Rio contribuem percentualmente bem mais para a ciência brasileira do que para a nossa economia. Nesse eixo vemos também uma grande concentração de cursos de pós-graduação e quase todos os institutos de pesquisa do MCT. Nos tempos recentes, o CNPq tem estabelecido ações positivas em busca de descentralização, tais como a Bolsa de Desenvolvimento Regional e cotas mínimas para o Norte e Nordeste em diversos editais para

financiamento da ciência. Mas os resultados têm sido lentos. No Sul, temos boa concentração de cientistas e de bons cursos de pós-graduação, mas ali também o governo federal não tem feito investimentos de grande porte em instalações científicas. No Nordeste, o número de pesquisadores com doutorado tem crescido muito significativamente e já é bem considerável. Mas por falta de recursos para laboratórios, a ciência nordestina tornou-se excessivamente teórica. Se tomarmos a Física como exemplo, em toda universidade federal nordestina encontramos um departamento de Física que congrega bom número de doutores e que realiza pesquisa de mérito. Mas só na Universidade Federal do Pernambuco (UFPE) e na Universidade Federal do Ceará (UFC) encontramos pesquisa experimental em Física em intensidade satisfatória. Várias outras tentativas locais de se intensificar a pesquisa experimental esbarraram na dificuldade de se instalarem laboratórios competitivos. É preciso reconhecer que pequenos investimentos fragmentados são inefetivos para que a pesquisa experimental floresça em uma instituição a partir do zero. Por isso, para iniciar pesquisa experimental em outras universidades nordestinas, é necessário um esforço concentrado de contratação de pesquisadores e dotação de recursos abundantes. Uma vez que, como já apontamos antes, é essencial que a infraestrutura de pesquisa no Brasil seja grandemente expandida, tal expansão deveria buscar também uma distribuição regional mais equilibrada. A Embrapa constitui um notável exemplo de infraestrutura descentralizada por decisão política: a empresa conta com 38 centros de pesquisa, que se distribuem em todo o território brasileiro fora da Amazônia. Um laboratório da Embrapa dedicado à investigação do cultivo comercial de florestas na Amazônia seria uma iniciativa muito interessante. Por exemplo, o mogno cultivado poderia ser mais rentável do que qualquer outra lavoura brasileira. Mas seu cultivo depende da solução de consideráveis problemas técnicos, por exemplo, do controle de uma larva que ataca mortalmente o mogno e o cedro cultivados de maneira adensada.

Agradecimentos

Em parte, esse artigo baseia-se em dois trabalhos que cito como suas referências principais [1,2]. Tais trabalhos foram realizados por equipes de físicos das quais tive a sorte de participar. Sou enormente grato a meus colegas de equipe, que, com sua visão e lucidez, tanto contribuíram para a consolidação das minhas ideias sobre a ciência brasileira.

Referências

[1] Física para o Brasil – Pensando o Futuro, Publicação da Sociedade Brasileira de Física (2005).

[2] Ciência para um Brasil Competitivo – o papel da Física, Publicação da Capes (2007).

[3] *Global R&D Report*, OCDE (2006).

[4] As informações sobre Ratz e o Ginásio Luterano de Budapeste se encontram fragmentadas na literatura. Uma procura na internet das biografias dos seus ex-alunos que citamos irá evidenciar sua formação muito especial no ginásio.

[5] *http://en.wikipedia.org/wiki/.../Bronx_High_School_of_Science*.

[6] James D. Watson , *DNA – O Segredo da Vida*, Ed. Companhia da Letras (2005) p. 110.

[7] *http://www.dmat.ufpe.br/personagens/luizfreire.htm*

[8] *Subsídios para a Reforma do Ensino Superior, www. abc. org/* publicações.

[9] Lee Smolin, *The Trouble With Physics*, Penguin Books (2006).

[10] *Relatório MCT 2002*, documento não publicado, que pode ser obtido por requisição a este autor, que também o assinou.

[11] Simon Singh, *O último Teorema de Fermat*, Editora Record (2008).

[12] A história da Embrapa pode ser vista em J. Irineu Cabral, *Sol da Manhã – Memória da Embrapa*. Publicação da Unesco (2005).

[13] A World Wide Web (www), inteiramente baseada em software criado no CERN para compartilhamento de dados experimentais (*public.web.cern.ch/public/en/about/web-en.html*), rende ao mundo quantias que são avaliadas em trilhões dólares.

Grandes telescópios da próxima década e Astronomia Espacial: a necessidade de participação em consórcios internacionais

Beatriz Barbuy[1]
Albert Bruch[2]
Eduardo Janot Pacheco[3]

A astronomia brasileira no contexto global

A astronomia mundial se caracteriza hoje por colaborações internacionais. A complexidade da pesquisa moderna faz que esforços isolados de indivíduos ou pequenos grupos raramente tenham um impacto significativo e, portanto, não representam a forma mais eficaz do progresso da ciência. Isso decorre do fato de que a busca de respostas para as importantes perguntas científicas, em geral, requer a colaboração de especialistas em áreas distintas da astronomia, muitas vezes também envolvendo outras disciplinas da ciência, inclusive da tecnologia, e até com crescente importância a estreita colaboração com área-meio, como gerenciamento e financiamento. Tais considerações valem ainda mais, considerando os altos investimentos para criar as instalações e equipamentos observacionais necessários para responder às perguntas, aos quais se somam ainda os elevados custos para operá-las. Isso faz que todos os projetos de grande porte em astronomia, assim como em outras áreas, como a física de altas energias, estejam sendo conduzidos por meio de cooperações internacionais.

Consequentemente, a atuação bem-sucedida de uma comunidade astronômica nacional depende decisivamente da sua inserção na comunidade internacional. Por mais alto que seja seu patamar, a comunidade somente poderá crescer cientificamente se ela tiver acesso, de um lado, aos meios mais modernos para pesquisa astronômica, participando ativamente de grandes projetos de

1 Vice-coordenadora do Instituto de Astronomia Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG - USP).

2 Diretor do Laboratório Nacional de Astrofísica (LNA/MCT).

3 Presidente da Sociedade Astronômica Brasileira (SAB) e Relator da Comissão Especial de Astronomia (CEA).

infraestrutura observacional, e do outro lado, ao acervo mundial de conhecimento (a saber, mentes) por meio de colaborações científicas além de fronteiras nacionais. Caso contrário, inevitável e rapidamente, vai perder espaço e não poderá exercer um papel significativo no futuro.

Atuando em conformidade com esse raciocínio, a astronomia brasileira atingiu maturidade e renome internacional. O Brasil é respeitado hoje na comunidade astronômica mundial como país altamente produtivo em termos de quantidade e qualidade e como parceiro confiável em colaborações internacionais como fica evidente, por exemplo, pelo crescente número de ofertas para participar de grandes projetos. Outra evidência para o reconhecimento, pelos demais países, do Brasil como um importante ator na astronomia global foi a escolha do Rio de Janeiro como local da Assembleia Geral da União Astronômica Internacional (IAU) em 2009. Este evento aumentou em muito a visibilidade da comunidade astronômica brasileira.

A comunidade astronômica brasileira tem seguido com bastante sucesso a evolução mundial da ciência e mais recentemente também da tecnologia astronômica. Alguns dos passos importantes nessa direção foram: (i) a formação de doutores no exterior (ocorrido principalmente com bolsas do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) nas décadas de 1960 e 1970); (ii) a criação da pós-graduação no país nessa área e a orientação de novos doutores no Brasil; (iii) a instalação do Observatório no Pico dos Dias (OPD), em 1980, fornecendo pela primeira vez acesso garantido aos astrônomos brasileiros à infraestrutura observacional óptica competitiva; (iv) a associação aos projetos Gemini, com participação de 2,5% em dois telescópios de 8 metros de abertura, no Chile e no Havaí, com observações a partir do ano 2000; (v) a associação ao consórcio SOAR, telescópio de 4 metros no Chile, com participação de 34% e observações a partir de 2004; e (vi) finalmente, a criação de capacidades e competências para a construção de instrumentos astronômicos competitivos mundialmente. Outros passos importantes se referem à inserção em projetos internacionais da área da astronomia Espacial (CoRoT), astronomia de Altas Energias (Auger) e projetos nacionais na radioastronomia, além de uma articulação internacional expressiva em cosmologia.

Em consequência dessa evolução e com o apoio dos ministérios e agências ligados à educação e pesquisa, o Brasil conta hoje com uma comunidade de cerca de 300 astrônomos doutores e um número mais ou menos igual de estudantes de pós-graduação. Em 2009, esta comunidade publicou cerca de 300 artigos em revistas indexadas.

Faz parte da política do governo federal, formulada no Plano de Ação de CT&I do Ministério da Ciência e Tecnologia (Pacti/MCT), e deve se tornar política de Estado, a ampliação da participação brasileira em organismos e protocolos internacionais e o fortalecimento de programas de cooperação internacionais. O Pacti/MCT também cita como objetivo estratégico a criação de programas de acesso a grandes equipamentos de pesquisa no exterior (o que inclui telescópios).

O continuado fortalecimento da astronomia brasileira como parte de uma comunidade científica mundial deverá ser visto, portanto, como parte de uma política explícita do governo. O desenvolvimento científico, tecnológico e humano do Brasil depende de uma ciência forte.

Astronomia e tecnologia: os grandes projetos atuais e futuros da astronomia internacional

O desenvolvimento de novos detectores, de métodos de detecção a partir de satélites, de inovações na óptica, tal como a óptica adaptativa multiconjugada usando estrelas artificiais produzidas por feixes *laser* na alta atmosfera, o uso de espelhos segmentados simulando um único espelho gigante e sofisticados *softwares* permitiram que os instrumentos atuais e futuros cubram todas as faixas de comprimentos de onda e com espelhos e detectores cada vez maiores e mais avançados.

Apresentamos a seguir uma breve descrição dos instrumentos mais usados e conhecidos e em projetos da atualidade, desde micro-ondas até raios-γ:

- Micro-ondas: medidas da radiação de fundo de 2.7º K em micro-ondas, remanescente do Big Bang, foram obtidas pela primeira vez sem ambiguidades com o satélite COBE em 1990 (prêmio Nobel em 2006), em 2001 pelo WMAP e, em 2009, o satélite PLANCK foi posto em órbita;
- Radioastronomia: há, atualmente, dois grandes projetos para a próxima década. O primeiro é o *Atacama Large Millimeter/Submillimiter Array* (ALMA), composto de 64 antenas, para medidas em 30-950 GHz. Um dos principais objetivos é estudar a Era Escura, durante a qual há aglomeração da Matéria Escura, formando as primeiras estruturas, vistas como regiões de poeira das primeiras galáxias e estrelas. Este projeto deverá estar completo em 2014. O segundo destes projetos é o *Square Kilometer Array* (SKA), prevendo medidas em 0.15-20 GHz e pretendendo mapear, entre outros, a distribuição de hidrogênio neutro (HI) antes da formação das primeiras estrelas e galáxias; Infravermelho: o satélite SPITZER, embora com espelho pequeno de 0,85 cm, é atualmente um importante instrumento para medidas em 10-160 μm. O *James Webb Space Telescope* (JWST), sucessor do *Hubble Space Telescope*, que será lançado em 2014, terá cobertura no infravermelho na faixa 0.6-28 μm;
- Óptico: trataremos da astronomia óptica na seção seguinte;
- Ultravioleta: há poucos instrumentos nessa faixa de comprimentos de onda, havendo notadamente o *Hubble Space Telescope* e alguns satélites pequenos, como GALEX e FIRST;
- Raios-X: há, atualmente, dois satélites principais, o XMM e o CHANDRA;
- Raios-γ: o satélite SWIFT vem detectando um grande número de fontes de raios-γ.

É importante informar que o Brasil não faz parte de nenhum destes projetos de impacto internacional, mas há membros da comunidade brasileira que esporadicamente conseguem obter alguns dados com alguns destes instrumentos. Isto se dá por meio de submissão de projetos diretamente, cujas chances de se obter aprovação são, certamente, menores do que para um astrônomo de países-membros do projeto, ou por meio de colaborações com astrônomo estrangeiro como principal investigador.

Resta ainda citar experimentos com as mais altas e as mais baixas energias. Projeto Auger: partículas de energias ainda mais altas que os raios-γ são detectadas em raios cósmicos. O Brasil faz parte desse projeto instalado na Argentina, que é atualmente o instrumento com maior sensibilidade para observar tais raios cósmicos; ondas gravitacionais: nunca detectadas diretamente, para tentar medir essas ondas de baixas frequências da ordem de KHz, há dois grandes projetos, o Ligo, nos EUA, e o satélite LISA para a próxima década. O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) tem um grupo especializado nesta área que participa do projeto Graviton, uma rede de detectores, e que construiu no Brasil o detector Schenberg.

Astronomia óptica: telescópios gigantes da próxima década

Os anos 1990 foram marcados pela entrada em operação dos telescópios da classe de 8-10 metros. Há uma dezena destes telescópios: a) Keck: 2 telescópios de 10 metros no Havaí; b) *Very Large Telescope*: 4 telescópios de 8 metros no Chile; c) Gemini: 2 telescópios de 8 metros, um no Havaí e outro no Chile; d) Subaru: 1 telescópio de 8 metros no Havaí; e) Magellan: 2 telescópios de 6,5 metros no Chile; f) Grantecan: 1 telescópio de 10,4 metros nas ilhas Canárias; g) Hobby-Eberly: telescópio de 10 metros no Texas, EUA; h) SALT: telescópio de 10 metros na África do Sul; i) LBT: telescópio binocular, com 2 espelhos contíguos de 8 metros, no Arizona, EUA. O Brasil participa do consórcio Gemini, com direito a 2,5% do tempo de observação.

Atualmente, a astronomia óptica mundial está entrando na fase de telescópios de uma nova geração com abertura na faixa de 20-40 metros. Há três projetos em andamento:

- *Giant Magellan Telescope (GMT):* Promovido por um consórcio de instituições dos EUA, com participação internacional, esse telescópio, com abertura efetiva de 24 metros, será localizado no Chile.
- *Thirty Meter Telescope (TMT):* Liderado pela Caltech, EUA e Canadá, incluindo ainda outros parceiros internacionais, o projeto visa construir um telescópio com 30 metros de abertura em Mauna Kea, Havaí.
- *European Extremely Large Telescópe (E-ELT):* Trata-se de um projeto do *European Southern Observatory* (ESO) para a construção de um telescópio de 42 metros de abertura no Chile.

Os telescópios deverão estar operacionais em 2019. Os proponentes de todos os três projetos manifestaram um forte interesse de o Brasil se associar a eles.

Relembrando a necessidade mandatória para a continuada inserção do Brasil na comunidade internacional por meio da participação em grandes projetos de infraestrutura para a astronomia, entre outros, e considerando a favorável perspectiva econômica do país, pela primeira vez na história a comunidade astronômica sente segurança em contemplar a participação em projetos antes considerada impossível: recomenda-se que o Brasil se associe a um dos projetos acima mencionados para garantir o futuro acesso aos maiores e mais competitivos telescópios do mundo. Considerando que a janela de oportunidades não ficará aberta por muito tempo, uma decisão deve ser tomada em 2010.

No que se refere ao E-ELT, existem dois procedimentos possíveis: (i) uma participação direta no projeto, procurando acesso apenas a esse telescópio, ou (ii) uma associação do Brasil ao *European Southern Observatory* (ESO), via contrato entre países, fornecendo acesso imediato a toda infraestrutura observacional do ESO (Observatório de La Silla, VLT, Vista, Apex, Alma, E-ELT). Em reuniões locais e nacionais, uma maioria significativa da comunidade astronômica manifestou sua preferência para o Brasil entrar como sócio do ESO. Isso abre a oportunidade para que se evolua ainda mais, tanto competindo diretamente com uma fração importante da astronomia mundial por acesso a recursos observacionais e usufruindo dessa excelente emulação quanto por meio da colaboração com a mesma. Portanto, o Plano Nacional de Astronomia (PNA), que está sendo submetido ao MCT, sugere que seja avaliada a viabilidade dessa opção e, se for possível, que se estabeleçam negociações com o ESO, levando em conta as demais recomendações do PNA.

Participação em grandes projetos de levantamentos

Existe, anualmente, um número expressivo e crescente de projetos internacionais que visam realizar grandes levantamentos que gerarão uma quantidade enorme de dados. É do interesse da comunidade nacional ter acesso a esses dados. Ainda não é claro, em todos os casos, como esse acesso poderá ser garantido, tornando necessário estarmos preparados para atuar no momento certo. O Brasil já está envolvido com alguns desses projetos, como o DES e o J-PAS, e está negociando a participação ou tem manifestado interesse em outros grandes levantamentos, tanto no solo (p.ex., LSST) quanto no espaço (p.ex., Euclid – ver seção sobre astronomia espacial). Entretanto, para o aproveitamento dos dados, há necessidade de preparar a infraestrutura de armazenamento e transporte de dados, criar capacidades de processamento para a análise de volumes de informações sem precedentes na história da astronomia, além de treinar pessoal especializado.

A implementação de novos projetos, a ampliação de participações em projetos em andamento ou a formação de novas parcerias sempre deverá ser complementada por medidas no próprio país, visando ao melhor gerenciamento do projeto e à capacitação da comunidade brasileira para o uso eficiente e otimizado da infraestrutura. Isso implica o fornecimento dos recursos humanos necessários para dar apoio à comunidade e para tirar proveito das oportunidades tecnológicas oriundas dos investimentos feitos e a disponibilização de recursos financeiros para capacitação e treinamento, etc.

Astronomia espacial

No contexto internacional, vários dos grandes projetos em astronomia têm sido concebidos para funcionar em plataformas espaciais. Nos países com programas espaciais consolidados, uma parcela importante dos investimentos é feita em missões científicas, o que demonstra a concepção vigente nesses países de que missões científicas espaciais não só trazem grande prestígio às nações que as desenvolvem, como também propiciam importantes oportunidades para desenvolvimentos tecnológicos de ponta.

Em países em situação comparável à do Brasil, o cenário também já se desenha nessa direção, como mostram as iniciativas recentes da Índia (*Astrosat*) e da China (*Space Hard X-Ray Modulation Telescope*), além de projetos importantes da Rússia. Outro aspecto relevante a ser considerado é o fato de que os grandes projetos de observatórios espaciais da agência espacial dos Estados Unidos (Nasa), da agência espacial europeia (ESA) e do Japão têm procurado de forma crescente a participação de outros países em função dos elevados custos envolvidos. Nesse contexto, é estratégica a inserção do Brasil nesses projetos, sob pena de a astronomia brasileira privar-se de meios importantes de observação fora da atmosfera e passar a não ser competitiva no médio e longo prazo.

No país, as iniciativas atuais e do passado recente em astronomia espacial estiveram concentradas essencialmente no Inpe:

- A participação na missão Hete-2 (*High Energy Transient Explorer*): Operado entre 2000 e 2006, o Hete-2 foi o primeiro satélite dedicado ao estudo de surtos em raios gama. A participação brasileira se deu por meio da participação na equipe de investigadores da missão e na montagem e operação de uma estação de recepção (*Burst Alert Station*) na unidade do Inpe em Natal, RN.
- O Projeto Mirax (Monitor e Imageador de Raios X): Será a primeira missão liderada pelo Brasil projetada para ser lançada em 2014 como parte da carga útil do satélite científico Lattes. Tem o objetivo de realizar um levantamento do comportamento espectral e

temporal de um grande número de fontes transientes de raios X em escalas de tempo de horas a meses. Aberto para a participação de pesquisadores brasileiros, conta com a cooperação de várias instituições no exterior.

- A missão CoRoT, baseada na Universidade de São Paulo (USP), e com as colaborações principais da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e do INPE, contém participação brasileira oficial em um satélite científico: o satélite CoRoT (*Convection, Rotation and Planetary Transits*) é o único projeto da astronomia espacial com participação direta do Brasil como parceiro. O CoRoT é um satélite predominanemente francês, dedicado principalmente à procura de exoplanetas rochosos e à sismologia estelar (análise de pulsações não radiais das estrelas). O país participa no CoRoT por meio de: (a) a utilização da estação do Inpe de Alcântara, (b) a participação de engenheiros/cientistas brasileiros na elaboração de *software* de calibração, correção instrumental e redução de dados; e (c) a participação de cientistas brasileiros nos grupos de trabalho, desde a definição, observação e análise preparatória das estrelas observadas, até a análise científica das medidas. Apesar de uma contribuição financeira pequena, o Brasil tem os mesmos direitos dos países europeus na exploração científica dos dados. Astrônomos de instituições brasileiras de várias partes do país têm participado cientificamente da missão CoRoT, sendo que essa participação deverá aumentar nos próximos anos.

A participação de outras instituições brasileiras em projetos da astronomia espacial ainda é muito incipiente. Por iniciativa de alguns pesquisadores, o Brasil já está engajado formal ou informalmente em quatro projetos da ESA em andamento ou aprovados recentemente, a saber, os satélites Gaia, Plato, Euclid e Spica. Outros pesquisadores atuam na análise de dados de sondas espaciais, explorando o sistema solar. Cogitam, para o futuro, a participação brasileira em missões de pequeno porte para a exploração de corpos próximos a Terra. Tal iniciativa atenderia inclusive o apelo por parte da Agência Espacial Brasileira (AEB) em ligar aplicações e desenvolvimento tecnológico.

Na medida em que o Programa Espacial é um dos 17 temas prioritários identificados no Plano de Ação de CT&I do MCT para 2007-2010, é oportuno que a área de astronomia seja considerada de forma relevante no programa. Considerando que o Programa Espacial Brasileiro é gerenciado pela AEB, a agência tem uma posição-chave no presente contexto. As instituições com atividades em astronomia devem atuar de forma articulada e integrada no sentido de levar à AEB não apenas projetos que aproveitem as oportunidades existentes, mas também ideias e iniciativas no sentido de induzir novos nichos de atuação na área de astronomia no setor espacial. Ainda neste contexto, existe um apelo por parte da AEB para que, ao pensar em astronomia espacial, a comunidade astronômica trabalhe no sentido de vincular o desenvolvimento tecnológico ao interesse científico, ponto muito importante em termos dos benefícios como um todo da pesquisa espacial.

Na medida em que a maioria dos grandes projetos internacionais em planejamento na área da astronomia espacial busca de forma intensa parcerias em virtude dos altos custos envolvidos em missões científicas competitivas, cabe discutir e elaborar uma estratégia comum que incentive a participação brasileira nesses projetos.

Como já foi dito, existem atualmente no Brasil alguns projetos e iniciativas na área de astronomia espacial. É importante que, a partir dessas experiências, o Brasil crie condições de expandir de forma significativa não só a concepção de missões brasileiras, mas também nossa participação em grandes projetos espaciais internacionais. No cenário nacional, apenas o MCT/Inpe conta atualmente com a infraestrutura e os recursos humanos capazes de desenvolver satélites e seus subsistemas, em parceria com a indústria aeroespacial.

É de interesse estratégico que as universidades e outros institutos se insiram ativamente no setor espacial. Para isso, é imprescindível que seja aberto um diálogo com a AEB no sentido de induzir a abertura de novas oportunidades na área de astronomia espacial. A comunidade acadêmica deve se mobilizar para criar uma demanda, de forma a estimular a AEB a investir em novos programas. Estes devem propiciar as condições financeiras e de recursos humanos necessários para que as universidades possam desenvolver projetos de instrumentos astronômicos para missões espaciais, fomentando um aumento considerável de atividades na área e trazendo benefícios concretos para a cadeia projetos-fabricação-lançamentos do país.

Recomendações

Com relação à astronomia óptica/infravermelha e os grandes projetos:

1. Há necessidade mandatória, para a continuada inserção do Brasil na comunidade internacional, por meio de participação brasileira em grandes projetos.

2. Recomenda-se que o Brasil se associe a um dos três projetos de telescópios gigantes mencionados, para garantir o futuro acesso aos maiores e mais competitivos telescópios do mundo. Considerando que a janela de oportunidades não ficará aberta por muito tempo, uma decisão precisa ser tomada ainda em 2010.

3. A opção E-ELT, que é o maior dos três telescópios e que apresenta os projetos de instrumentos mais performantes, pode ser atendida por meio de dois procedimentos possíveis:

- uma participação direta no projeto, procurando acesso apenas a esse telescópio ou

- uma associação do Brasil ao ESO, via contrato entre países, fornecendo acesso imediato a toda a infraestrutura observacional do ESO (Observatório de La Silla, VLT, Vista, Apex, Alma, E-ELT).

Em reuniões locais e nacionais, uma maioria significativa da comunidade astronômica manifestou sua preferência para o Brasil entrar como sócio no ESO. Portanto, o PNA que está sendo submetido ao MCT sugere que seja avaliada a viabilidade dessa opção e, se for o caso, entrar em negociações com o ESO, levando em conta as demais recomendações do PNA.

Sugerimos, portanto, que os passos sejam: a) examinar a viabilidade de o Brasil ser sócio do ESO. Se isso for possível, estaremos automaticamente associados ao projeto E-ELT (além do radiotelescópio Alma e de todas as outras facilidades do ESO); b) se a entrada no ESO não for possível, verificar a entrada como sócio no E-ELT; c) neste caso, verificar igualmente as outras duas opções, GMT e TMT.

Com relação à astronomia espacial, sugere-se que:

1. As instituições brasileiras com atividades em astronomia devem interagir com o Inpe para desenvolver em conjunto um programa robusto de desenvolvimento de instrumentos para observações astronômicas a partir do espaço.

2. A AEB deve ser incentivada pela comunidade astronômica a definir uma estratégia de investimentos de recursos financeiros e humanos na área de astronomia espacial nas universidades e nos institutos de pesquisa, de modo a permitir o desenvolvimento de projetos, seleção, construção, lançamento e operação de plataformas espaciais de interesse científico.

3. O governo federal deve criar mecanismos que permitam o aproveitamento otimizado, de forma articulada e participativa entre as instituições, das oportunidades de inserção do país em grandes projetos internacionais de satélites e/ou missões espaciais na área de astronomia, astrofísica e cosmologia.

4. O MCT deve recomendar ao governo federal que providencie recursos financeiros em quantidade suficiente para que o Brasil atinja em breve um patamar de investimentos em ciência espacial compatível com o esperado para uma nação de seu porte.

5. As universidades devem incentivar a introdução progressiva de temas de astronomia e tecnologia espacial nos cursos de graduação existentes no país.

A institucionalidade do fomento à ciência básica

Carlos Alberto Aragão de Carvalho Filho[1]

Gerar novos conhecimentos é o objetivo da ciência básica. É a partir do conhecimento básico que as ciências aplicadas procuram solução para problemas práticos. As ciências aplicadas são importantes para o desenvolvimento tecnológico, e o seu uso no cenário industrial é normalmente referenciado como pesquisa e desenvolvimento (P&D).

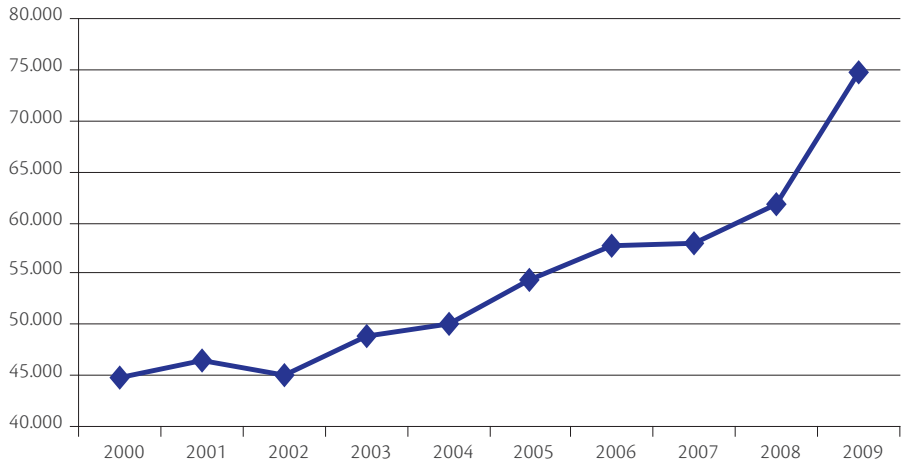


Gráfico 1. Número de bolsistas no país e no exterior no mês de dezembro - 2000-2009
Fonte: CNPq

1 Ex-presidente do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

A institucionalidade da ciência básica no Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) remonta à data de sua criação, em 1951. Entenda-se por institucionalidade o conjunto de princípios, normas, diretrizes e procedimentos que definem uma instituição. A missão do CNPq foi sempre "promover, fomentar e divulgar o desenvolvimento científico e tecnológico no Brasil" e, para tal, a instituição investe em diversos instrumentos na área de CT&I, como bolsas de estudos e de pesquisa, auxílios e programas. No ano de sua criação, concedeu 75 bolsas. Hoje, são quase 90 mil.

São fortes as evidências da institucionalidade da ciência básica no CNPq. Nota-se, a cada ano, a exemplo do que ocorre na academia, um aprimoramento das atividades de formação de recursos humanos e de fomento à pesquisa focada nas áreas do conhecimento e no pesquisador individual. Exemplo disso é o julgamento pelos pares, com critérios previamente discutidos e divulgados, quando da concessão de qualquer tipo de bolsa ou auxílio. Há, portanto, uma continuidade dos dois programas referenciais do CNPq, com destaque para os subprogramas de iniciação científica, mestrado, doutorado, produtividade em pesquisa, edital universal e apoio a eventos, entre outros.

Atualmente, o CNPq concede bolsas que atendem desde alunos da iniciação científica júnior ao pós-doutorado, e o resultado disso é o aumento substancial da nossa produção científica. O Brasil ocupa a 13ª posição no *ranking* dos países que fazem pesquisas científicas, mas ainda há necessidade de avanços na inovação. Já não basta a competência, é preciso criar, inovar, para, eventualmente, liderar. O Brasil publica aproximadamente 55% de todos os artigos científicos da América Latina. Isso é um bom sinal, mas é preciso avançar ainda mais em nível mundial.

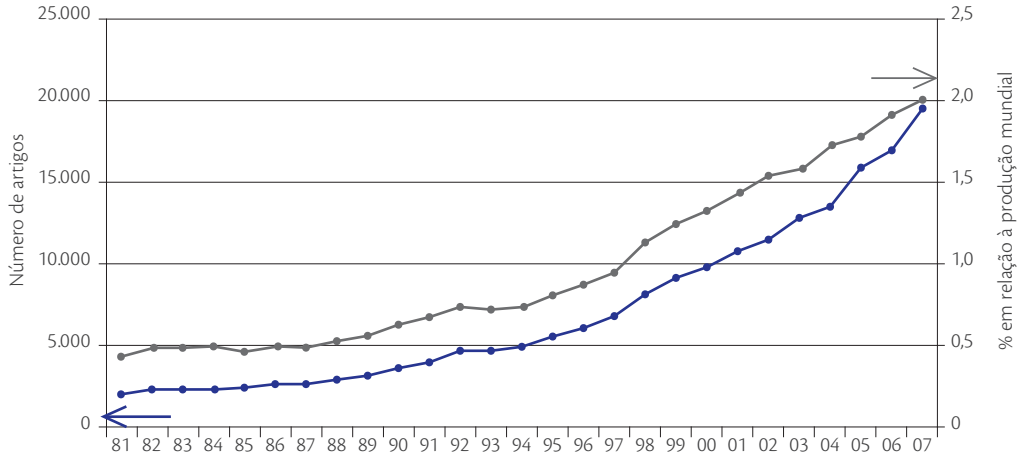


Gráfico 2. Artigos científicos do Brasil, indexados no Institute for Scientific Information (ISI)
Fonte: MCT

Em 2009, o Brasil formou em torno de 11 mil doutores e 36 mil mestres, mas esses números podem e devem aumentar. No próximo ano, o CNPq completará 60 anos e um de seus grandes desafios é fazer que o conhecimento resulte em produtos, processos e serviços úteis para a nação. O país vive um momento de progresso e crescimento, caracterizado pelo fortalecimento de todo o seu sistema de ciência e tecnologia, quer da parte dos executores, incluindo universidades, institutos de pesquisa e empresas, quer por parte dos órgãos de financiamento e gestão.

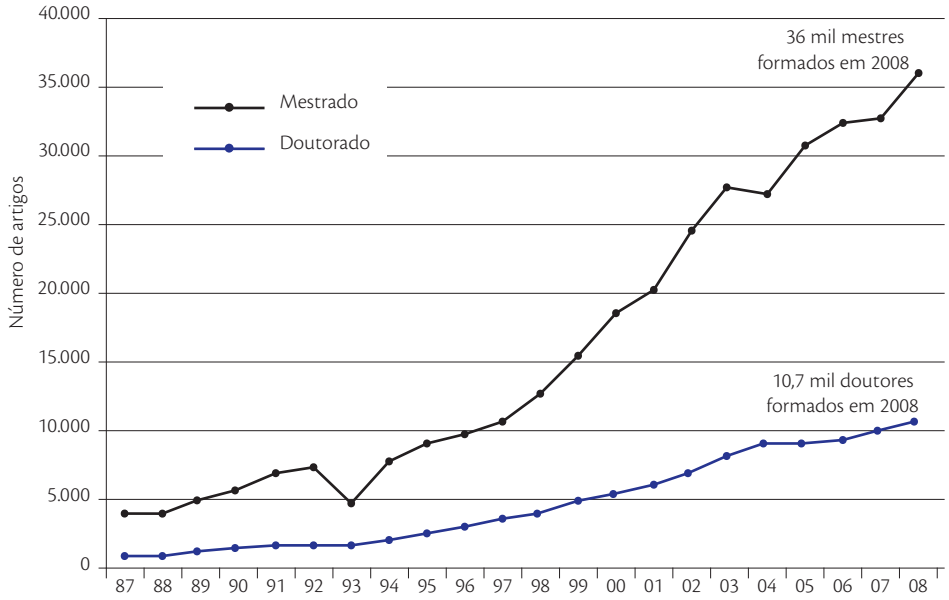


Gráfico 3. *Mestres e doutores titulados anualmente*
Fonte: Capes/MEC

Quanto à ciência aplicada (desenvolvimento de produtos e processos), apesar dos esforços já despendidos e de algum resultado ocasional, não se observa sua institucionalidade no CNPq. Efetivamente, os indicadores não mostram resultados satisfatórios, particularmente quando comparados com outros países emergentes. As evidências são de que os recursos aplicados em ciência geram conhecimento, mas o conhecimento não tem gerado produtos e processos de forma satisfatória.

A capacidade de inovação tecnológica e competitividade industrial passa necessariamente pela força da Engenharia. O Brasil forma anualmente cerca de 30 mil engenheiros, mas países comparáveis ao Brasil, como a Rússia, a Índia e a China, formam, respectivamente, 120, 200 e 300 mil. É necessário e urgente, portanto, investir na formação de engenheiros, pois quanto mais o país

cresce mais aumentam as carências nas engenharias. Já se observou inclusive que um dos fatores limitantes à plena implantação do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) é a deficiência no número de engenheiros.

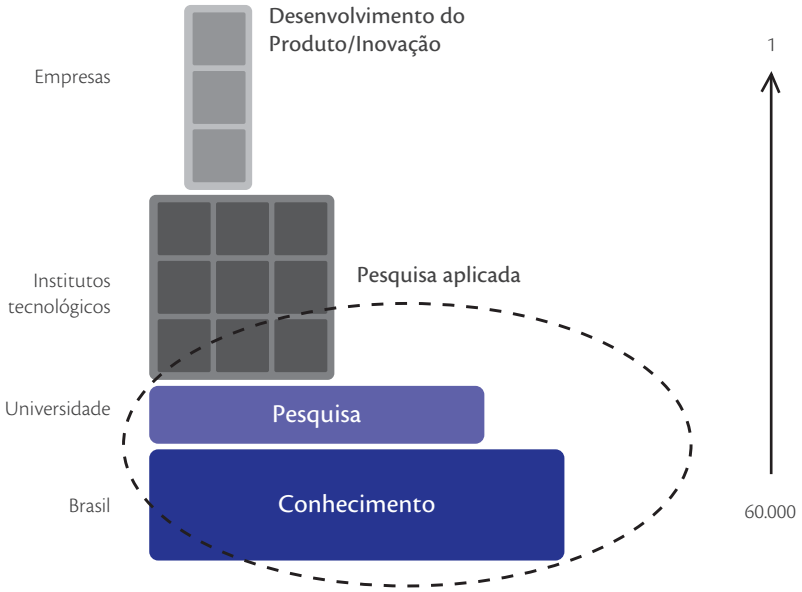


Figura 1. Geração de produto novo
Fonte: MCT

Do ponto de vista da gestão, há dificuldades para identificar prioridades, corrigir distorções e planejar o futuro. Sob esse aspecto, a institucionalidade ainda é frágil. Observam-se falta de maior interação entre o desenvolvimento científico e tecnológico, inconstância e variações no fluxo de recursos federais para C&T com a consequente descontinuidade nos programas das agências. A pressão por novos programas e mais recursos é sempre muito grande, e o CNPq nem sempre dispõe de recursos para programar novas ações. No ano passado, pela lei orçamentária, o CNPq iniciou suas atividades com R$ 830 milhões. Ao longo de 2009, teve um reforço e, com dinheiro de outras fontes, o orçamento executado foi de R$ 1,678 bilhão. Em 2010, com o espaço que existe para buscar mais recursos, espera-se que ocorra um aumento em relação ao ano passado.

Além disso, outro problema a ser enfrentado é que a distribuição geográfica dos pesquisadores brasileiros pelas regiões é desigual, como se pode observar na figura a seguir, que analisa a concentração de doutores. O CNPq tenta, por meio de diversos instrumentos, desconcentrar a população de doutores das regiões Sul e Sudeste para as demais regiões. Os programas Casadinho

e Desenvolvimento Científico Regional (DCR) são tentativas que vêm dando resultados satisfatórios. Outro ponto importante diz respeito aos esforços que vêm sendo feitos na tentativa de atrair as empresas para investirem no setor de CT&I. Enquanto no Brasil mais de 70% dos recursos investidos em pesquisa científica e tecnológica são oriundos do governo, essa proporção se inverte em países como Estados Unidos e Japão. Outro fator de extrema importância é que empresa que investe em pesquisa e inovação contrata pesquisadores. A maioria dos nossos doutores está nas universidades, mas, para que o país produza mais riquezas, é preciso que grande parte desses pesquisadores se desloque para as áreas de pesquisa e desenvolvimento e inovação.

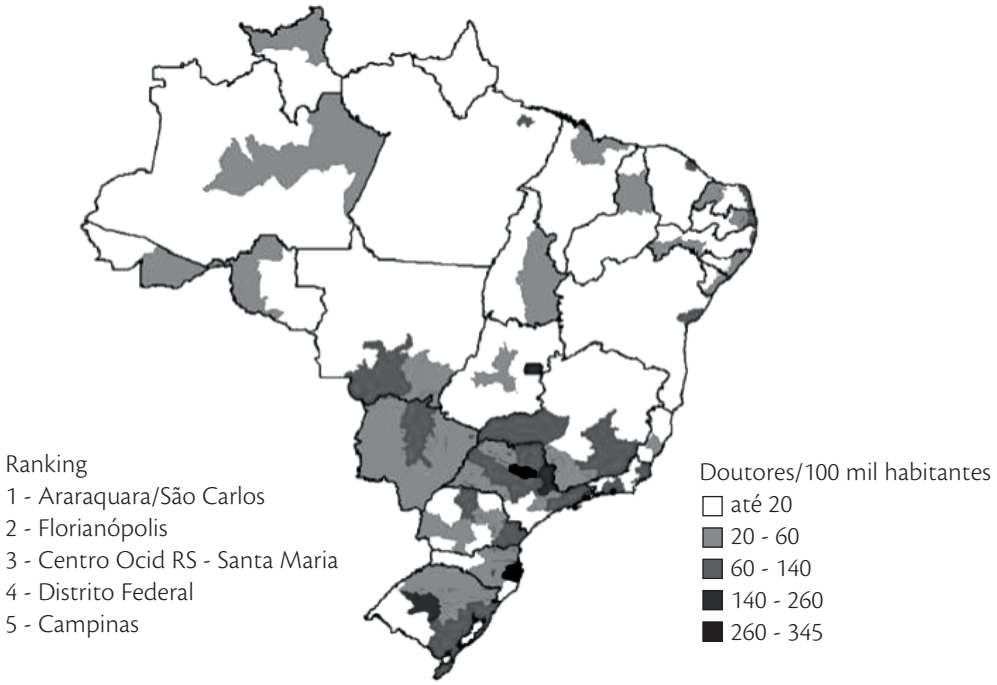


Figura 2. Distribuição Mesorregional Doutores/100 mil habitantes - Agosto 2007

Fonte: Plataforma Lattes/Cnpq (ago/2007) - Censo populacional IBGE 2004
Mapa: Assessoria de Cooperação Nacional/Cnpqq

Quanto ao financiamento de pesquisas científicas e tecnológicas no Brasil, um dos principais financiadores é o Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), que tem um papel fundamental na consolidação da pesquisa do país e cada vez mais vem adquirindo uma importância crucial para o fomento do Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, principalmente a partir de 1999, com a criação dos fundos setoriais. Desde sua criação, em 1969, o FNDCT tem como finalidade dar apoio financeiro aos programas e projetos prioritários

de desenvolvimento de CT&I, e essa assistência é prestada por meio de repasse de fundos a várias entidades incumbidas de sua canalização para iniciativas específicas, inclusive para o CNPq. O fundo é administrado por um conselho diretor, que conta com representantes de diversos ministérios, da comunidade científica e tecnológica, do setor empresarial, da Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e também do CNPq.

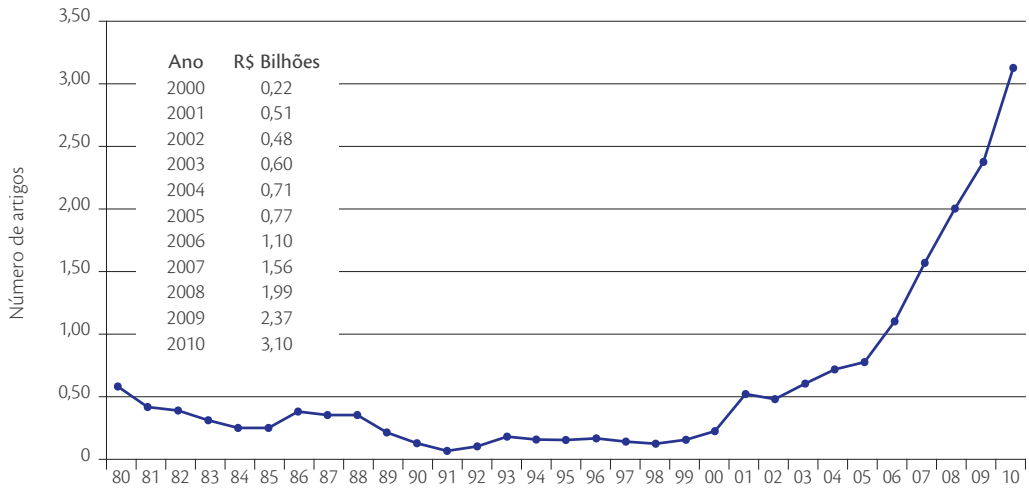


Gráfico 4. Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT)

Fonte: MCT

Os dados orçamentários do MCT mostram que, em 11 anos, os recursos para CT&I, excluídos os gastos com pessoal, cresceram 506%. Em 2009, atingiram R$ 5,6 bilhões e no ano corrente devem chegar a R$ 7,2 bilhões.

Os números mostram que o Brasil ainda está abaixo da média dos países da Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômicos (OCDE) – de 2% do PIB. Mas pode-se ver que está deixando de engatinhar para finalmente entrar na corrida das nações nessa área. O Brasil é uma economia em que a pesquisa competitiva é crescentemente importante. A capacidade de sua força de trabalho de pesquisadores e o investimento em P&D estão expandindo rapidamente, oferecendo muitas novas possibilidades.

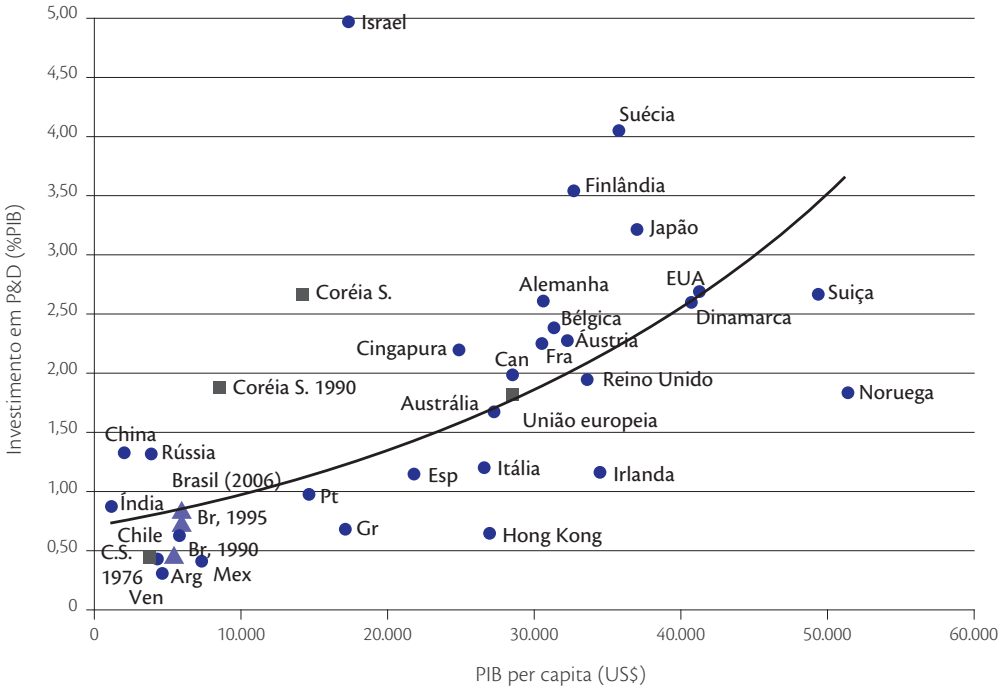


Gráfico 5. Investimento em P&D e riqueza de países selecionados

Fonte: MCT – Plano de Ação 2007-2010

Para consolidar a institucionalidade da ciência básica no país, sugerimos:

- Conciliar a preservação da institucionalidade com a definição de prioridades e metas;
- Preservar e ampliar o apoio à ciência básica e ampliar o apoio ao desenvolvimento tecnológico, estimulando a geração de produtos e processos;
- Respeitar as diretrizes do Plano de CT&I;
- Enfatizar as ciências experimentais e áreas tecnológicas;
- Atentar para o desenvolvimento científico e tecnológico regional equilibrado;
- Reforçar os sistemas de C&T regionais; e
- Manter a regularidade das ações.

E, para terminar, uma citação oportuna para o momento:

"Nosso limitado apoio à pesquisa básica tem um impacto direto no número de pessoas que escolhem carreiras em áreas como Matemática, Ciências e Engenharias – o que ajuda a explicar por que a China forma oito vezes mais engenheiros a cada ano do que os Estados Unidos" (Barack Obama).

O sucesso da agricultura brasileira, o desenvolvimento científico nacional e as ciências básicas

José Geraldo Eugênio de França[1]
Ederlon Oliveira[2]
Maria José Sampaio[3]

1. Introdução

A partir do subtema "Ciências, Setores Econômicos e Inovação", do Seminário Preparatório que trata do tema "Ciência Básica – Produção de Conhecimento: Um desafio para o Brasil", este artigo discute a necessidade de fortalecimento da pesquisa em ciência básica, visando ao fortalecimento da competitividade produtiva a partir de parâmetros de sustentabilidade que atendam as demandas da sociedade brasileira e a percepção mundial sobre o tema.

O Brasil, atualmente, é o terceiro maior exportador mundial de produtos agrícolas. Destaca-se entre o primeiro e o segundo lugar no comércio de suco de laranja, açúcar, álcool, carne bovina, carne de frango, madeira, entre alguns outros produtos da nossa pauta de exportação. No plano interno, os incrementos de produção e produtividade retiraram o Brasil de uma condição de receptor de programas de doação de alimentos, tal qual ocorria na década de 60 do século passado, quando várias regiões do país eram clientes do Programa Aliança para o Progresso, do governo dos Estados Unidos; de uma situação de comprador de alimentos, como ocorria na década de 1970, época em que a ameaça do desabastecimento era frequente e, normalmente, o país dependia da produção externa para suprir suas necessidades; para, mediante aumentos de produtividade, tornar-se uma das nações mais importantes no plano agrícola mundial na produção de alimentos, biocombustíveis e matérias-primas.

1 Diretor executivo da Embrapa.

2 Assessor da diretoria executiva da Embrapa.

3 Pesquisadora da Embrapa.

Apesar desse inquestionável e fantástico avanço, existem grandes desafios à frente, uma vez que o país elegeu sua agricultura como um dos principais componentes de sua economia e a fórmula pela qual o país será inserido entre as potências mundiais, via suprimento de alimentos e de energias renováveis, em particular, por meio de combustíveis provenientes da biomassa.

Atualmente, o país produz 147 milhões de toneladas de grãos e aproximadamente 22 milhões de toneladas de carne, 29 bilhões de litros de etanol e 32 milhões de toneladas de açúcar. Estima-se que em três décadas o Brasil poderá chegar a produzir 400 milhões de toneladas de grãos, duplicar a produção de carnes, triplicar a produção de etanol e duplicar a produção de açúcar. Este incremento não deverá ocorrer pela expansão da fronteira agrícola, muito embora seja necessário esclarecer que algum aumento de área cultivada deverá ocorrer, mas, principalmente, pela elevação da produtividade dos fatores críticos de produção, citando-se como essenciais a terra e a água.

Alguns estudos têm demonstrado que o Brasil é o único país com terras disponíveis para expansão e readequação do uso, via uso de tecnologias disponíveis para os ambientes tropicais. Estima-se que aproximadamente 70 milhões de hectares são utilizados em produção animal de forma pouco eficiente na região dos Cerrados, o que faz que a demanda por tecnologias sustentáveis possa consolidar esta fração do território nacional como uma das principais regiões produtoras agrícolas em todo o mundo.

Dados recentes do IBGE, analisados por Alves (2010), também mostram que, de um total de 5,2 milhões de estabelecimentos rurais, 424 mil, ou 8,2%, respondem por 85% da produção declarada. Um segundo grupo de 975 mil estabelecimentos, que correspondem a 18,9% do total, geraram 11,1% da produção, enquanto que um terceiro segmento, com 3,8 milhões de estabelecimentos, correspondente a 73,0% do total de imóveis, resultam na produção de 4,0% do valor total declarado.

A partir desses dados, há de se convir que o primeiro grupo, que representa a agricultura comercial, independentemente do tamanho do imóvel, é extremamente reduzido para um país com as dimensões do Brasil. Por outro lado, do ponto de vista de desenvolvimento tecnológico, provavelmente seja o segmento que, de forma mais eficiente, tem usado as tecnologias geradas pela pesquisa agropecuária brasileira e auferido os ganhos de produtividade.

Considerando que, mesmo com uma situação tão díspar, o preço de alimentos no Brasil é relativamente baixo e os ganhos de eficiência são relacionados diretamente com o bem-estar das populações urbanas, visto que, a cada ano, o valor da renda empregada pelos consumidores na aquisição de alimentos é menor, a mais eficiente fórmula de elevar a renda do produtor, em particular, e dos demais elos da cadeia produtiva, em geral, é por meio do investimento em pesquisa e desenvolvimento, tendo-se como prioridade os princípios que levem à inovação tecnológica e ao desenvolvimento sustentável.

2. Desafios e oportunidades

Considerando-se a situação atual e as mudanças climáticas drásticas que possam vir a alterar, de forma expressiva, a geografia de produção de alimentos no hemisfério Norte, com a possibilidade de que extensas áreas do Canadá, da Groenlândia, da Rússia e de outros países possam vir a ser cultiváveis, o Brasil ainda é um dos poucos países que pode prever um aumento de produção de alimentos e matérias-primas agrícolas nos próximos anos.

Entre as grandes potências produtoras, os Estados Unidos ainda têm espaço para crescer sua produção entre 10% e 15%, uma vez que, além de áreas disponíveis, contam com um aparato de ciência e tecnologia e infraestrutura e logística considerado o melhor e mais eficiente entre todos os países.

A China e a Índia, praticamente, atingiram sua capacidade de uso de terra. A principal tendência nesses países é de redução da área cultivada, uma vez que, a cada ano, nos dois países, uma quantidade não desprezível de terras agrícolas é convertida em áreas industriais ou usada para expansão dos centros urbanos, em função da pressão demográfica.

A Argentina, que poderia continuar sendo um forte supridor de alimentos, especialmente, grãos e carnes, enfrenta problemas para estabelecer mecanismos de convivência entre o governo e o seu setor produtivo, de modo a desfrutar da confiança do mercado. Caso não encontre mecanismos consensuais de negociação entre os dois setores, o país passará a ser um supridor eventual do mercado mundial, mas sem a segurança que o comércio internacional de alimentos e combustíveis exige.

Os demais países da América Latina podem se constituir em produtores/exportadores, uma vez que em sua maioria dispõem de áreas agricultáveis, tecnologias transponíveis, a partir do Brasil, e infraestrutura de escoamento fácil ou passível de ser construída em um curto espaço de tempo. Neste grupo, destacam-se o Uruguai, o Paraguai, a Bolívia, o Equador, o Peru e a Colômbia.

No que se refere aos países do Caribe, dificilmente constituir-se-ão em produtores/exportadores, mas tenderão a especializar suas agriculturas em produtos nobres do ponto de vista comercial, seja para atender ao elevado fluxo turístico, seja para participar do mercado americano de frutas, hortaliças e flores.

Além da América Latina, a última fronteira agrícola a ser explorada encontra-se nas áreas tropicais da África, que deverá se constituir em um ator importante na agricultura mundial nas próximas décadas, destacando-se como principal supridora de matérias-primas agrícolas para a China, em particular.

Os países africanos da área tropical, localizados entre o Saara e a área desértica do Sul, contam com uma vantagem estratégica de poder, de modo razoavelmente fácil, utilizar-se de tecnologias desenvolvidas pelo Brasil nas últimas três décadas. Há de se chamar a atenção para a importância que o governo brasileiro tem dado à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) como instrumento de sua política externa para a América Latina e para a África, uma vez que, como instituição líder no desenvolvimento tecnológico, poderá ser empregada em um amplo programa de transferência e adaptação de tecnologias a serem empregadas nos cerrados dos países da América do Sul e nas savanas africanas.

Neste quesito, em particular, vale a pena chamar a atenção para o esforço que a Embrapa tem feito, desde 1998, em estabelecer pesquisadores experientes, via programa de implantação de laboratórios virtuais no exterior (Labex), nos Estados Unidos, em cooperação com o USDA/ARS, em Beltsville e na Europa, com sede em Montpelier, na França, mediante acordo com a Agropolis. Adicionalmente, a Embrapa conta ainda com pesquisadores seniores no Reino Unido e na Bélgica, sob a coordenação do Labex Europa; na Ásia, com a recente instalação do Labex Coreia, em Swon, associado à RDA, equivalente coreana à Embrapa, com expansões ou ações colaborativas previstas para outros países do continente a exemplo da China, da Índia e do Japão. Ressalte-se que a colaboração com o Japão é algo que remonta dos anos 70 do século passado e que os mecanismos de colaboração técnica e de apoio ao crédito e à infraestrutura, disponibilizados pela Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA), foram fundamentais na revolução agrícola propiciada por tecnologias geradas pela pesquisa agrícola, para utilização no Cerrado brasileiro.

O Programa Labex tem como fundamentos o aprendizado, a pesquisa colaborativa e a prospecção de conhecimentos. Além dessa iniciativa, a Embrapa instalou uma série de escritórios em Acra (Gana), em Caracas (Venezuela) e na Cidade do Panamá, (Panamá), com o objetivo específico de estabelecer programas de transferência de tecnologia para os países com situações físicas semelhantes e que possam interagir com as instituições de ensino, de pesquisa e com as empresas privadas nacionais.

Para os diferentes ecossistemas brasileiros, o desafio ambiental pode se constituir em um fator limitante à perspectiva de o país tornar-se o maior produtor de alimentos, matérias-primas e biocombustíveis. Primeiro, há um fator externo de baixa capacidade de controle, que é a mudança do clima devido, fundamentalmente, a causas provenientes da atividade humana. Em segundo lugar, destaca-se a necessidade de aprimorarmos o uso sustentável dos nossos recursos naturais: terra, biodiversidade e água.

Será fundamental para o país deixar claro que cabe a ele a defesa de sua biodiversidade, especialmente, as florestas e remanescentes florestais em biomas profundamente alterados, como é o caso da Mata Atlântica. O cumprimento das legislações que protegem as áreas de reserva legal, preser-

vação permanente é fundamental para o desenvolvimento de uma agricultura produtiva, socialmente correta, ambientalmente sustentável e economicamente lucrativa. Discussões que passam por justificativas de que o não cumprimento das legislações se dá pelo não conhecimento destas ou pelo seu rigor não passam de falácias que precisam ser convenientemente discutidas.

Em alguns momentos, chega-se ao exagero de sugerir que as legislações de controle e acompanhamento do uso da terra e dos recursos naturais sejam deliberadas a partir de legislações estaduais ou municipais. Algo completamente impensável, haja vista o amálgama de visões, interesses e limitações graves de gestão por parte de instituições que teriam como obrigação cuidar da proteção e do ordenamento legal do uso dos recursos naturais. Esta é uma atribuição da União e somente a ela cabe delegar alguma forma de atividade para outra instância de governo.

3. Recomendações

Em termos de ações de ensino e pesquisa no que se refere às ciências básicas, estabelecer-se-ão, para fins didáticos, dois grupos: as ciências exatas e as ciências biológicas, tentando-se elencar aquelas que, obrigatoriamente, deverão ser objeto de programas específicos e estratégicos ao desenvolvimento agrícola nacional.

Ciências exatas

- Matemática;
- Física;
- Química e físico-química;
- Engenharias de modo geral, destacando-se as grades curriculares dos cursos: agronomia, engenharia agrícola, engenharia florestal, engenharia de pesca, engenharia cartográfica, engenharia mecânica, engenharia elétrica, engenharia de produção, engenharia química e química industrial, engenharia de alimentos e tecnologia de alimentos;
- Geologia;
- Ciência da computação e informática;
- Tecnologia da informação e comunicação;
- Meteorologia e climatologia.

Este grupo de ciências ou agrupamentos, como é o caso das engenharias, constituem-se elemento fundamental ao componente físico da produção, sem o qual os ganhos auferidos pela pesquisa

biológica não serão possíveis. De modo geral, a elevação de produtividade na agricultura mundial nas últimas décadas se deu, de forma aproximadamente equivalente, entre o uso de tecnologias provenientes das ciências exatas e afins e das ciências biológicas. É neste sentido que, no âmbito da conferência, destaca-se a necessidade de apoio e acompanhamento de profissões que não merecem uma atenção destacada como determinantes para o sucesso da agricultura brasileira.

Ciências biológicas

- Biologia – clássica e molecular e biologia sintética;
- Melhoramento Genético;
- Microbiologia;
- Virologia;
- Bioquímica;
- Genética;
- Fisiologia;
- Sistemática;
- Bioinformática;
- Biotecnologia;
- Genômica e ciências afins;
- Cursos e programas de pós-graduação nas ciências agrárias, destacando-se agronomia, medicina veterinária, zootecnia, nutrição, tecnologia de alimentos.

No que se refere à agricultura, uma condição indispensável é que os programas e projetos de ensino, pesquisa e inovação visem ao desenvolvimento de conhecimento e produtos que modifiquem de forma positiva o ambiente produtivo. Isto é, destaca-se aqui a aplicação dos conhecimentos biológicos, a exemplo do que o melhoramento genético tem contribuído para a elevação da produtividade e adaptação de cultivares a ambientes limitantes ou hostis em todos os ambientes produtivos do planeta.

Conectando ciência, tecnologia e inovação

Jailson Bittencourt de Andrade[1]
Wilson Araújo Lopes[2]

1. Considerações iniciais

A ciência básica ou fundamental envolve a geração do conhecimento e fornece as sementes que poderão ser transformadas em tecnologia e inovação. Se no século 20 não havia um bom entendimento de como conectar ciência básica e tecnologia, neste século ainda é muito jovem a percepção de que a inovação pode ocorrer a partir da descoberta científica.

A visão (e abordagem) disciplinar da ciência básica que prevaleceu até a segunda metade do século 20 foi revista com o desaparecimento, no final do século passado, das fronteiras disciplinares no âmbito das ciências naturais e o surgimento de domínios híbridos, mutáveis, convergentes e de elevada complexidade. Esta transformação foi potencializada no início deste século com o reconhecimento da convergência tecnológica que pretende a unificação da ciência e da tecnologia baseada na combinação da nanotecnologia, biotecnologia, tecnologia da informação e ciência cognitiva. Nesse sentido, tanto a convergência científica quanto a tecnológica destacam que o principal foco é o tema em estudo e não a disciplina.

Nesse novo cenário, a inovação emerge como o principal combustível para a longevidade das corporações, destacando os fatores críticos para seu sucesso, quais sejam: i) pessoal (que define o ambiente inovativo); ii) processos (que requerem boas práticas e padronização); e iii) parcerias (que proveem o conhecimento, o entendimento e as habilidades, em tempo real, para a rápida inovação).

1 Instituto de Química da Universidade Federal da Bahia (UFBA).

2 Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT) de Energia e Ambiente.

Na convergência científica, o desafio é a conexão entre educação e conhecimento, enquanto no cenário da convergência tecnológica o desafio é a conexão entre inovação e sustentabilidade (que é um caminhar que permite à humanidade, no presente, encontrar o bem-estar humano e ambiental e satisfazer suas necessidades econômicas e sociais, sem comprometer o progresso e o sucesso das futuras gerações). Em resumo, o grande desafio atual é conectar educação e sustentabilidade e isso se torna possível por meio da conexão entre ciência, tecnologia e inovação.

2. O foco deste artigo

Seria uma pretensão sem limites abordar o tema indicado no título deste artigo de forma abrangente às ciências em geral. Nesse sentido, o enfoque a seguir será delimitado à área de química e sobre as suas conexões com energia e ambiente.

A química, de forma ampla, pode ser definida como o ramo da ciência dedicado á observação, transformação e construção, pois o trabalho do químico geralmente inclui a observação e/ou determinação de estrutura ou composição de espécies químicas presentes nos seres vivos, no ambiente ou nos materiais, bem como a transformação e a construção de novas moléculas. Nesse sentido, podemos considerar que, em linhas bem gerais, os principais objetivos da química são: i) Entender a estrutura e a propriedades das substâncias que existem na natureza; ii) Criar/construir moléculas que não existem na natureza; e iii) Transformar substâncias naturais e criadas. Para atingir estes objetivos, a química envolve entender: i) como a estrutura das substâncias está relacionada com as suas propriedades; ii) como as reações químicas ocorrem; iii) se ocorrem reações, quando e para onde os átomos se "movem"; iv) como a energia é utilizada para promover transformações; e v) como substâncias catalisam reações. A química está se transformando rapidamente numa ciência integradora, com foco em sistemas moleculares organizados. Em resumo, pela sua amplitude de objetivos e campos de ação, a química pode ser considerada como a ciência central, pois faz parte de vários outros ramos da ciência e também da vida diária.

Energia e ambiente são os dois maiores desafios atuais da humanidade. Além da sua importância intrínseca, estes desafios estão diretamente relacionados com a produção de alimentos, o uso sustentável dos corpos d'água e a riqueza/pobreza das nações.

O crescimento atual da demanda energética é significativo e não poderá ser suprido apenas pelas atuais fontes, em especial os combustíveis fósseis (óleo, carvão e gás natural), que representam mais de 70% da matriz energética mundial. A queima de petróleo, carvão e gás natural têm resultado em reflexos danosos no clima global do planeta. Assim, muitos dos problemas ambientais dependem diretamente da forma como a energia é produzida e/ou usada. Os grandes centros urbanos são os mais afetados, tanto que, atualmente, estima-se que mais de 1,3 bilhão de

pessoas viva em locais em que a qualidade do ar é inadequada. A associação entre a saúde e a qualidade do ar (*e.g.* asma, problemas cardíacos, neonatais, etc.) já está bem reconhecida.

As necessidades de demanda de energia são continuamente crescentes, e a sustentabilidade ambiental requer, cada vez mais, fontes limpas e de baixo custo econômico e ambiental. No cenário energético atual, um novo conceito emergiu: a segurança energética, que significa muito mais do que proteger refinarias e oleodutos contra ataques terroristas. Segurança energética pode ser compreendido como a capacidade de manter a máquina global funcionando, isto é, produzindo combustíveis e eletricidade suficientes, a preços acessíveis, para que todos os países possam, pelo menos, manter sua economia operando e o seu povo alimentado. No caso das economias emergentes, como Brasil, Índia e China, a demanda de energia está aumentando tão rapidamente que pode dobrar até 2020, o que coloca a questão energética e ambiental como uma questão global. Nesse contexto, um dos principais desafios é produzir, estocar e transportar combustíveis derivados de biomassa (*e.g.* etanol e biodiesel), hidrogênio e metanol, de forma sustentável, bem como incrementar os processos que permitam captar, estocar e/ou transportar energia solar de forma competitiva.

Diretamente associados à questão energética e ambiental estão a produção de alimentos, a segurança alimentar e o acesso à água em quantidade e qualidade para consumo humano e animal. Existem locais sem acesso a água e estima-se que um bilhão de pessoas não têm acesso a água com qualidade adequada para o consumo. O trinômio água-alimentos-energia precisa ser abordado de forma sustentável, pois, por exemplo, a produção de 1 kg de soja, base seca, consome cerca de 600 a 1.000 kg de água. Racionalizar o uso da terra, da água e produzir bicombustíveis, sem competir com a produção de alimentos (biocombustíveis de segunda e terceira geração), é um dos maiores desafios deste século.

Por se tratar de uma temática de grande complexidade, uma abordagem de sucesso envolverá um planejamento em três níveis: i) pontual, com foco de ação em temas específicos, de impacto local; ii) linear, com organização por meio de eixos de ação/pesquisa, agregando atividades de pesquisa, ensino e extensão oriundas de diferentes ações, objetivando a conexão de subáreas e o impacto regional; e iii) areolar, que agrega as ações dos eixos de ação/pesquisa, visando atingir os objetivos convergentes com impacto continental e/ou global.

3. O setor químico industrial

A discussão da conexão entre ciência, tecnologia e inovação não pode ser feita com sucesso sem considerar o setor químico industrial. Os Estados Unidos da América são a principal fonte de produtos químicos no mundo, com um faturamento anual de 689 bilhões de dólares america-

nos. Existem mais de 80 mil produtos químicos registrados nos Estados Unidos e mais de 2.000 são registrados anualmente. O empreendimento químico é o maior negócio no país e é responsável por cerca de 25% do produto interno bruto (PIB). O setor químico é o responsável pela maior parte das exportações, atingindo US$ 174 bilhões de dólares americanos.

O Brasil tem a segunda indústria química do continente americano, atrás apenas dos Estados Unidos da América, e está entre os dez mais importantes no *ranking* mundial. Em 2008, o faturamento líquido da indústria química brasileira, considerando todos os segmentos que a compõem, alcançou US$ 122 bilhões (metade deste valor é devido aos produtos químicos de uso industrial), 17,9% acima do valor de 2007, representando cerca de 3% do PIB. As exportações da indústria química brasileira também tiveram crescimento expressivo em 2008, +11,3%, atingindo a cifra de US$ 11,89 bilhões. Todavia, as importações também cresceram de forma bastante acentuada, +46,6%, alcançando US$ 35,09 bilhões. Com isso, o país apresentou um déficit de US$ 23,20 bilhões, em 2008, nesse segmento.

O grande desafio do setor químico industrial é a sustentabilidade que envolve produtos, processos, energia, competitividade econômica e, especialmente, a não agressão do ambiente e da vida. Isso inclui o estabelecimento e/ou a potencialização de conexões estratégicas entre pesquisa básica, desenvolvimento tecnológico, inovação e articulação social.

Neste século, o grande consumo de matéria-prima deve ser substituído, em vários setores, pela reciclagem. O Brasil já é um exemplo na produção de alumínio. O consumo intensivo de energia para a produção deste elemento químico a partir da bauxita, acoplado a limitação energética nacional, resultou num sistema de reciclagem de latas de refrigerante e cerveja altamente eficiente. Pelo menos outras duas mudanças significativas são necessárias: a migração do uso intensivo de combustíveis fósseis para o uso de energia renovável e a transição do controle de efluentes para a economia de átomos. Essas transições representarão importante passo para a economia de matéria-prima, recursos financeiros e para proteção ao ambiente e à vida (Figura 1).

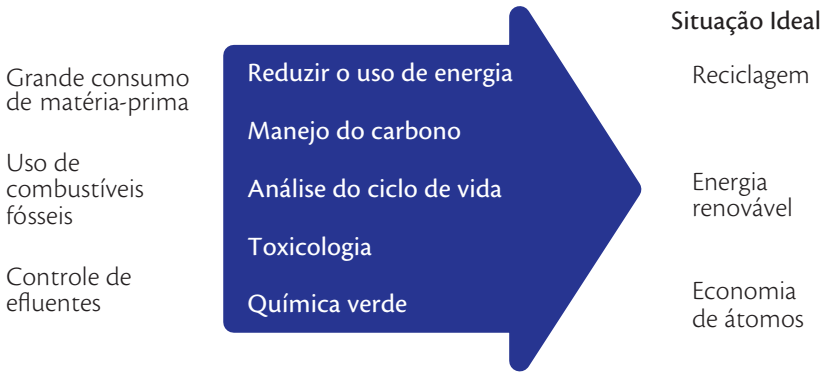


Figura 1. Grandes desafios da sustentabilidade do setor industrial químico (adaptado da referência 16).

4. A situação brasileira: potencialidades e entraves

No Brasil, como nos Estados Unidos da América, por exemplo, o setor químico é um dos maiores investidores não governamentais em pesquisa e desenvolvimento. A química lidera a inovação em novos produtos, novos materiais e novas metodologias analíticas, sinalizando novas esperanças para o futuro.

Em editorial publicado recentemente no *Journal of the Brazilian Chemical Society*, foi ressaltado que o sistema de pós-graduação brasileiro é um dos pontos altos do ensino superior no país. Não há nada parecido em outros países latino-americanos, e mesmo entre os chamados Bric (Brasil, Rússia, Índia e China), a pós-graduação brasileira sobressai por sua pujança e qualidade. Não é por outra razão que no Brasil são titulados anualmente mais de dez mil doutores e que o país ocupa a 13ª posição no *ranking* das nações com maior produção científica indexada.

Entre as áreas das ciências exatas, a pós-graduação de Química é a que mais cresceu nos últimos 15 anos. Este crescimento pode ser creditado, em grande parte, ao Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT), criado em 1984 e que durou até a segunda metade da década de 1990, e às ações promovidas pela Sociedade Brasileira de Química (SBQ). O PADCT, por exemplo, inovou ao definir áreas prioritárias e estratégicas para o desenvolvimento do Brasil e pelo leque de editais que atenderam desde o apoio a cursos de graduação ao apoio a bibliotecas e a grupos emergentes. Do lado governamental, graças á Lei de Inovação (Lei nº 10.973, de dezembro de 2004, Decreto nº 5.563, de 11 de outubro de 2005), as universidades podem compartilhar seus laboratórios, equipamentos e instalações existentes em seus *campi* com empresas nacionais e organizações de direito privado sem fins lucrativos voltadas para atividades de pesquisa, desde que obedecidos todos os trâmites universitários. A Lei de Inovação assegura ao servidor participação nos ganhos econômicos resultantes de contratos de transferência de tecnologia e de licenciamento e lhe assegura, inclusive, desde que este não esteja em estágio probatório, licença sem remuneração para constituir, individual ou associadamente, empresa para desenvolver atividade relativa à inovação. De fato, tudo isso já vinha sendo praticado em universidades e institutos de pesquisa do país, mas era sempre sujeito a questionamentos, principalmente ideológicos. A nova legislação deve permitir a multiplicação de situações desejáveis e que se tornaram casos de sucesso nas últimas três décadas.

Atualmente, muitas instituições de ensino superior (IES) têm seus núcleos de inovação tecnológica com a finalidade de gerir sua política de inovação, e prefeituras repassam recursos para incubadoras de empresas em polos de alta tecnologia para o desenvolvimento de suas cidades. A Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) lança regularmente editais de incentivo à inovação e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) criou a bolsa de Produtividade em Desenvolvimento Tecnológico e Extensão Inovadora (DT). Estas são, sem dúvida,

ações importantes e mostram que o Brasil vem fazendo um grande esforço para fortalecer seu segmento industrial. A posição brasileira em inovação tecnológica é destacada em várias áreas, como os combustíveis de fonte renovável, petróleo, petroquímica, alimentos, metal-mecânica e equipamentos de transportes. Entretanto, ainda há baixos índices globais de inovação e competitividade tecnológica em várias áreas importantes: semicondutores, materiais magnéticos, iluminação e *lasers*. É possível melhorar esses índices de forma pronunciada e rápida, como o tem demonstrado a área de fármacos, ao longo desta década.

A Sociedade Brasileira de Química tem realizado várias ações, visando ao fortalecimento das conexões entre ciência e educação e ciência, tecnologia e inovação. Com relação à ciência e educação, foi criada a Química Nova Interativa (QNInt). No editorial de lançamento, foi destacado que neste século já ocorre a convergência científica e tecnológica em que o foco é o tema em estudo e não a disciplina. Isso não significa o fim da disciplina; significa, sim, que as disciplinas precisam ser repensadas e reapresentadas com foco em temas atuais e amplos o suficiente para permitir conexões intra e interdisciplinares. A sustentabilidade deve representar a busca permanente pelo bem-estar humano, a satisfação das suas necessidades econômicas e sociais, sem o comprometimento do progresso, do ambiente e do sucesso das futuras gerações. Nesse novo cenário, a segurança ambiental, a segurança energética e a segurança alimentar são temas atuais e amplos o suficiente para permitir a conexão entre ciência e educação, com abordagem intra, inter e multidisciplinares. Nesse sentido, QNInt é o Portal do Conhecimento da SBQ, cujo objetivo é prover instrumentação confiável para a formação em Química, a ser utilizada por estudantes e professores em todos os níveis de formação, primando pela interatividade e pela atualização das informações. É a conexão entre ciência e educação em química acessivelmente disponibilizada.

Com relação à ciência, tecnologia e inovação, a ação mais recente foi a organização de um número especial do periódico *Química Nova*, editado pelos professores Fernando Galembeck e Vera Pardini, cujo tema é "Recursos Naturais: Oportunidades na Academia e na Indústria". No editorial, são destacados alimentos, energia e matérias-primas: inovação no aproveitamento de recursos naturais. Este número de *Química Nova* contribui para a formulação de planos e políticas de desenvolvimento da química brasileira, publicando artigos sobre o aproveitamento de recursos naturais, transmitindo informações relevantes e discutindo perspectivas de inovação.

Considerando o trinômio energia, ambiente e economia, o panorama mundial está mudando rapidamente. De acordo com Vichi e Mansor, o Brasil se destaca dos demais países por um motivo bem simples: a matriz brasileira já é cerca de 46% renovável, comparada à média mundial de 12%, tendo, portanto, uma oportunidade ímpar de se firmar como um dos líderes mundiais no setor de energia. Impulsionado por seu gigantesco potencial hídrico e contando com um forte programa de combustíveis alternativos capitaneado pelo etanol, o país sai na frente dos demais.

É difícil que o setor público consiga arcar sozinho com estas despesas, e uma interação com o setor privado se torna cada vez mais necessária e fundamental. Até a crise no sistema financeiro, o setor energético contava com forte capacidade de investimento em pesquisa e desenvolvimento, e o setor acadêmico, com boa parte dos cérebros. O casamento não só seria natural, como desejável. Entretanto, algumas questões precisam ser consideradas: como está o setor energético no Brasil? Quais são as fontes renováveis propostas? Quais os efeitos da crise do sistema financeiro sobre o setor energético? Qual é o papel dos químicos neste panorama? As respostas envolvem inúmeras oportunidades e desafios e certamente os químicos ocuparão lugar de destaque na transição obrigatória de um modelo não renovável para um modelo sustentável de produção, seja de energia, seja de insumos, seja de produtos acabados.

Atualmente, a indústria de biocombustíveis é baseada essencialmente na produção de etanol por meio da fermentação de açúcares ou amidos e na produção de biodiesel derivado de óleos vegetais. O uso de materiais de biomassa de lignocelulose (de madeira ou fibroso) – em contraste aos açúcares e amidos – tem, entretanto, maior potencial para maximização da eficiência de conversão de luz solar, água e nutrientes em biocombustíveis.

A intensificação na produção de biomassa é uma exigência dos esforços de mitigação dos efeitos da mudança do clima, uma vez que não existe alternativa viável no curto prazo para a fixação de grandes quantidades de gás carbônico. Por outro lado, essa produção gera alimentos, combustíveis sólidos e líquidos e matérias-primas para a indústria química e de materiais, podendo ser acompanhada da exploração de matérias-primas minerais que, embora não renováveis, sejam abundantes e de baixo consumo energético. O aproveitamento desses tipos de matérias-primas pela indústria deverá beneficiar-se de desenvolvimentos importantes nas nanotecnologias, biotecnologias, tecnologias da informação e de microrreatores, gerando produtos novos que preencham funções desejáveis e necessárias, fabricados por processos brandos e que impulsionem o desenvolvimento econômico e social, em padrões duráveis e, sempre que possível, sustentáveis. O aproveitamento sustentável de biomassa e de recursos naturais é um dos pontos de destaque na inovação química.

Recentemente, o biodiesel surgiu como uma alternativa viável em termos de combustível renovável. A principal rota de obtenção do biodiesel é a partir da transesterificação de óleos vegetais com álcoois (metanol e etanol), usando catálise básica. Do ponto de vista químico, o óleo vegetal usado na produção de biodiesel é um triglicerídeo, ou seja, um triéster derivado da glicerina. Sob ação de um catalisador básico e na presença de metanol ou etanol, o óleo sofre uma transesterificação, formando três moléculas de ésteres metílicos ou etílicos dos ácidos graxos, que constituem o biodiesel em sua essência, e liberando uma molécula de glicerol ou glicerina.

O grande volume de glicerina oriunda da produção de biodiesel, tanto no Brasil quanto no mundo, será uma fonte abundante e barata de uma matéria-prima renovável nos próximos

anos, estimula a "gliceroquímica: novos produtos e processos a partir da glicerina de produção de biodiesel". A gliceroquímica oferece aos químicos e engenheiros químicos inúmeras oportunidades, quer no desenvolvimento de novos produtos, processos e aplicações, quer na síntese de novos catalisadores, mais ativos e seletivos. Cabe ao setor químico utilizar criatividade e conhecimento para desenvolver aplicações economicamente viáveis e que possam beneficiar toda a sociedade.

O diagnóstico da situação brasileira com relação ao setor químico e ciência, tecnologia e inovação, com foco especial em energia e ambiente é auspicioso e pode ser resumido na frase seguinte, elaborada pelo professor Fernando Galembeck, da Unicamp:

> A situação brasileira na área da química tem muitos aspectos positivos e também alguns aspectos que exigem planejamento e ação. Os principais aspectos positivos são: 1) uma derivada positiva nos indicadores quantitativos e quantitativos de recursos humanos, infraestrutura, produção científica, produção tecnológica e produção industrial, que se sustenta há mais de vinte anos; 2) uma saudável interação entre academia e empresas; 3) uma presença significativa nos melhores periódicos e congressos internacionais; 4) um bom nível de intercâmbio e colaboração nacional e internacional; 5) uma grande força de trabalho dedicada ao aproveitamento inovador dos recursos naturais brasileiros; 6) um equilíbrio razoável entre teóricos e experimentais.

No momento atual, existe um volume expressivo de recursos para o financiamento da pesquisa, desenvolvimento e inovação, oriundos dos setores governamental e empresarial, que tem como base de criação e execução os professores universitários e os seus estudantes. Um marco importante foi a criação e ampliação dos fundos setoriais e, mais recentemente, do Programa de Institutos Nacionais (que será abordado em outra seção), que contribuíram e contribuem para a alavancagem dos indicadores de produtividade em C&T do país. Entretanto, persistem alguns entraves ao bom desenvolvimento das atividades científicas, de invenção e de inovação no âmbito das instituições de ensino superior públicas, especialmente as Instituições Federais de Ensino Superior (IFES). O sistema departamental que persiste como forma de organização na maioria das IFES é uma barreira para a atuação interdisciplinar bem como para o exercício da plena liberdade acadêmica.

Modificar a visão disciplinar convencional na formação científica e profissional e nas atividades de ciência, tecnologia e inovação envolve uma reformulação conceitual e institucional, pois a configuração departamental atual reflete a divisão disciplinar. Logo, é preciso avançar para um sistema acadêmico com foco além dos departamentos, que inclua estruturas de excelência do tipo institutos, núcleos, centros, onde o ambiente multi e interdisciplinar seja acolhido. Estas estruturas de excelência deverão ter: i) autonomia institucional; ii) sustentabilidade financeira; iii)

inteligência e liderança; iv) parcerias com os setores público e privado; v) parcerias nacionais e internacionais; vi) agenda de pesquisa interdisciplinar; vii) pesquisa básica e aplicada.

A reconfiguração conceitual e organizacional, acopladas a uma governança proativa, moderna e meritória, são de fundamental importância para a conexão entre ciência, tecnologia e inovação.

5. Casos de sucesso

O principal caso de sucesso é o acesso à informação. Há cerca de 20 anos, um dos maiores entraves do sistema educacional e de ciência e tecnologia do país era o acesso à informação. Poucas bibliotecas tinham um acervo atualizado de livros e periódicos. As assinaturas individuais eram caras e, muitas vezes, o preço do correio aéreo (mais rápido que o naval) era mais caro do que a assinatura.

A área de química foi pioneira na abordagem sistêmica da questão da informação. Já na sua criação, em 1977, a Sociedade Brasileira de Química decidiu editar um periódico, *Química Nova*, que existe há três décadas, ininterruptamente, e com crescentes qualidade e sucesso. Na segunda metade da década de 1980, o grupo técnico (GT) de Química do Plano de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT), por meio de sucessivos editais, dotou a área de química de um acervo bibliográfico considerável. Naquela época, a biblioteca do Instituto de Química da USP foi escolhida para ser a biblioteca nacional de referência da área de química e foi criado o conceito de biblioteca regional, com apoio diferenciado, sendo inclusive alocados recursos para a aquisição de máquinas copiadoras, telefone e fax para facilitar a comutação de artigos. Também foram atualizados os acervos e havia recursos disponíveis para a edição de livros e, em especial, a criação de um novo periódico. Assim nasceu o *Journal of the Brazilian Chemical Society*.

O grande avanço no acesso à informação, em escala nacional e abrangente com relação às áreas do conhecimento, foi a criação, pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior (Capes), do Portal de Periódicos da Capes, onde professores, pesquisadores, alunos e funcionários de 268 instituições de ensino superior e de pesquisa em todo o país têm acesso imediato à produção científica mundial atualizada. O portal oferece acesso aos textos completos de artigos selecionados de mais de 15.000 periódicos internacionais, nacionais e estrangeiros e 126 bases de dados com resumos de documentos em todas as áreas do conhecimento. Inclui também uma seleção de importantes fontes de informação acadêmica com acesso gratuito na Internet.

Em adição aos esforços da SBQ e da Capes, vale destacar a criação do Portal Scielo que, após a avaliação de qualidade, indexa as melhores revistas brasileiras e disponibiliza gratuitamente os ar-

tigos com textos completos em acesso livre. No caso dos periódicos da área de química, o acesso pode ser feito livremente tanto pelo portal da SBQ quanto pelo do Scielo.

A visibilidade do que se publica em química no Brasil pode ser avaliada por meio de Química Nova e do *Journal of the Brazilian Chemical Society* (JBCS). Ambas recebem mais de 800 artigos por ano para publicação e exibem expressivos fatores de impacto, respectivamente, 0,89 e 1,43, que são os maiores quando comparados com outros periódicos da área editados na América Latina e Caribe. O JBCS, por exemplo, recebeu 836 artigos para publicação em 2009, sendo que 54% destes vieram de outros países.

Outro exemplo de sucesso da criação do programa Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT), que tem metas ambiciosas e abrangentes em termos nacionais, como possibilidade de mobilizar e agregar, de forma articulada, os melhores grupos de pesquisa em áreas de fronteira da ciência e em áreas estratégicas para o desenvolvimento sustentável do país; impulsionar a pesquisa científica básica e fundamental competitiva internacionalmente; estimular o desenvolvimento de pesquisa científica e tecnológica de ponta associada a aplicações para promover a inovação e o espírito empreendedor, em estreita articulação com empresas inovadoras, nas áreas do Sistema Brasileiro de Tecnologia (Sibratec).

A apresentação dos INCTs, na página do CNPq, destaca que, além de promover o avanço da competência nacional nas devidas áreas de atuação, criando ambientes atraentes e estimulantes para alunos talentosos de diversos níveis, do ensino médio ao pós-graduado, o programa também se responsabilizará diretamente pela formação de jovens pesquisadores e apoiará a instalação e o funcionamento de laboratórios em instituições de ensino e pesquisa e empresas, proporcionando a melhor distribuição nacional da pesquisa científico-tecnológica e a qualificação do país em áreas prioritárias para o seu desenvolvimento regional e nacional. Os institutos nacionais devem ainda estabelecer programas que contribuam para a melhoria do ensino de ciências e a difusão da ciência para o cidadão comum. O programa conta com a parceria da Capes e das fundações de amparo à pesquisa do Amazonas (Fapeam), do Pará (Fapespa), de São Paulo (Fapesp), de Minas Gerais (Fapemig), do Rio de Janeiro (Faperj) e de Santa Catarina (Fapesc), do Ministério da Saúde e do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES). Trata-se da maior ação concertada de investimentos em ciência, tecnologia e inovação envolvendo uma grande rede, descentralizada, com sedes em todas as regiões do país.

Dos 123 institutos atuais, nove estão localizados na Região Norte, dezoito na Nordeste, quatro na Centro-Oeste, 77 na Sudeste e 15 na Região Sul. Destes, pelo menos duas dezenas têm relação direta com a área de química e engenharia química. As informações destes INCTs estão bem documentadas nas respectivas páginas eletrônicas e seria desnecessário (e temerário) tentar descrevê-los num texto limitado como este. Entretanto, com o objetivo de exemplificar a área, se-

rão destacados alguns aspectos de um conjunto de institutos que realizou um *workshop* em Itaparica, BA, em novembro de 2009: INCT de materiais complexos e funcionais (coordenador professor Fernando Galembeck, Unicamp), INCT de fármacos e medicamentos (coordenador professor Eliezer de Jesus Barreiro, UFRJ), INCT de transferência de materiais continente-oceano (coordenador professor Luiz Drude de Lacerda, UFC), INCT de ciência e tecnologia de controle biorracional de insetos pragas (coordenadora professora Maria Fátima das Graças Fernandes da Silva, Ufscar) e o INCT de energia e ambiente (coordenador professor Jailson Bittencourt de Andrade, UFBA). O *workshop* discutiu intensamente cooperação, intercâmbio de estudantes e pesquisadores e a governança do sistema. Ao final, o evento foi considerado de grande relevância pelos participantes e que deveria ser repetido periodicamente, sob a forma de um fórum, com a participação de novos INCT, estimulando a cooperação, a convergência e a interdisciplinaridade. Foi decido então criar o I5+, que representaria o ponto de partida, sendo que a próxima reunião ficou marcada para acontecer no Rio de Janeiro, em 2010, sob coordenação do INCT de fármacos e medicamentos (Inofar).

Estes institutos, como pode ser observado nas respectivas páginas, atuam de forma convergente e proativa em pesquisa científica, tecnológica, de inovação, de educação e na divulgação da ciência. A interação com o setor industrial é intensa e a lista de empresas envolvidas é longa: Petrobras S/A, Politeno, Braskem S/A, Bahiagás, Oxiteno S/A, Celulose Irani S/A, Núcleo de Tecnologia do Estado do Ceará (Nutec), Natura Ltda., Laboratório Evidence, Montana Química S/A, Johnson & Johnson, Embrapa Agroindústria Tropical, Inmetro, Souza-Cruz S.A./*British American Tobacco*, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Rio de Janeiro, Cristália Produtos Químicos Farmacêuticos Ltda., Contech Produtos Biodegradáveis Ltda., Bunge Biphor LLC, Bunge Participações, Quattor Petroquímica S/A, Pirelli Pneus Ltda., Globe Química Ltda., Citrosuco S/A, Araújo Engenharia e Integr. em Equipamentos Ind. SS, Indaiá Brasil Águas Minerais, Agripec Química e Farmacêutica, Indústria e Comércio de Eletrodomésticos Ltda. (Cesde), Indústria de Couros Ltda. (Bracol), Bermas Indústria e Comércio Ltda., Petropar Embalagens S/A, Esmaltec S/A, Camy Plast Br – Indústria e Comércio de Plásticos Ltda., Carnaúba do Brasil, Blausigel – Indústria e Comércio Ltda., GEA Niro Soavi Brazil, Orbys Desenvolvimento de Tecnologia de Materiais Ltda., IQT S/A, Crisália Produtos Químicos Farmacêuticos Ltda. São eles:

- INCT E&A (*http://www.inct.cienam.ufba.br*);
- INCT Inomat (*http://www.inomat.iqm.unicamp.br*);
- INCT Inofar (*http://www.inct-inofar.ccs.ufrj.br*);
- INCT CBIP (*http://www.cbip.ufscar.br*); e
- INCT TMCOcean (*http://www.inct-tmcocean.com.br*)

Com o objetivo de apresentar um bom estudo de caso de sucesso, utilizaremos o exemplo do INCT em materiais complexos funcionais (Inomat), que tem um número expressivo de casos de interação de sucesso com o setor empresarial. Quatro empresas licenciaram patentes de pesquisadores do Inomat:

- Bunge: Pigmentos de fosfatos de alumínio. (Devido à interação comercial entre empresas, o Biphor migrou para os Estados Unidos. Existe em White Plains NY, USA, uma empresa chamada Bunge Biphor LLC).
- IQT S/A: Látex catiônicos, fabricados (e vendidos) usando uma rota inovadora, isentos de compostos de amônio quaternário.
- Orbys: nanocompósitos de látexes. O produto Imbrik está sendo usado na indústria de rolos para a fabricação de papel, produzindo vantagens no desempenho do rolo e, principalmente, na qualidade do acabamento do papel.
- Contech: Lançou produtos e sistemas para descontaminação de águas, baseados na adsorção em hidrotalcitas.

O coordenador do Inomat, em vários textos e conferências, tem destacado que: "As consultorias são extremamente importantes, como mecanismo ágil de transferência de conhecimento e de tecnologia". Talvez este seja um dos motivos que levou o dirigente de uma importante petroquímica brasileira a afirmar em público que "todos os produtos recentes da nossa empresa têm o dedo do professor Galembeck".

Outro caso de sucesso que sempre merece ser citado é o do etanol. O Brasil é hoje o único, no mundo, que produz combustível líquido a partir de fontes renováveis a preços competitivos com os dos derivados de petróleo e sem qualquer subsídio. Atualmente, o Brasil está produzindo mais de quinze bilhões de litros de etanol, a partir de cana-de-açúcar, por ano – 5.200 litros de etanol por hectare a preço menor do que US$ 0,60 por galão (3,6 litros). Uma tonelada de cana produz cerca de 70 litros de etanol e 250 kg de bagaço, cuja hidrólise, quando otimizada, poderá dobrar a produção de etanol sem ampliação da área plantada.

Para efeito de comparação, em 2006, os Estados Unidos da América produziram cerca de 4,8 bilhões de litros de etanol a partir do milho. Enquanto o etanol obtido a partir da cana-de-açúcar produz 8 Joules para 1 Joule consumido no processo, o obtido do milho produz apenas 1,3 a 1,8 Joules. Uma das metas dos Estados Unidos da América é, em 2012, produzir etanol a partir da celulose a custo competitivo.

Do ponto de vista ambiental, vale ressaltar que a produção de etanol, como a de todos os biocombustíveis, é uma estratégia para consumo de CO_2 atmosférico. A agricultura é um dos mais

óbvios capturadores de CO_2, contribuindo decisivamente para a redução do teor de gases estufa. O etanol tem sido utilizado em misturas com a gasolina de modo que a demanda nacional de gasolina deixou de ser o termômetro das importações de petróleo.

O sucesso econômico do etanol resulta de um grande e contínuo aporte de ciência e tecnologia, que não mostra indicadores expressivos de patentes ou de *papers*, mas resultou em duas grandes inovações: o etanol de cana brasileiro e o carro *flex*. O papel do governo, no etanol, teve dois componentes importantes: criar um estímulo econômico (o Proálcool) e destacar a atuação de órgãos de pesquisa (Instituto do Açúcar e do Álcool e Planalsucar, Instituto Agronômico de Campinas). O principal agente de desenvolvimento do álcool foi o Centro de Tecnologia Canavieira (CTC, da então Copersucar, privada). É muito importante para o setor químico, como fonte de matérias-primas para as indústrias químicas e de materiais (GALEMBECK, 2010).

6. Principais desafios

O principal desafio no nível nacional é ter uma agenda de Estado para a educação, ciência, tecnologia e inovação, com programas significativos de desenvolvimento da ciência básica brasileira focados no mérito, na competência e na criatividade. O programa dos institutos nacionais é um bom exemplo e um excelente começo, mas não é suficiente. Outro marco significativo é a 4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, que constitui uma boa oportunidade para que governo, comunidade científica, empresários e autoridades universitárias façam um balanço do quadro atual da inovação no Brasil e discutam uma política de Estado para os próximos 30 anos, que leve em conta principalmente o desenvolvimento de tecnologias limpas que preservem o meio ambiente.

Como sempre ocorre, quanto maiores as oportunidades, maiores são os desafios. A pauta da Conferência Nacional de CT&I deve abrir espaços generosos para as áreas nas quais já existe a corrente virtuosa cujos elos são a educação, a descoberta científica, o desenvolvimento tecnológico e a atividade empresarial, como a química brasileira e outras áreas. É preciso encerrar a já longa fase das avaliações e iniciativas baseadas em numerologias vazias. Não faz sentido discutir tecnologia e inovação sem dialogar intensamente com os diferentes setores de CT&I e, em especial, com os químicos e o setor químico brasileiro. Afinal, é o futuro que está em debate.

O *JBCS* e a *Química Nova* são repositórios de um enorme número de possibilidades de desenvolvimento científico e tecnológico baseados em recursos naturais muito abundantes ou renováveis. O Brasil tem uma privilegiada posição no atual cenário global, quanto às possibilidades de transição para um regime econômico sustentável. O papel da química nesse cenário é central. O

aproveitamento destas oportunidades depende principalmente de governos estaduais e regionais, ONGs e empresas.

Uma agenda que pretenda conectar ciência, tecnologia e inovação, com foco em energia, ambiente e futuro, deve ter em destaque, entre outros, os seguintes temas:

- Captura da energia solar;
- Baterias recarregáveis;
- Células combustíveis;
- Hidrogênio: produção, estocagem e transporte;
- Lixo radioativo;
- Supercondutores para distribuição de energia;
- Carvão: catalisadores para uso limpo e conversão;
- Biocarvão ou biochar;
- Novos fertilizantes e condicionadores orgânicos;
- Uso de biomassa como fonte renovável;
- Sequestro de dióxido de carbono; e
- Redução de energia de uso doméstico e industrial.

7. Recomendações

São muitos os desafios e muitas as conexões que precisam ser estabelecidas, com destaque para: uso de recursos naturais e sustentabilidade; ciência e educação; inovação e ciência e tecnologia, além do grande desafio atual do setor público brasileiro, que é a governança do sistema em todos os níveis e em especial nas instituições de ensino superior. É preciso construir uma nova atitude nos pesquisadores básicos brasileiros, caracterizada pela atenção às possibilidades de aplicação e exploração dos resultados das suas pesquisas, bem como ter programas de desenvolvimento científico e tecnológico efetivos, com mecanismos também efetivos de acompanhamento e de atenção à propriedade intelectual.

A criação do programa dos institutos nacionais coloca o país em um novo patamar de ações relacionadas a ciência, tecnologia e inovação, compatível com a abordagem sustentável e interdisciplinar. Entretanto, a governança dos INCTs e a sua inserção institucional precisam ser estabele-

cidas, em sincronia com as Ifes, pois em muitas situações o INCT é maior do que o departamento ou instituto que o hospeda. Nesse sentido, a interação MCT/CNPq com o MEC será de vital importância para os INCTs, visando ao estabelecimento de um apoio institucional sustentável.

A avaliação de pesquisadores, projetos e cursos de pós-graduação tem sido objeto de discussão intensa. O sistema de avaliação por pares, *peer review*, deve ser pautado no mérito acadêmico-científico-tecnológico do pesquisador ou do curso e utilizar critérios qualitativos, admitindo-se, no entanto, que subsidiariamente se utilizem critérios quantitativos. Os critérios precisam ser amplamente conhecidos (e legitimados), cujas mudanças requerem amplo debate e construção de consensos. Na avaliação por pares, necessariamente, os critérios da avaliação pertencem à comunidade avaliada e não aos avaliadores, caso contrário, a avaliação não seria realizada por pares.

O que se observa atualmente é uma crescente onda de insatisfação dos avaliados (pesquisadores e cursos) com os critérios e parâmetros da avaliação que, muitas vezes, ou não estão bem qualificados ou utilizam parâmetros puramente quantitativos que negam o princípio da avaliação por pares. Isso sinaliza um futuro incerto, sem comitês de avaliação, em que uma planilha e um programa de computador poderão gerar um *ranking*, como, por exemplo, no caso dos jogadores de tênis.

Uma das questões principais envolvidas na avaliação é a caracterização do mérito e do impacto. A avaliação do mérito, necessariamente, é qualitativa, e a avaliação do impacto envolve critérios quantitativos. Como considerar o mérito e o impacto? Certamente, isso só poderá ser feito por pares que consigam perceber e reconhecer o mérito acadêmico-científico-tecnológico, bem como identificar parâmetros que permitam medir o impacto. Nesse sentido, é preciso estar bem definido o que se espera ao avaliar o cientista e o seu projeto ou linha de pesquisa. Competência aliada a boas ideias.

A competência do cientista pode ser verificada por meio das suas publicações e/ou patentes mais relevantes; da formação de recursos humanos qualificados nos níveis de iniciação científica, mestrado, doutorado e/ou pós-doutorado; pela liderança científica expressa por meio da atuação no âmbito institucional, nas sociedades científicas, em editorias de periódicos, nos convites para cursos e conferências, etc., e na atuação na formulação de políticas para o setor. A competência do cientista pode ser facilmente qualificada, quantificada e verificada.

Espera-se de um projeto que tenha mérito intelectual; que aponte para avanços na fronteira do conhecimento; que possa ter amplo impacto; que envolva pesquisa integrada com educação e que seja apresentado por um cientista com experiência no tema. A qualidade de um projeto pode ser qualificada *a priori*. Mas só poderá ser quantificada e verificada *a posteriori*. Em resumo, os critérios de avaliação precisam ser continuamente revisitados, explicitados e legitimados, para evitar que o "mais do mesmo" não prevaleça sobre a criatividade e o risco.

Outro aspecto relevante é que, em muitos dos concursos para docente das universidades, as vagas não são preenchidas porque a maioria e, em alguns casos, todos os candidatos são reprovados. Está-se diante de duas opções: ou os concursos estão sendo mal feitos, ou os candidatos estão mal preparados. Uma experiência que poderia ter um impacto significativo nas instituições de ensino superior seria o Ministério de Educação realizar nacionalmente ou por regiões os concursos docentes para as universidades federais. Se por um lado os primeiros colocados teriam o direito de escolher em qual universidade gostariam de ser professores, por outro, as instituições deveriam ter um planejamento estratégico bem elaborado, para receber e apoiar estes docentes que desenvolveriam suas pesquisas em temas de interesse da instituição.

Ao adotar este procedimento, o MEC estaria privilegiando a qualidade e ao mesmo tempo avaliando, por meio de seu produto final, o egresso da pós-graduação. Um sistema de avaliação não pode cristalizar e cair em mesmices. A universidade como "a casa do conhecimento" deve deixar de lado seu conservadorismo e experimentar novas ações. Fica o desafio: por que não começar estes concursos nacionais para os institutos de química, já que falar em departamentos é viver no passado e manter de pé um sistema obsoleto? É preciso ter coragem e determinação para mudar, para continuar avançando rumo ao futuro.

Vale a pena ressaltar que a qualificação é chave para o desenvolvimento cientifico e tecnológico. O Brasil tem uma série de desafios a enfrentar para promover a inovação e garantir o desenvolvimento tecnológico das empresas. Um deles é investir pesado na qualidade da educação e no aumento do nível de escolaridade dos trabalhadores. "Para qualquer tipo de inovação, o capital humano e a qualificação do trabalhador representam claramente um insumo essencial para estimular a novidade, a produtividade e a competitividade".

Há inúmeros indicadores que confirmam a necessidade de o Brasil elevar os investimentos em educação. A média de escolaridade da população brasileira com 15 anos ou mais é de 4,3 anos, inferior aos 8,8 anos da Argentina e aos 7,2 anos do México. Cerca de metade dos jovens brasileiros tem dificuldades de leitura ou não sabe ler. Mais de três quartos enfrentam dificuldades em resolver as operações básicas de Matemática, conforme o Pisa, programa internacional que avalia os estudantes de 15 anos. Na Coreia do Sul, apenas 6% dos jovens têm dificuldades ou não sabem ler. E as notas dos brasileiros em Matemática são inferiores às dos estudantes do México e da Indonésia.

E qual é o futuro da química? Muito tem sido escrito sobre o olhar para o futuro. Existe uma grande convergência na percepção de que pesquisa é cada vez mais interdisciplinar, e que dentre os principais temas atuais existe um destaque especial para energia e química sustentável. Independentemente do tema em foco, o futuro exige sinergia entre a experiência e a teoria. A construção e a transformação de moléculas estão diretamente relacionadas com as forças intermoleculares, logo requerem sinergia entre estrutura e ligações químicas.

Os modernos e avançados recursos instrumentais hoje disponíveis, aliados ao mais amplo progresso na geração e difusão do conhecimento, oferecem as condições propícias e necessárias para a química florescer e frutificar. A sinergia entre os dois principais campos da química – análise e síntese – é o caminho para a conexão com a Biologia e outras áreas do conhecimento.

É preciso, pois, educar para inovar e inovar para educar. O país está pronto para a agenda do século 21, que exige foco e investimentos em inovação, sustentabilidade e interdisciplinaridade. O que somente se tornará viável com o fortalecimento das conexões da ciência com educação e da ciência com tecnologia e inovação.

Ciência básica: caminhos e perspectivas

Mario Neto Borges[1]

1. Introdução

A ciência começou a ser forjada pela civilização ocidental há 2.500 anos. Pitágoras e seus colegas iniciavam, na Grécia antiga, o processo de quantificar, interpretar, imaginar. Cento e cinquenta anos depois, Aristóteles aprofundava o conhecimento do mundo existente e criava uma forma de ciência. A ciência de Aristóteles subsistiu durante dois mil anos e foi ensinada e debatida nos grandes centros de conhecimento, como Oxford, Paris e Frankfurt [1].

Muita coisa mudou e, especialmente na segunda metade do século passado, após a 2ª guerra mundial, a ciência passou a ser vista num binômio com a tecnologia. O domínio da ciência e da tecnologia era a garantia de soberania para os povos e nações que dominavam o conhecimento. Ao final do século e, em particular, no início deste, o binômio já se fazia insuficiente para satisfazer os anseios da sociedade e para garantir o pleno desenvolvimento dos países num cenário altamente competitivo. Forma-se então o tripé: ciência, tecnologia e inovação (CT&I). Por trás, como força propulsora, a necessidade de expandir as fronteiras do conhecimento, agregar novidades e assegurar seu impacto na melhoria da qualidade de vida da sociedade moderna.

Quanto à produção do conhecimento científico, podemos considerar o início deste século como um momento positivo para o Brasil. Isso é atestado pelos indicadores científicos de produção de artigos em periódicos indexados, que dobrou seu índice nos últimos dez anos.

1 Presidente da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig).

Esse índice já atinge a marca de 2,0% da produção mundial. O Brasil se encontra na lista dos 20 mais importantes produtores de pesquisa na área médica, conforme dados da revista *Science* [2].

No entanto, falta-nos ainda avançar no sentido de transformar esses índices de produção científica em indicadores de desenvolvimento tecnológico e inovação. O Brasil só será desenvolvido econômica e socialmente quando tiver uma sólida e robusta plataforma não só científica, mas também tecnológica e de inovação. Exemplos não faltam na Europa, na América do Norte e na Ásia, com destaques para a Coreia do Sul e a China – países de poucos recursos naturais – que, ao investir em ciência e tecnologia, mudaram o patamar de qualidade de vida de suas sociedades. O mundo moderno incentiva e persegue a inovação em suas pesquisas e em suas tecnologias. Não pode ser diferente no Brasil. A visão de futuro das nossas agências de fomento levou o país a se debruçar sobre a inovação como elemento essencial para diminuir esse, ainda preocupante, fosso que nos separa dos países plenamente desenvolvidos [3]. Portanto, a institucionalização do fomento à ciência, no seu conceito mais amplo, é necessária e urgente – mas não é suficiente.

2. Diagnóstico brasileiro-histórico

A história da ciência no Brasil e, em particular, do fomento à ciência é muito recente e tem pouco mais de meio século. Comparado ao contexto mundial, especialmente o europeu, cuja história é milenar, apresenta uma realidade que precisa ser bem equacionada se se deseja colocar o país entre as potências produtoras de conhecimento. De fato, a segunda metade do século passado caracterizou-se por ser um divisor de águas no avanço educacional e científico do país. Logo no início da década de 1950, o Brasil criou suas principais agências de fomento: a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Essas iniciativas seriam responsáveis pelo crescimento da educação (em nível de pós-graduação) e da ciência e tecnologia e – consequentemente – por grande parte do sucesso que hoje o país já consegue apresentar no cenário internacional, no que diz respeito à produção científica.

O pilar básico do desenvolvimento científico e tecnológico de qualquer sociedade está na formação de pesquisadores e cientistas. No Brasil, as bolsas de pós-graduação, para incentivar a formação de mestres e doutores, fazem parte do universo acadêmico, sendo fundamental para o incremento da produção científico-tecnológica. Além dos benefícios práticos, a bolsa cumpre o papel de formar pesquisadores e, no caso específico das bolsas de iniciação científica – uma criação nacional –, tem a função de despertar a vocação para a ciência, podendo ser o primeiro passo na formação de um cientista. É também uma importante iniciativa para acelerar e melhor qualificar a formação de mestres e doutores.

Tabela 1. Formação de mestres e doutores no Brasil.

Nível	1996	2006
Mestrado	10.499	33.993
Doutorado	2.985	10.616
		44.609

fonte Capes

A Tabela 1 apresenta os dados da formação de mestres e doutores num intervalo recente de dez anos. Os dados mostram que houve um crescimento de mais de três vezes no número de concluintes de mestrado e doutorado. Absorvidos principalmente pelas universidades e centros de pesquisa, estes cientistas foram responsáveis pelo aumento expressivo da produção indexada nacional.

O Brasil é hoje o 13º país produtor de ciência do mundo, sendo responsável por 2% de toda produção mundial indexada. Isso representa um avanço significativo se se considerar que, no mesmo intervalo (Tabela 1) para a formação de mestres e doutores, houve um crescimento de mais de 100% no número de publicações. Isso significa que a produção nacional de artigos indexados mais que dobrou nos últimos dez anos, conforme demonstra o Gráfico 1 – com destaque indicado pelas setas nos anos de 1996 e 2006.

Vale ressaltar que este crescimento se deu numa velocidade maior do que a de outros países importantes, como Suécia, Suíça, Rússia e Holanda, que foram ultrapassados pelo Brasil. Acelerar ainda mais a produção nacional e direcioná-la para áreas estratégicas de importância para o desenvolvimento do país é uma das recomendações deste artigo.

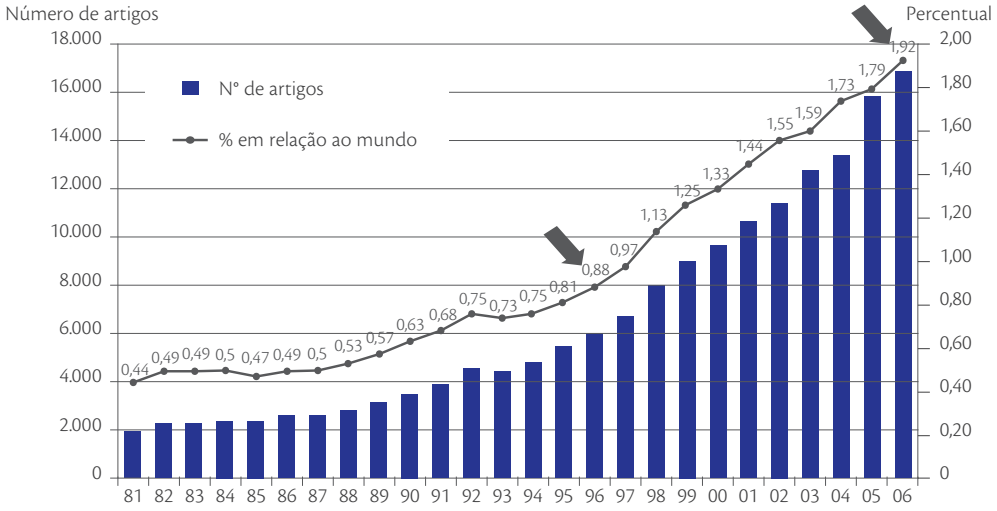


Gráfico 1. Produção nacional de artigos

Este avanço se deve também ao maior volume de recursos disponibilizados para que estes pesquisadores, formados em números crescentes, tenham podido executar seus projetos de pesquisa. Estes recursos são provenientes, principalmente, dos fundos setoriais, criados nos anos 2000. Devem-se considerar também os orçamentos, crescentes ano a ano, das duas agências já mencionadas (Capes e CNPq), somados aos investimentos feitos pelos estados a partir da criação de suas Fundações de Amparo à Pesquisa (FAP), que garantiram as condições de crescimento da produção científica nacional.

É preciso destacar que as FAP, que hoje totalizam 23 instituições em atividade, têm aportado recursos expressivos na ciência nacional. Algumas, como Fapesp e Fapergs, já contabilizam mais de 40 anos de existência. Com uma capilaridade sem precedentes e atuando em todas as regiões do país, as FAP, nestes últimos três anos, têm investido recursos da mesma ordem daqueles executados pelo CNPq no mesmo período.

É esperado que a comunidade acadêmica e científica use esses investimentos para promover o crescimento do corpo de pesquisadores e da qualidade da pesquisa gerada nas instituições, ou seja, que as demandas da comunidade cresçam em número, para garantir uma seleção mais competitiva, e que apresentem as qualidades exigidas para seu financiamento em padrões de excelência competitiva em nível nacional e internacional. Por outro lado, é também importante que os resultados advindos das pesquisas possam promover não só o avanço da ciência nacional, mas principalmente o desenvolvimento integral do país.

Se, por um lado, os indicadores de produção científica dão destaque ao país, por outro lado, os resultados advindos da transformação dessa ciência em desenvolvimento tecnológico e inovação são ainda constrangedores. Os indicadores de propriedade intelectual, sejam eles marcas, patentes, cultivares, programas de computador ou desenhos industriais, estão aquém do necessário para garantir ao país uma condição de geração de riqueza interna e competitividade no cenário internacional. No caso de patentes depositadas nos Estados Unidos, para ficar apenas num exemplo, o Brasil detém apenas 0,2% do total. O Gráfico 2 apresenta os indicadores socioeconômicos e de CT&I do Brasil em relação ao mundo em valores percentuais [4].

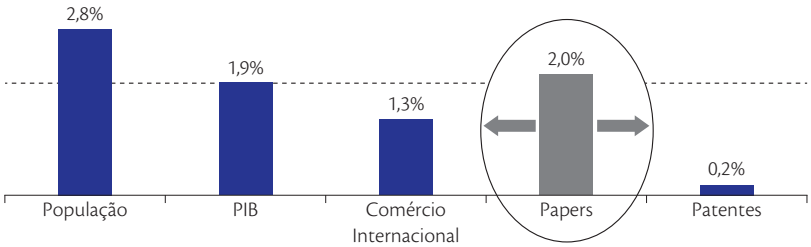


Gráfico 2. Indicadores do Brasil em relação ao mundo
fonte MCT modificado

Observa-se que, enquanto o país detém quase 3% da população mundial, ao mesmo tempo participa com 2% do PIB e da publicação de artigos indexados. Se estes dois indicadores já apresentam uma discrepância, maior ainda ela é para o caso da participação no comércio internacional e no número de patentes. Isso demonstra que o país precisa acelerar seu desenvolvimento tecnológico e a inovação para aumentar sua participação no mercado de alta tecnologia.

Ciente da necessidade de corrigir essa discrepância, o país criou, no final da década de 1970, a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep). Atualmente, a Finep, como secretaria executiva do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT), se autodenomina agência de inovação. Muitos programas e ações têm sido concebidos para fomentar a inovação desde então, mas este é um desafio hercúleo que o Brasil ainda tem que enfrentar e está discutido em profundidade nos ítens a seguir.

3. Panorama internacional

O cenário internacional aponta para uma realidade em que a competição internacional se dá – cada vez mais – pelo domínio do conhecimento. O desenvolvimento sustentável, neste século do conhecimento, é baseado na geração de riqueza com lastro que necessariamente é dependente da ciência, tecnologia e inovação. Com base nessa premissa e no fato de que quem produz ciência, tecnologia e inovação são os pesquisadores e cientistas, fica caracterizada a necessidade de o país ainda investir mais na formação de mestres e doutores.

Se, por um lado, esta formação é um dos bons resultados que o país tem a apresentar, verifica-se no cenário internacional que o número de pesquisadores por habitantes é ainda muito baixo no Brasil. O Gráfico 3 mostra, na vertical, o número de pesquisadores por mil habitantes e, na horizontal, o Produto Interno Bruto (PIB) *per capita*. Em destaque, Brasil, Coreia, Japão e Estados Unidos. Verifica-se que o Brasil apresenta 0,5 pesquisador por 1.000 habitantes, enquanto a Coreia apresenta número próximo de quatro, o Japão mais de cinco e os Estados Unidos próximo de cinco. Isso significa que os dois últimos têm dez vezes mais pesquisadores do que o Brasil em relação à própria população.

Outra observação importante obtida no Gráfico 3 é que, quanto maior o número de pesquisadores em relação à população maior é o PIB *per capita* de um país. Em outras palavras, quanto maior o número de pesquisadores de um país mais rico ele é. O Gráfico 3 também desmonta o mito, muitas vezes apresentado ao público leigo, de que o Brasil forma muitos mestres e doutores que não têm onde trabalhar. Primeiro, os dados da Figura 3 mostram o contrário – precisamos de mais pesquisadores. Segundo, ainda existe no país a ideia de que mestres e doutores são formados para atuar apenas nas universidades. Esta é a realidade vigente. Enquanto no Brasil

aproximadamente 66% dos pesquisadores estão nas universidades e apenas 26% nas empresas, na Coreia, no Japão e nos Estados Unidos, este número não ultrapassa 7% nas universidades e está próximo de 70% nas empresas [5]. Esta é uma distorção que o Brasil já detectou e ações recentes começam a buscar seu enfrentamento.

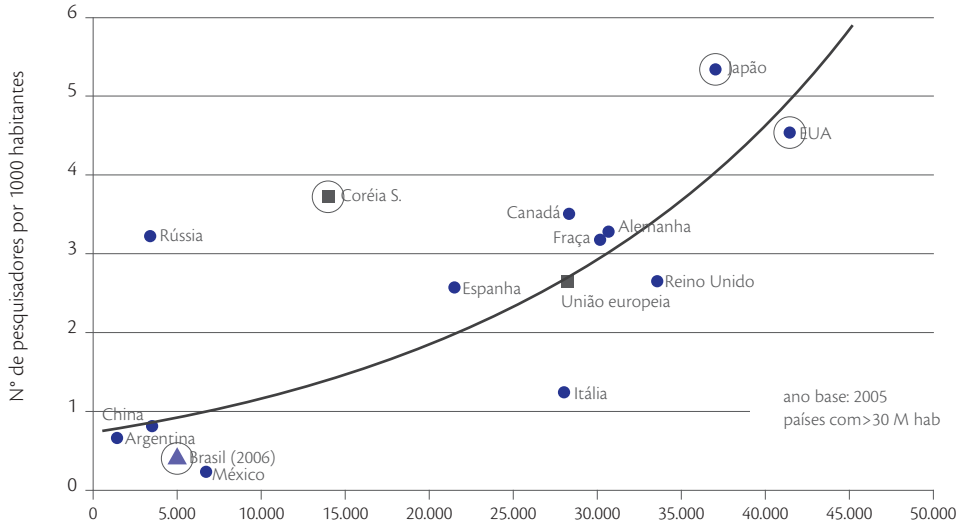


Gráfico 3. Número relativo de pesquisadores em relação ao PIB dos países
Fonte: Dados da OCDE e MCT

Certamente, para manter e acelerar os avanços na produção científica e ao mesmo tempo corrigir a distorção descrita, são necessários, entre outras coisas que ainda serão discutidas neste artigo, investimentos robustos e perenes. O Brasil investe hoje aproximadamente 1% de seu PIB em CT&I. Este tem sido um avanço histórico que ganhou institucionalidade e volume com a criação dos fundos setoriais em especial. No entanto, o Gráfico 4 demonstra que este avanço ainda é pequeno, comparativamente a outros países.

O Gráfico 4 apresenta, na vertical, o percentual do PIB investido em CT&I e, na horizontal, novamente o PIB *per capita* dos países. Verifica-se que o Brasil teve um crescimento, indicado pela linha verde, nos investimentos ao longo dos últimos 20 anos, saltando de 0,5% para 1% do PIB investido em CT&I. No entanto, a Coreia (indicada pela linha vermelha), que se encontrava na mesma posição do Brasil, teve crescimento muito maior, saltando de 0,5% para próximo de 3%. Observam-se ainda o Japão e os Estados Unidos (em destaque), países que também investem recursos da ordem de 3% de seus PIBs.

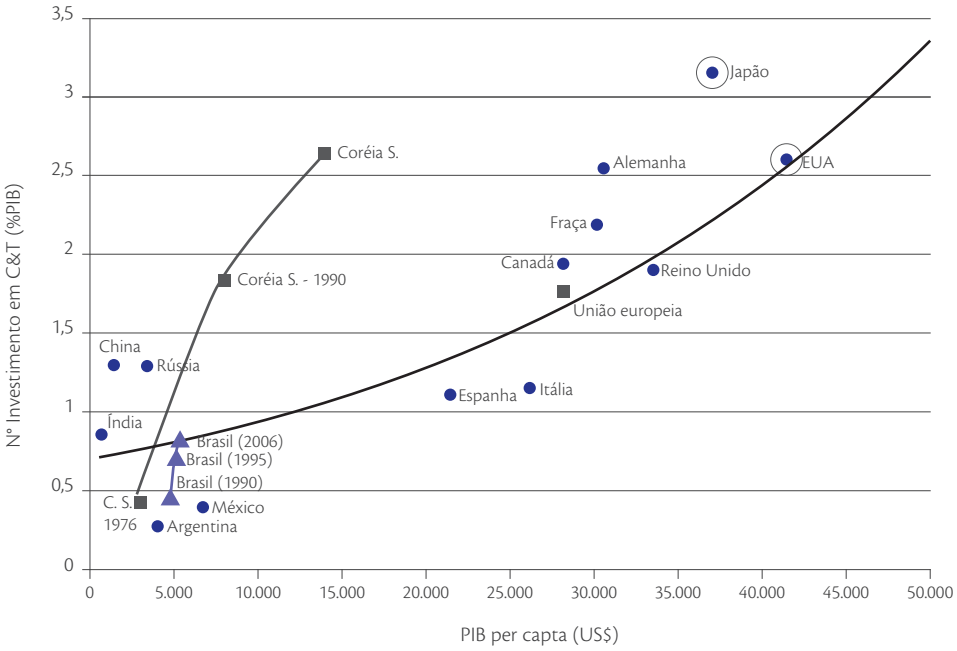


Gráfico 4. Percentual de investimentos em CT&I em relação ao PIB dos países.

Outra característica do percentual de investimento que deve ser considerada é sua composição quanto à participação do setor público e privado. Neste caso, a Tabela 2 apresenta dados importantes, como o fato de que os investimentos públicos no Brasil, ainda que em patamares razoáveis, precisa crescer. No entanto, os investimentos privados têm que crescer muito mais para termos situação semelhante aos países desenvolvidos. No caso do setor empresarial, este crescimento precisa ser da ordem de quatro vezes a realidade atual. Esse diagnóstico já é aceito pelos empresários que, em 2009, criaram o Movimento Empresarial pela Inovação.

Tabela 2. Investimentos privados e públicos em CT&I em percentual do PIB (fonte MCT).

País	Privado	Público	Total
Japão	2,4	0,6	3,0
			2,8
EUA	1,6	0,8	2,4
			0,97

4. Desafios nacionais – tecnologia e inovação

Frente às questões debatidas neste texto, apresenta-se o desafio de como enfrentar a realidade de hoje distorcida em relação ao trinômio ciência, tecnologia e inovação. A Figura 5 (a) é uma representação gráfica da realidade vigente, fruto dos investimentos nacionais feitos nos últimos 60 anos. Estes investimentos resultaram num avanço significativo da ciência nacional, mas, por outro lado, não houve o correspondente avanço nem na tecnologia nem na inovação. Isso produziu um desenvolvimento distorcido expresso pelo diagrama tridimensional da Figura 1 (a).

O desafio agora e para o futuro é, além de continuar investindo e acelerando a produção científica nacional, atuar de maneira estrutural e estratégica para avançar no desenvolvimento tecnológico e na inovação no contexto nacional. Assim fazendo, o país poderá encontrar um equilíbrio entre estas ações, como indicado na Figura 1 (b), de modo a promover o desenvolvimento sustentável tão desejado e que colocaria o Brasil em condições de competir no cenário internacional.

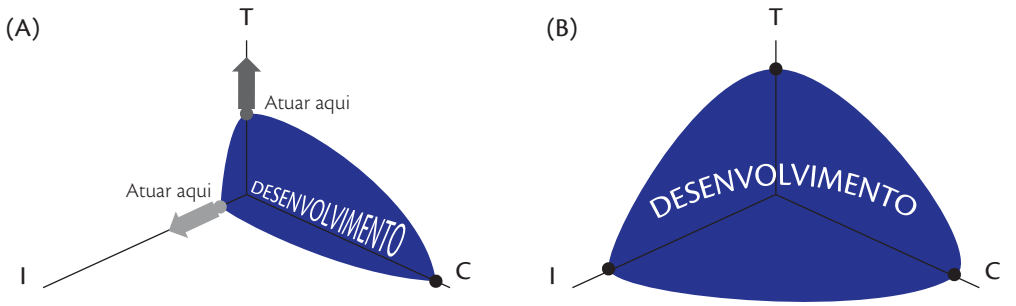


Figura 1. Caracterização da CT&I no Brasil: a) vigente b) desejada.

A política para enfrentar este desafio não requer apenas o aumento dos investimentos em CT&I – que serão necessários –, mas também e principalmente uma mudança de foco. Essa mudança de foco começa a ser delineada no escopo do Plano de Ação da Ciência, Tecnologia e Inovação (Pacti) e da Política de Desenvolvimento Produtivo (PDP) [6]. A ação indutora do poder público tem papel importante neste processo, não só no nível federal, mas também nos estados. Ambos os poderes, federal e estaduais, podem induzir e atuar como articuladores da aproximação das universidades e dos centros de pesquisa do setor empresarial e das indústrias.

Casos de sucesso podem ser destacados em ambas as esferas de poder. Em nível federal e decorrente do Pacti, o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) lançou o programa de Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT) [7]. Este programa já considera, em sua concepção, a articulação dos diversos estágios da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico decorrente. A

Figura 2 demonstra modelo de organização do Sistema Nacional de CT&I, conforme elaboração do MCT, já incluindo os INCT.

A complexidade da ciência e a atual dimensão do Sistema Nacional de CT&I requerem que sejam adotados esquemas flexíveis e robustos de financiamento à pesquisa, à semelhança do observado em outros países. Com essa visão, o MCT, por meio do CNPq e em parceria com as FAP e outros parceiros, implementou o maior programa de financiamento de pesquisa no país: os Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCTs). Os institutos têm foco temático em uma área de conhecimento. Entre os principais objetivos, destacam-se: impulsionar a pesquisa científica básica, melhorando sua competitividade internacional, e desenvolver pesquisa tecnológica de ponta, associada a aplicações em estreita articulação com empresas inovadoras.

Além de promover o avanço da competência nacional nas áreas de atuação, criando ambientes atraentes para pesquisadores talentosos de diversos níveis, o programa também tem como meta o apoio à instalação de laboratórios em instituições de ensino e pesquisa e empresas, proporcionando melhor distribuição nacional da pesquisa e a qualificação do país em áreas prioritárias para o seu desenvolvimento regional e nacional.

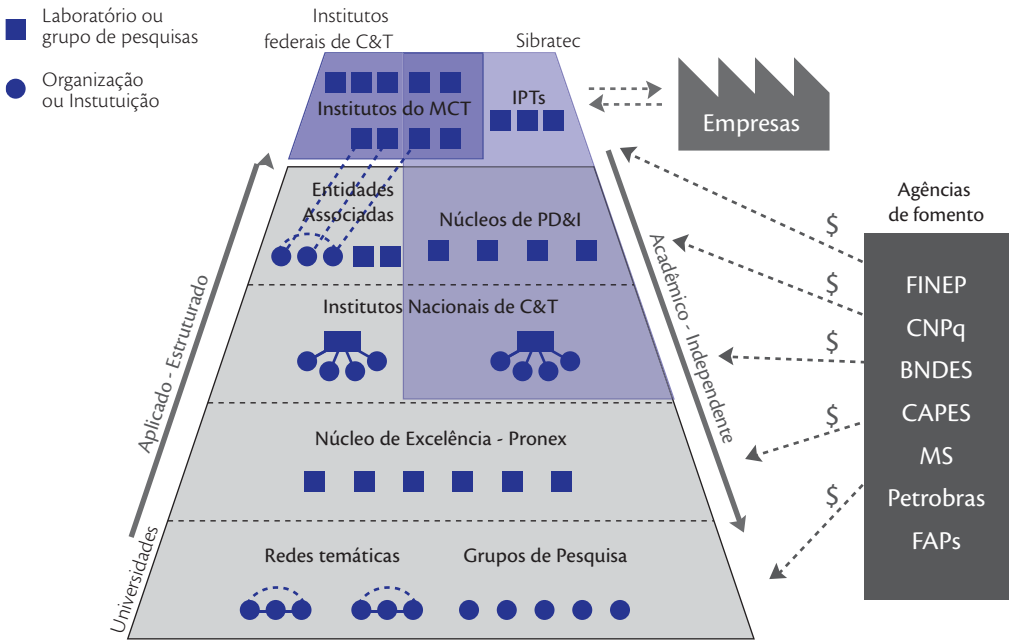


Figura 2. Modelo de Organização do Sistema

Fonte: CNPq.

Em Minas Gerais, elaborou-se e implementou-se o Sistema Mineiro de Inovação (SIMI), coordenado pela Secretaria Estadual de Ciência, Tecnologia e Ensino Superior (Sectes), com apoio financeiro da Fapemig [8].

O sistema foi concebido com base na necessidade de soluções próprias para elevar o patamar de exportações de produtos e serviços de alto conteúdo tecnológico que, no Brasil, é de pouco mais de 10%, enquanto que a média mundial das exportações está em 30%. Esta mesma lógica também se aplica na substituição de importações em que apenas o financiamento da pesquisa científica e tecnológica não é suficiente. O Sistema Mineiro de Inovação, criado em 2007, faz exatamente a articulação das competências, orientando o financiamento e aproximando a demanda e a oferta de CT&I, em consonância com a política do estado, o Plano Mineiro de Desenvolvimento Integrado (PMDI) [9]. Como parte de sua estratégia, o SIMI investe em três parques tecnológicos em Minas Gerais na expectativa de que estes possam auxiliar a equilibrar melhor a produção científica com a produção tecnológica e a inovação praticada pelas empresas.

A Figura 3 mostra o diagrama com os partícipes mais importantes articulados entre si pelo sistema, que tem como insumo a legislação e as ações de fomento que dão institucionalidade e asseguram o fomento para as ações do sistema. De maneira especial, vale destacar as Leis de Inovação federal e estadual que possibilitaram os investimentos públicos no setor empresarial como forma de indução da inovação. Parte do sistema, a Lei Mineira de Inovação é um novo marco, efetivamente implantado, para garantir incentivo e financiamento adicional para a pesquisa e as empresas inovadoras.

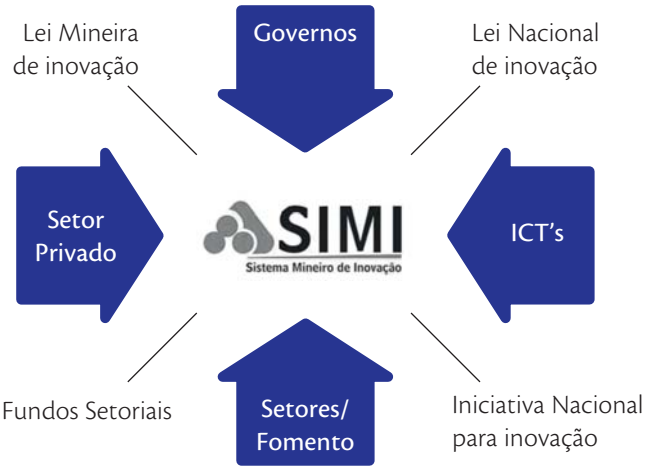


Figura 3. Sistema Mineiro de Inovação – SIMI

Fonte: SECTES-MG

5. Desafios nacionais – pós-graduação

A pós-graduação é certamente o setor educacional brasileiro de melhor desempenho e que teve, ao longo de décadas, o planejamento de médio e longos prazos e financiamento consistentes do Estado brasileiro. O desempenho da pós-graduação sempre contou com a permanente participação da comunidade acadêmica nacional e foi integrado por ações específicas com a comunidade científica internacional. Além disso, a pós-graduação, desde cedo, incorporou um adequado sistema de avaliação institucional, realizado pela própria comunidade científica das áreas respectivas [10].

Entretanto, como destacou o Plano Nacional de Pós-Graduação 2005/2010 [11], o sistema nacional de pós-graduação apresenta enormes assimetrias em seu funcionamento, tanto do ponto de vista regional, intra-regional e entre estados, como também na evolução de áreas disciplinares tradicionais e de novas áreas na fronteira do conhecimento.

O diagnóstico dessa situação aponta para a necessidade da formulação de estratégias específicas, visando à criação de novos paradigmas para a evolução do sistema. Caso contrário, nos próximos anos, se observará à continuidade do crescimento da pós-graduação com a permanência das assimetrias regionais e sem foco em áreas estratégicas.

Se, por um lado, não se pode pensar em reduzir os investimentos nos grupos mais qualificados, por outro lado, torna-se necessário criar condições adequadas para o desenvolvimento dos grupos já estabelecidos em regiões com menor densidade de grupos de pesquisa ou em áreas do conhecimento estratégicas para o desenvolvimento harmônico da ciência e tecnologia nacional. Isso implica o estabelecimento de propostas indutoras que contemplem recursos novos preferencialmente ao remanejamento de orçamentos. As iniciativas para correção da tendência deveriam começar pelo reconhecimento, por parte dos governos estaduais, da importância da qualificação de recursos humanos locais para propiciar o desenvolvimento do estado e da região.

Para resolver essas assimetrias, o Plano Nacional de Pós-Graduação (PNPG) propõe o estabelecimento de programas estratégicos específicos, que serão idealizados e propostos pelas agências, a partir de consultas às universidades, aos institutos de pesquisa, aos órgãos de governo estadual, ao setor empresarial e a outros setores diretamente ligados ao desenvolvimento nacional, que objetivem solucionar cada tipo das assimetrias observadas. A proposta tem como base uma forte articulação entre as agências de fomento federais (Capes, CNPq e Finep) e destas com as fundações de amparo à pesquisa e secretarias de ciência e tecnologia dos governos estaduais e com o setor empresarial.

No que diz respeito ao foco ou modalidades dos cursos de pós-graduação no país, os dados da Capes apresentam duas características que merecem reflexão. A primeira diz respeito às modalidades dos cursos de Engenharia que se concentram em áreas tradicionais, como elétrica, mecânica e metalúrgica. Estas três modalidades representam mais de 45% do total de cursos. O Brasil precisa formar quadros de engenheiros (em nível de pós-graduação) em áreas mais estratégicas e que possam contribuir para tornar o país mais competitivo, como, por exemplo: na nanotecnologia, na química fina, em energias alternativas, dentre outras.

Outra característica que chama a atenção está relacionada ao número de cursos de Engenharia em relação às demais áreas do conhecimento, comparando ao número total de cursos de pós-graduação, por nível (mestrado e doutorado), recomendados pela Capes, atualmente em funcionamento no Brasil. Fica evidente que o número de cursos de pós-graduação em Engenharia representa em torno de 11% do total de cursos (veja Tabela 3), ou seja, muito pouco num cenário mundial de competição tecnológica.

Tabela 3. Cursos de pós-graduação no Brasil por modalidade

Grande Área	Programas e cursos de pós-graduação					Totais de Cursos de pós-graduação			
	Total	M	D	F	M/D	Total	M	D	F
Ciência agrárias	315	113	2	14	186	501	299	188	14
Ciências biológicas	233	54	2	10	167	400	221	169	10
Ciências da saúde	474	126	16	46	286	760	412	302	46
Ciências exatas e da terra	275	96	8	11	160	435	256	168	11
Ciências humanas	406	184	4	8	210	616	349	214	8
Ciências sociais aplicadas	370	186	1	53	130	500	316	131	53
Engenharias	329	132	4	49	144	473	276	148	49
Línguística, letras e artes	163	77	0	0	86	249	163	86	0
Multidisciplinar	330	142	15	84	89	419	231	104	84
Brasil	2.895	1.110	52	275	1.458	4.353	2.568	1.510	275

Fonte: Capes

Isso somado ao número de concluintes de cursos de graduação em engenharia, em torno de 3,3% [12], no mesmo ano, torna-se motivo de preocupação nacional. A preocupação se fundamenta na necessidade de formação de profissionais em quantidade e qualidade adequadas para

responder pelo desenvolvimento científico e tecnológico do país num momento histórico reconhecido como o século do conhecimento. A inovação científica e tecnológica carece de engenheiros titulados, em nível de mestrado e doutorado, capazes de promover a competitividade dos produtos e serviços do país. Portanto, políticas de indução do crescimento e direcionamento dos cursos de pós-graduação em engenharia são desafios que se fazem necessários com a urgência com que se deseja o crescimento nacional.

Hoje, o país sinaliza que a pesquisa científica e tecnológica e, em especial nas engenharias, é uma das prioridades para o desenvolvimento e a soberania nacional. Entretanto, deve-se ressaltar que sempre esteve presente a preocupação com os desequilíbrios regionais e com a flexibilização do modelo de pós-graduação nos planos nacionais, em particular, no PNPG 2005-2010.

6. Desafios nacionais – setor empresarial inovador

A tecnologia e a inovação se dão majoritariamente nas empresas – isso é o que têm ensinado os países desenvolvidos e os emergentes que vêm superando o Brasil com economias mais robustas. Portanto, outro desafio nacional é alavancar a indústria, motivá-la a fazer inovação, a desenvolver tecnologias próprias em vez de comprar pacotes tecnológicos.

O elemento primordial de aceleração deste processo, praticado à exaustão nos países da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), é a subvenção direta a empresas, especialmente às médias e pequenas que, sem esse incentivo, estão fadadas a desaparecer na feroz competição internacional. A subvenção econômica é definida como o investimento público de recursos, não reembolsáveis, em projetos específicos de inovação tecnológica das empresas. A subvenção é, portanto, o compartilhamento dos custos e riscos da pesquisa e do desenvolvimento entre a empresa e o Estado.

No século passado, existiu grande resistência de agentes públicos e da academia principalmente no seio das universidades públicas – quanto a essa modalidade de investimento. Felizmente, essa visão vem mudando na medida em que muitos doutores vão sendo formados, no país e no exterior, e conseguem desenvolver pesquisas que deságuam em produtos de interesse da sociedade, como medicamentos, *softwares* e eletrônicos, para ficar em poucos exemplos. Esses produtos não serão produzidos nas universidades e sim transferidos para empresas já existentes, ou vão gerar novas empresas eles mesmos. Tais empresas precisam do incentivo à inovação tecnológica para se estabelecerem e começarem a gerar empregos, produzir renda e recolher impostos.

No Brasil, já começam a ser frequentes exemplos de empreendimentos que, assim criados, recolhem hoje milhares de vezes mais reais em impostos anuais do que o investimento público

que lhes deu a chance de se instalar. A Tabela 4 demonstra que esse tipo de empresa gera mais emprego, fatura mais e agrega maior valor aos seus produtos. Outros indicadores relevantes são apresentados na Tabela 5, que demonstra que as empresas inovadoras pagam melhores salários, têm empregados de melhor escolaridade e permanecem mais tempo no emprego.

Tabela 4. Desempenho de empresas que inovam frente às tradicionais

País	Privado	Público	Total
Japão	2,4	0,6	3,0
			2,8
EUA	1,6	0,8	2,4
			0,97

Fonte: ABDI

Tabela 5. Desempenho de empresas que inovam frente às tradicionais

País	Privado	Público	Total
Japão	2,4	0,6	3,0
			2,8
EUA	1,6	0,8	2,4
			0,97

Fonte: ABDI

É estratégico para o nosso país, portanto, avançar nessas políticas e fazer a subvenção que venha a incentivar o desenvolvimento tecnológico e a inovação. Isso é necessário e urgente para levar o conhecimento científico produzido ao ponto em que venha aperfeiçoar a indústria, tanto na criação de novos produtos quanto na melhoria da qualidade daqueles já existentes. Isso dará mais competitividade à indústria nacional, gerando mais trabalho, renda e impostos. Em outras palavras, criando um ciclo positivo e moderno de desenvolvimento. Não fazê-lo significa ficar para trás na competição nacional e mundial.

7. Recomendações e conclusões

Para que o país possa, de fato, se tornar competitivo no cenário internacional e se colocar, de forma sustentável, como potência econômica, científica e tecnológica, sugere-se que as recomendações [13] a seguir sejam avaliadas numa reflexão séria e cuidadosa.

1. Aumento dos investimentos direcionados para CT&I de 1% para 2% do PIB, em dez anos. O Brasil tem a oportunidade, nos próximos dez anos, de consolidar-se no cenário mundial de CT&I como um país de produção bastante competitiva e portador de política arrojada. Para isso, precisará garantir a perenidade das políticas de Estado que regem a definição e o investimento nas atividades de desenvolvimento científico, tecnológico e de inovação. Para isso, é importante que a 4ª CNCTI, quando subsidiar a elaboração do Plano de Ação Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional, destaque a importância do aumento nos investimentos oficiais em CT&I e a consolidação da integração entre os órgãos de governo, como os ministérios da Ciência e Tecnologia, Educação, Agricultura, Indústria e Comércio, entre outros, para que componham uma agenda estratégica nacional, extrapolando seus programas individuais de fomento, de forma a proporcionar robustez aos investimentos em desenvolvimento e utilização do conhecimento em CT&I. Como meta para os próximos dez anos, a proposta é o aumento gradativo dos investimentos em CT&I para o patamar de 2% do PIB.

2. Arcabouço legal e práticas de controle – reforma da legislação para fins de compatibilização com as especificidades da pesquisa CT&I. As instituições científicas e tecnológicas (ICTs) e as agências de fomento se ressentem do tratamento que lhes é dispensado pelos órgãos de fiscalização e controle externo. Diferentemente dos demais órgãos que integram a administração pública, tais instituições requerem, justamente pela especificidade de sua atividade-fim, trato diferenciado. Nesse aspecto, há muito se identifica a necessidade da reforma do arcabouço legal pátrio, que rege os mecanismos de apoio e fomento à pesquisa em CT&I dessas entidades administrativas, em especial, no que se refere às transferências de recursos; controle externo (TCU, CGU, AGU e MPU e correspondentes órgãos na esfera estadual) e a condição do pesquisador sujeita ao Regime Jurídico Único. A legislação que rege os repasses de recursos entre os órgãos públicos e a consequente execução orçamentária precisa ser simplificada. Muitos dos arranjos estratégicos entre órgãos governamentais, e desses com entidades privadas, encontram importantes obstáculos na Lei Federal nº 8.666/93, na Instrução Normativa nº 01/97 da SRF/MF, na Portaria Interministerial 127/08, entre outras. A legislação inviabiliza a parceria com empresas quando proíbe a extensão de imunidades e isenções, por não considerar as peculiaridades e o dinamismo da pesquisa científica. É necessário ocorrer uma ampla discussão nos poderes Legislativo e Executivo, com o objetivo de simplificar os procedimentos e agilizar o repasse dos recursos. Quanto

à necessária fiscalização e controle externo exercidos pelos Tribunais de Contas, Controladoria Geral e Ministério Público, seja em âmbito federal ou estadual, entende-se que eles devem ser excepcionalmente adaptados para o tipo de atividade-fim que exercem as agências de fomento à pesquisa. A natureza dessas atividades não se coaduna com aquelas que são ordinariamente desenvolvidas por demais entidades da administração pública indireta. Portanto, a legislação regente da política científica e tecnológica deve ser peculiar, diferenciada, uma vez que deve levar em conta a tipicidade das ações dos órgãos financiadores de pesquisa. Sabe-se que o empenho governamental em apoiar a pesquisa é considerável, mas perde força quando confrontado com a legislação que hoje é aplicável à concessão de recursos públicos, dentre esses, aqueles destinados para o desenvolvimento de pesquisa em CT&I (exemplo SICONV, PI nº 127/08). Sabe-se de ações do Estado que visam reformar o atual modelo de administração pública. Nesse sentido, aponta a iniciativa do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, que instituiu a Portaria MP nº 426 (alterada pela Portaria 84, de 23/04/08), que teve por fim propor, por meio de uma comissão de juristas administrativistas, uma nova estrutura orgânica para o funcionamento da administração pública federal. Segundo a comissão, o estudo "atende à constatação das autoridades do governo de que há um esgotamento no modelo atual da administração pública que tem gerado dificuldades para a ação estatal ágil e com qualidade no atendimento às demandas sociais e do mercado", conforme exposto na apresentação do Anteprojeto de Lei Orgânica da Administração Pública Federal e Entes de Colaboração, que estabelece normas gerais sobre administração pública direta e indireta, entidades paraestatais e entidades de colaboração, em suma, para entidades que gerem verbas públicas e que por tal razão sujeitam-se ao controle dos órgãos públicos de fiscalização. Apesar de concebida, a princípio, para ser aplicada à administração pública federal, há intenção de estender a ideia às demais esferas. Assim, considerando que a elaboração de uma nova política para CT&I terá como meta a ampliação da inovação nas empresas e a consolidação do sistema nacional de CT&I, entende-se que a 4ª CNCTI traz a oportunidade de discussão sobre a flexibilização da atual legislação e o aprimoramento dos sistemas de controle.

3. Aprimoramento da interação entre o governo, as universidades e as empresas. A Lei de Inovação, sancionada em 2004, estabeleceu medidas de incentivo à inovação e à pesquisa científica e tecnológica no ambiente empresarial, com vistas à capacitação e ao alcance da autonomia tecnológica e ao desenvolvimento industrial brasileiro. Nos anos seguintes, muitos arranjos estratégicos mobilizaram empresas, instituições científicas e tecnológicas e órgãos governamentais, comprometidos com a indução da demanda e o desenvolvimento de produtos e processos inovadores. O desafio que o Brasil enfrentará nos próximos anos, para melhor aproveitamento de suas reais e potenciais capacidades, é o aprimoramento dessa relação, que já se provou dinâmica e consistente, entre os setores empresarial, governamental e científico/tecnológico. Em especial, a política industrial

brasileira precisará estar integrada com a política de CT&I. As empresas precisam estar convencidas de que a inovação tecnológica em seus produtos e processos proporcionará maior competitividade e que a aliança com os órgãos governamentais de fomento à pesquisa e a comunidade científica tem muito a colaborar com o sucesso dessa pretensão. A sociedade mundial experimenta transformações econômicas profundas e o modelo atual da relação empresa-governo-universidade precisa acompanhar esse dinamismo. Vários aspectos dessa relação devem ser objeto da formulação de políticas e estratégias, como a parcela de risco assumida pelos cooperantes, o protecionismo de determinados mercados, a carência de incentivos fiscais para alguns setores estratégicos, a democratização do conhecimento acadêmico, a proteção dos direitos autorais/intelectuais, as ofertas e negociações de *venture capital* e de *private equity*, entre outros.

4. Fortalecimento da relação com o Poder Legislativo. As proposições de incremento nos investimentos, de atualização do arcabouço legal e de fortalecimento das relações empresa-governo-universidade implicam, necessariamente, a necessidade de sensibilização do Poder Legislativo quanto às peculiaridades das atividades de CT&I. Os trabalhos de discussão, elaboração e aprovação do orçamento anual, por exemplo, precisam ser prontamente assistidos com informações que exponham as reais necessidades de desenvolvimento dos instrumentos de gestão da CT&I no Brasil. As ações que promoverão essa sensibilização do Poder Legislativo precisam ocorrer em todos os níveis de governo, por ocasião dos eventos de CT&I, nas comissões que analisam e deliberam sobre a execução orçamentária, na elaboração dos projetos de lei que tramitam nas casas legislativas, entre outros. A articulação entre o setor científico/tecnológico nacional e o Poder Legislativo promoverá a sintonia necessária para o estabelecimento de ações e políticas que estimulem, apoiem e promovam o desenvolvimento científico e tecnológico.

Ainda vale mencionar que os pesquisadores e cientistas que desempenham as atividades de CT&I não podem ser incluídos na mesma categoria de um servidor que presta serviços de natureza meramente administrativa, subsequentemente, suas atividades não podem circunscrever-se tão somente ao exercício de atividades acadêmicas. O pesquisador pode e deve, além de promover a inovação, participar da inserção do resultado de sua pesquisa no mercado produtivo. Essa necessidade já foi percebida na proposta MEC/MPOG, que cuida da flexibilização da dedicação exclusiva e em outros estudos. De acordo com a proposta, essa iniciativa "oficializa a prestação de serviços que não tenham qualquer caráter acadêmico; resolve os problemas apresentados pelo TCU relativos à participação do pesquisador em empresa, incluindo-se a possibilidade de dirigentes das IFES ocuparem simultaneamente cargos de direção nas administrações das fundações de apoio".

A 4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação é terreno fértil para a análise destas recomendações e posteriores encaminhamentos para suas implementações.

Referências

White, M., "Rivalidades Produtivas", ISBN 8501062006, Editora Record.

Revista *Science*, volume 308, Maio 2005.

Borges, M. N., "Inovação é quebra de paradigmas". Artigo de opinião publicado na Revista Minas Faz Ciência, volume 30, jun-ago 2007.

Borges, M. N. e Vilela, E. F., "*Developing Strategies:* Minas Gerais Science and Technology Parks". Artigo aceito para publicação nos anais do XXVII IASP World Conference on Science and Technology Parks, 2010. Daedok, Coreia do Sul.

iNOVA, "Uma proposta de modernização da educação em engenharia no Brasil". Publicado pela Confederação Nacional da Indústria - CNI, 2006.

PDP - http://www.mdic.gov.br/pdp/index.php/sitio/inicial

INCT - http://www.cnpq.br/editais/ct/2008/docs/015_anexo.pdf

SIMI - www.simi.org.br

PMDI -http://www.planejamento.mg.gov.br/governo/publicacoes/arquivos/Proposta_do_PMDI_2007-2023.pdf

Barreto, F. C. S. e Borges, M. N., "Novas políticas de apoio à pós-graduação: o caso FAPEMIG-CAPES". Ensaio – *Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, ISSN 0104-4036. Outubro/Dezembro, Vol.17, Nº 65, pp. 599-612, 2009.

PNPG - http://www.capes.gov.br/sobre-a-capes/plano-nacional-de-pos-graduacao

Almeida, N. N. e Borges, M. N., "A Pós-graduação em Engenharia no Brasil: uma perspectiva histórica no âmbito das políticas públicas". *Ensaio – Avaliação e Políticas Públicas em Educação*. Julho/Setembro. Nº 56, Vol. 15. pp. 323 – 339, 2007.

CONFAP - Proposta do Conselho Nacional das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa, encaminhada ao Coordenador da 4ª CNCTI.

Educação e ciência & tecnologia

Marco Antonio Raupp[1]
Helena Nader[2]

1. Breve diagnóstico sobre a situação

A educação para a vida e a educação para o trabalho certamente nunca foram tão importantes e nunca tiveram pontos de confluências tão relevantes e decisivas quanto agora, quer para o cidadão, quer para a humanidade. O mundo de hoje abriga duas características – a inovação tecnológica e a sustentabilidade – que se impõem às demais e que têm em comum a exigência de cidadãos dotados de uma educação formal em níveis qualitativos sem precedentes.

Diferentemente de alguns anos atrás, os investimentos articulados em ciência, tecnologia e inovação deixaram de ser uma possibilidade, uma opção para os países. Economia que se pretende atuante e representativa no mercado global não pode prescindir da combinação ciência-tecnologia-inovação como elemento estratégico para sua competitividade. Não por acaso, as nações emergentes que mais evoluem – econômica e socialmente – são também aquelas que investem mais e há mais tempo em CT&I, a exemplo de Coreia do Sul, Cingapura e Finlândia.

Mas se a combinação articulada entre ciência, tecnologia e inovação rende frutos aos países, por outro lado exige uma mão de obra qualificada. Para ocupar o chão da fábrica, os laboratórios de P&D e os cargos executivos das empresas, são necessários profissionais com hábil domínio das

1 Presidente da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SPBC).

2 Vice-presidente da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SPBC).

competências inerentes às suas áreas de formação e que também tenham compreensão das regras, formais ou tácitas, que definem o mercado global.

A outra característica dos dias atuais que exigirá não só profissionais com boa formação, mas também cidadãos qualificados para entender o mundo e interagir com ele de uma maneira que não seja predatória, é a sustentabilidade. Assegurar as condições de vida na Terra será o grande teste pelo qual passará a humanidade – e a educação, naturalmente, se configurará como elemento fundamental para virmos a ser aprovados e continuarmos a viver neste planeta, ou reprovados, com consequências incalculáveis, porém sabidamente desastrosas.

E assegurar a sustentabilidade do planeta não será demanda apenas para cidadãos ecologicamente conscientes. Tão importante quanto será contarmos com cientistas e com profissionais, de nível superior e também técnico, que desenvolvam o conhecimento necessário para que os recursos naturais possam ser utilizados como forma de obtenção de riqueza, porém, obviamente, sem que sejam destruídos ou esgotados.

Esses dois requisitos do mundo atual – inovação e sustentabilidade – exigem, portanto, da ciência um protagonismo que nunca foi exigido em outras épocas. Exigem, também, um cidadão com formação educacional, para o trabalho e para a vida, sem igual no passado.

Diante desse quadro, a inevitável questão é: o Brasil está preparado para atender a essas demandas? O ensino oferecido no Brasil hoje está à altura do padrão que se requer do cidadão?

Sabidamente, a resposta é não. Antes de abordarmos aspectos relacionados à educação para a CT&I, temos de reconhecer que há, em nosso país, um problema de maior grandeza e complexidade: nossa educação básica é altamente deficiente. Nas décadas mais recentes, houve um esforço, bem-sucedido, para a universalização da educação básica. Agora, são necessários esforços para que essa educação tenha qualidade. Estamos oferecendo escola, precisamos oferecer também educação.

O quadro atual do ensino básico brasileiro se apresenta como uma perversão social; é um indicador claro da desigualdade que vigora na nossa sociedade. Melhoria da qualidade na escola não é só um requisito para a modernização do país e para a melhoria das condições de vida das pessoas. É um requisito também para a inclusão; é uma responsabilidade social; é uma demanda de reparação social em uma sociedade desigual.

O ensino de qualidade, especialmente no nível fundamental, que é o nível que mais afeta a cidadania, deve ser visto como um compromisso de todo o país, em todas as suas instâncias e segmentos. Para uma sociedade democrática, que tem como pressuposto o oferecimento de oportunidades iguais para todos, trata-se de um compromisso fundamental. Esse é o grande desafio que temos

pela frente – e imediatamente. É preciso haver uma grande mobilização da sociedade, de modo a fazer que as estruturas governamentais e políticas promovam o esforço necessário.

Talvez esse seja mesmo o maior desafio que já se colocou para o país em toda sua história. Dotar a educação básica da qualidade necessária significa promover o salto de qualidade de que o Brasil precisa; é o caminho pelo qual a sociedade vai modificar suas estruturas. Inversamente, se não promovermos a educação básica de qualidade para todos, não vamos dar um passo à frente. Esse, portanto, é o nosso grande desafio, e a nossa comunidade científica não pode ficar de fora – tanto por razões de cidadania quanto por dever de ofício, especialmente no vasto campo do ensino das ciências.

2. Recomendações para políticas públicas de educação e C&T

Conforme exposto, o ponto fundamental para qualquer expectativa otimista em relação aos frutos da educação no Brasil é resolver, definitivamente, os problemas existentes no ensino fundamental e médio. Esta é a prioridade zero. A partir dela, apresentamos os aspectos abaixo, especificamente relacionados ao tema educação e C&T:

1. Mobilidade estudantil – As universidades brasileiras ainda mantêm poucos convênios com outras universidades do próprio país e estrangeiras que possibilitem aos estudantes realizar parte de seus cursos e de suas pesquisas em instituições diferentes. Tendo isso em vista, é preciso que as nossas universidades celebrem mais parcerias entre si e com instituições do exterior para incentivar a mobilidade estudantil.

2. Consórcios entre universidades e institutos de pesquisas para o oferecimento de cursos de graduação e de pós-graduação – Na Europa e nos EUA, é comum as universidades formarem consórcios para oferecerem conjuntamente cursos de graduação e de pós-graduação em diversas áreas do conhecimento. As universidades e os institutos de pesquisa brasileiros poderiam adotar esse modelo de parceria, que possibilita às instituições melhorar a qualidade de seus cursos e disponibilizar mais e melhores recursos aos seus estudantes e professores. Institutos de ciência e tecnologia brasileiros reconhecidos pela excelência na pesquisa em suas áreas também poderiam se unir a universidades para oferecerem conjuntamente novos cursos. Com isso, seria possível diminuir o tempo necessário para a formação de profissionais qualificados para atuar em áreas do conhecimento estratégicas para o Brasil, como a biotecnologia.

3. Avaliação do MEC – É necessário mudar a forma de avaliação dos cursos pelo Ministério da Educação (MEC), de modo a possibilitar que as universidades tenham maior inde-

pendência para criação de seus cursos, sem se submeterem às pressões de sindicatos e associações de categorias profissionais.

4. Bacharelado deve ser tratado como etapa na formação, e não como curso terminal – É preciso que bacharelado seja tratado como uma etapa inicial na formação dos estudantes, e não como um estágio final. A percepção errônea de que o bacharelado confere aos estudantes o título de profissional faz que o curso seja regido no Brasil por sindicatos e associações de classe.

5. Reserva de mercado – No Brasil, diversas profissões são regulamentadas, o que faz que elas só possam ser exercidas por profissionais formados nas áreas correspondentes, configurando em reserva de mercado. É necessário abolir tal prática no país, que vem impactando negativamente nas universidades. Hoje, sindicatos e associações de classe estão barrando a criação de novos cursos pelas instituições de ensino superior por avaliarem que eles invadem as áreas de atuação dos profissionais representados por essas entidades e acabam com suas reservas de mercado.

6. Técnicas de ensino-aprendizagem – Hoje, além da televisão, o computador e a Internet já fazem parte da vida dos cidadãos em todas as camadas da sociedade brasileira. Em função disso, é preciso que os professores tornem suas aulas mais dinâmicas e aproximem o conhecimento da realidade dos estudantes, contextualizando as informações com exemplos que fazem parte da vida de jovens e crianças.

7. Ensino a distância – É necessário que os recursos de ensino a distância, como a televisão e a Internet, sejam mais utilizados e difundidos no Brasil.

8. Metas com avaliação – É preciso estabelecer metas palpáveis e mensuráveis, além de planejamento, para melhorar a colocação dos estudantes brasileiros em avaliações internacionais de educação, como o Programa Internacional de Alunos (Pisa), realizado a cada três anos pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Os indicadores de avaliações internacionais, como os fornecidos pelo PISA, poderiam ser utilizados para avaliar o desempenho do ensino no país.

9. Jornada na escola – É preciso ampliar a jornada de aulas nas escolas para contemplar o conjunto de disciplinas necessárias para a formação intelectual e humanística dos alunos. Uma das metas mais ambiciosas nesse sentido é que as escolas funcionem em período integral, com seis horas de aulas e atividades de lazer e cultura. Dessa forma, seria possível fixar os professores em uma única escola. Hoje, eles têm a necessidade de dar aulas em mais de uma instituição de ensino para complementar seus salários.

10. Talentos – Dedicando-se a uma única escola e a um determinado número de turmas, os professores teriam mais facilidade de identificar talentos em áreas como ciências, esportes e artes. Hoje, os jovens talentosos são desperdiçados ao passarem despercebidos pela escola.

11. O salário do professor – Em países como a Finlândia, o salário dos professores é um dos mais altos entre todas as profissões. Longe dessa realidade, no Brasil, é necessário ao menos proporcionar aos professores um salário digno para manter suas famílias e exercer melhor seu trabalho em sala de aula.

12. Liberdade para criação – Há diversas experiências muito bem-sucedidas em instituições de ensino, como a motivação e a preparação de alunos para participação em atividades extracurriculares fora da escola, como em olimpíadas de ciências. Experiências como essas devem ser difundidas e estimuladas no sistema de ensino público brasileiro.

13. Uso das TICs – As escolas têm que incentivar o uso das novas tecnologias da informação e comunicação (TIC).

14. Conhecimento científico – Possibilitar aos alunos de ensino médio a realização de atividades nas universidades durante o período de férias escolares com o intuito de estimular neles o gosto pela carreira científica, a exemplo do que é feito nas maiores e melhores universidades norte-americanas.

15. Programa de iniciação tecnológica – Ampliar o número de bolsas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (Pibiti).

16. Ensino médio – Para melhorar a qualidade do ensino médio, são necessárias várias providências:

- Equipar laboratórios para a realização de experimentos práticos;
- Possibilitar o acesso à Internet banda larga a custo zero aos estudantes;
- Ampliar e aperfeiçoar a formação de professores de ciências;
- Oferecer educação continuada aos professores;
- Diminuir o número de estudantes nas salas de aula.

17. Educação continuada para graduandos – Os alunos devem ser conscientizados, já durante a graduação, de que devem se planejar para a educação continuada após receberem o diploma.

18. Programas multidisciplinares e transdisciplinares – Possibilitar que os estudantes tenham formação em áreas diferentes e simultâneas, preenchendo os requisitos para a obtenção de dois títulos. Os programas precisam ser multidisciplinares, englobando conhecimentos distintos, mas complementares.

19. Pós-graduação – Algumas providências necessárias:

    - Oferecimento de cursos no modelo de consórcio entre universidades, instituições de pesquisa e empresas;
    - Criação de programas multidisciplinares e transdisciplinares;
    - Criação de mais programas de natureza tecnológica.

20. Cursos cooperativos – Em poucas universidades brasileiras, os estudantes, após cumprirem um ciclo básico de dois anos, passam a alternar um quadrimestre de aulas na universidade e outro quadrimestre de estágio em empresas. Esse modelo de interação entre universidade e indústria poderia ser difundido pelas universidades de todo o país.

21. Mais escolas técnicas – As escolas técnicas brasileiras são reconhecidas por sua excelência na formação de profissionais para o mercado de trabalho e para ingressarem na universidade. Com vistas a esse fato, é preciso criar mais escolas técnicas no país e definir melhor o papel delas no cenário de ciência e tecnologia.

Síntese das apresentações e tópicos abordados pelos palestrantes

Adalberto Luis Val[1]

1. Eugenius Kaszkurewics

A sessão intitulada "Ciência, Setores Econômicos e Inovação" teve início com a palavra de seu coordenador, Eugenius Kaszkurewicz. Resumindo a atuação da Financiadora de Estudos e Pesquisa (Finep), o palestrante apresentou a relação do tema com a própria organização do Sistema de CT&I. Explicou que o Brasil precisa de um sistema de CT&I por uma questão de soberania. Ao definir soberania, conceituou-a como aquilo que está acima, uma ordem suprema, que não se sujeita a qualquer outra. A busca pela soberania está diretamente ligada à busca do domínio do conhecimento e essa tem sido a tônica do sistema de CT&I do Brasil.

Tratando da evolução histórica do sistema de CT&I, o palestrante demonstrou que, entre os anos 1950 e 1960, tiveram início os trabalhos do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Coordenação de Pessoal de Ensino Superior (Capes), com o apoio a pesquisas individuais. Nas duas décadas seguintes e se estendendo até o início dos anos 1990, houve uma intensificação do apoio à pesquisa, paralelo à institucionalização desta e da pós-graduação. Entretanto, apesar desse crescimento, a partir de meados dos anos 1990 e anos 2000, teve início um processo de colapso no sistema, com o esgotamento da política e a crise do fomento.

Os momentos de crise implicam a reestruturação dos sistemas, portanto todos os atores do governo federal envolvidos, especialmente os ligados ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), tiveram de se adaptar. Trata-se de um universo complexo de instituições responsáveis pela

1 Pesquisador do Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA).

tomada de decisões e definição de políticas na pesquisa do país. Para adequar todo o sistema, o Plano de Ação de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional (Pacti) trouxe uma nova estrutura política, com gestão compartilhada que congrega os planos de desenvolvimento em diversas áreas, como agropecuária, saúde, educação e produtivo.

Além da reestruturação do sistema, o palestrante demonstrou a necessidade de uma cultura que congregue a empresa no processo de desenvolvimento de produtos. Foi apresentado o caso emblemático da Coreia do Sul, que em 30 anos avançou de um estado de imitação a um estado de inovação. Isso ocorreu com a incorporação da política industrial do país à política de C&T, por meio de diversos incentivos. Com a compatibilização das políticas, os processos de produção tecnológica foram acelerados, bem como a incorporação da inovação nos setores empresariais se tornou realidade.

O Brasil tem caminhado nesta direção. Os marcos regulatórios têm se orientado para tal solução, e bons exemplos disso são a criação dos fundos setoriais, as leis de Inovação, Informática, Biossegurança, a Lei do Bem e a regulamentação do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT). Além disso, vêm sendo estruturadas fortes políticas de articulação institucional com foco nos desafios de P&D, visando à construção de competitividade, ao uso articulado de incentivos fiscais, à regulação, ao aumento do poder de compra, ao apoio técnico, à disponibilização de recursos para todas as etapas do ciclo de inovação e ao compartilhamento de metas entre o setor científico-tecnológico e o setor privado.

É uma clara demonstração dessa tendência o crescimento que se estabeleceu entre 2004 e 2008 do dispêndio nacional em P&D com relação ao PIB. Apesar de ainda menor do que o planejado, esse aumento é visível. Entretanto, a incorporação das empresas nesse processo permanece um desafio, posto que, em uma comparação do investido pelo poder público e pelo setor privado, ainda se observa uma forte defasagem. A convergência das linhas é uma tendência, mas ainda pouco significativa. Já a participação dos governos estaduais nos aportes de recursos está aumentando, um grande avanço resultante do fortalecimento das fundações de amparo à pesquisa (FAPs).

Ao apresentar uma série histórica representativa dos dispêndios em C&T e em P&D, em relação ao PIB, o palestrante ressaltou o crescimento de ambos, mas apontou a meta de aumento nos dois campos. Ainda discorrendo sobre as metas, foi relembrado que o Pacti estabeleceu para o ano de 2010 um investimento em PD&I da ordem de 1,5% do PIB. Para isso, foram estabelecidas as seguintes prioridades estratégicas:

- Expansão e consolidação do Sistema Nacional de CT&I: Expandir, integrar, modernizar e consolidar o Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação;

- Promoção da inovação tecnológica nas empresas: Intensificar as ações de fomento para a criação de um ambiente favorável à inovação nas empresas e o fortalecimento da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior;
- PD&I em áreas estratégicas: Fortalecer as atividades de pesquisa e inovação em áreas estratégicas para a soberania do país;
- CT&I para o desenvolvimento social: Promover a popularização e o aperfeiçoamento do ensino de Ciências nas escolas, bem como a difusão de tecnologias para a inclusão e o desenvolvimento social.

Dentro de cada prioridade, foram definidas linhas de ação, as quais foram brevemente mencionadas pelo palestrante. Em seguida, ressaltou-se a multiplicidade de fontes de recursos, diversificadas entre 2007-10, o que alavancou os investimentos em PD&I a um total estimado de 41,2 bilhões de reais. Este fenômeno se explica, entre outros motivos, pela incorporação de metas relacionadas à área, por parte da Política de Desenvolvimento Produtivo.

Para o ano de 2010, a Política de Desenvolvimento Produtivo estabeleceu metas relacionadas ao aumento do investimento do PIB em PD&I, com o fim de garantir liderança internacional, com o aumento do volume brasileiro de exportações mundiais e da participação das micro e pequenas empresas (MPEs) neste nicho de mercado.

A este conjunto de prioridades está vinculada a política de financiamento da Finep, a qual, com diferentes taxas de retorno, agregará investimentos. Isto porque a Finep tem como missão institucional "promover o desenvolvimento econômico e social do Brasil por meio do fomento público à Ciência, Tecnologia e Inovação em empresas, universidades, institutos tecnológicos e outras instituições públicas ou privadas", e atua em toda a cadeia da inovação, com foco em ações estratégicas, estruturantes e de impacto para o desenvolvimento sustentável do Brasil.

Visando ao cumprimento de sua missão, a Finep concentra sua atuação em dois pontos estratégicos. O primeiro como agência de fomento à pesquisa científica e tecnológica, apoiando as Instituições de Instituições Científicas e Tecnológicas (ICTs), por meio de investimento de recursos não reembolsáveis. O segundo como banco de fomento ao desenvolvimento tecnológico e à inovação, voltado para as empresas, mediante empréstimos, aporte de recursos reembolsáveis ou não, investimentos de capital de risco e outras formas de apoio.

Como instrumentos de apoio, foram criados 16 fundos setoriais, cada um deles com seus próprios recursos. Alguns desses fundos estão encontrando dificuldades em seus mecanismos de aporte financeiro, os quais devem ser revistos. O apoio às empresas ocorre por programas reembolsáveis ou não. Os programas de recursos reembolsáveis são: Inova Brasil: Programa de Incentivo à Inovação nas Empresas Brasileiras; Juro Zero: Financiamento a pequenas empresas

inovadoras, ágil e com burocracia reduzida; Inovar: Programa de incentivo ao capital empreendedor. Os de recursos não reembolsáveis são: Subvenção Econômica: Programa de subvenção econômica às empresas para atividades de PD&I e absorção de recursos humanos, e Sibratec: Programa de articulação ICT-Empresa. Estes projetos implicaram um significativo aumento da subvenção a projetos de PD&I, que só em 2009 somou 466 milhões de reais.

Outro destaque feito foi o Programa Prime, que visa apoiar empresas inovadoras nascentes, com alto valor de conhecimento agregado. O apoio se dá mediante aportes financeiros ao longo de dois anos, especialmente para capital de risco. A meta do programa é apoiar 1.900 empresas novas. Apesar dos esforços em incorporar a tecnologia nas empresas, o total de contratações de mestres e doutores pelo setor privado ainda é muito pequeno. Em 2007/08, apenas 18 empresas efetivamente contrataram mestres (42) e doutores (26).

Paralelamente, o Programa Inovar, de incentivo ao capital empreendedor para promover o desenvolvimento das empresas de base tecnológica brasileiras, se concentra em realizar investimentos em capital de risco para incubadoras. No programa, foram investidos 3,03 bilhões de reais.

Após resumir algumas estatísticas do Programa Inovar, o palestrante direcionou sua digressão à 4ª CNCTI, a qual abordará temas sob a ótica das quatro prioridades estratégicas do Pacti 2007-2010:

- Sistema Nacional de Ciência Tecnologia e Inovação;
- Inovação Tecnológica nas Empresas;
- Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em Áreas Estratégicas;
- Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Social.

A conferência terá como desafios a consolidação da estrutura para o SNCTI, de uma política de Estado para CT&I e de instrumentos e marcos regulatórios. Refletindo sobre os desafios apontados, o palestrante ressaltou a necessidade de solucionar o impasse relativo às fundações. Toda a problemática legal, em verdade, deve ser reestudada, uma vez que furos na legislação impactam a tomada de decisão e controles. A consolidação de instrumentos jurídicos adequados é urgente.

Além disso, é fundamental aprimorar a gestão do sistema, pois atualmente o processo é darwiniano, de forma que os projetos são aprovados em grande volume, mas só sobrevivem os mais aptos. Tal seleção é difícil, mas precisa ser feita com critérios adequados.

2. Carlos Tadeu da Costa Fraga

O palestrante, representando o Centro de Pesquisas e Desenvolvimento Leopoldo Américo Miguez de Mello (Cenpes), tratou do tema "Inovação e Ciência na Petrobras". Inicialmente, apresentou alguns números da empresa, tais como um aumento, nos últimos dez anos, de 50% no número de reservas descobertas e dez vezes mais investimentos totais. O investimento esperado para 2010 é de 90 bilhões e, em mercados internacionais, a Petrobras tem o segundo maior valor de mercado do ramo. Este sucesso está suportado por competência tecnológica, resultante da aplicação do conhecimento. Hoje em dia, os investimentos são cada vez mais altos em inovação, devido à qualidade dos projetos.

A inovação, dentro da empresa, se rege por quatro princípios fundamentais: alto alinhamento – a inovação se alinha com as atividades da empresa; foco na implementação – os processos inovadores têm prazos e inserem-se na realidade empresarial; integração/cooperação – o desenvolvimento da inovação não ocorre isoladamente; construção de capacidade local – capacitando seu pessoal, a empresa beneficia os próprios processos.

Esses princípios definem a agenda de PD&E da Petrobras. Tal agenda congrega atividades relativas à gestão de três recursos fundamentais: pessoas, investimento financeiro e infraestrutura.

- Pessoas – O Cenpes é um dos maiores centros de pesquisa em petróleo do mundo. Quase 800 pesquisadores, mais de 300 engenheiros e cerca de 500 técnicos estão envolvidos em suas atividades. Esta estrutura mista, que congrega pesquisadores e engenheiros, permite uma sinergia que acelera os processos de inovação. Além disso, existe uma preocupação com a qualificação desse pessoal. Cerca de 50% da equipe são formados por mestres, 25% por doutores e 25% por graduados. Mais da metade da equipe tem menos de dez anos de experiência, por isso a pós-graduação dos pertencentes ao terceiro grupo é uma prioridade.
- Investimentos – Os dispêndios em P&D têm se mantido proporcionais aos maiores investimentos na empresa. Isso se deve à importância dada à inovação e o reconhecimento da contribuição da pesquisa na melhora dos processos empresariais. A resposta às demandas internas constitui um espaço que cresce na mesma medida em que a empresa aumenta.
- Infraestrutura – O trabalho na Petrobras tem sido mais bem estruturado. Isso ocorre mediante um sistema triplo em que os parceiros da academia (instituições de P&D e universidades) e os fornecedores são somados à própria empresa, quando se pensa em termos de infraestrutura. Neste sentido, a Petrobras vem instalando, em diversas regiões do país, várias plantas experimentais voltadas para áreas como biolubrificantes, biocombustíveis ou escoamento e processamento.

A questão dos investimentos da Petrobras em PD&I tem sido fortemente influenciada pelos avanços legislativos nacionais. O marco legal vigente no Brasil para o setor de gás tem mecanismos muito atraentes para investir em P&D. Há dois mecanismos legais de incentivo: um percentual de *royalties* do petróleo, o qual é direcionado ao Fundo Setorial de Petróleo e Gás Natural, que em 2009 foi da ordem de 800 milhões, e um percentual de participação especial, que nasce de uma obrigação contratual – para a exploração do petróleo brasileiro – de investimentos em P&D, o que no mesmo período representou um investimento de 400 milhões. Com esses incentivos, os investimentos em PD&I triplicaram entre os anos de 2006 e 2008, de forma que, em 2007, o total de investimentos em P&D já havia superado o total de investimentos em infraestrutura.

Com tantos investimentos, foi necessário estabelecer uma política estratégica para criar capacidade infraestrutural nas universidades e instituições de P&D, de modo a garantir os resultados. Por isso, atualmente a empresa já instalou, em diversas instituições, uma área total quatro vezes maior do que o Cenpes, entre laboratórios e outras instalações científicas.

De forma similar, o palestrante destacou a incorporação dos fornecedores na estrutura de PD&I da Petrobras. Com o advento do pré-sal, o apetite comercial dos fornecedores aumentou consideravelmente. Por isso, a Petrobras passou a exigir investimentos em C&T no Brasil de seus fornecedores internacionais. Atualmente, quatro grandes fornecedores internacionais já estão neste programa e há uma lista de dez outros interessados.

Por fim, o palestrante apresentou a visão de futuro da empresa, que pretende alcançar a liderança na inovação na indústria de energia, mediante os seguintes vetores: Ênfase na formação e retenção de RH; Projetos robustos de P&D de longo prazo; Maior integração universidade-fornecedores; Articulação internacional; e Seletividade nos projetos de infraestrutura.

Destacou que o setor energético no Brasil apresenta enormes oportunidades e que os desafios agora incluem novas tecnologias, capacidade das cadeias produtivas, recursos humanos, aproximação entre a academia e o setor produtivo e, por fim, os sistemas de controle. Sobre este ultimo tópico, o palestrante reiterou o descontentamento já apresentado pelo coordenador dos trabalhos, Eugenius Kaszkurewicz. O caos dos sistemas de controle leva, muitas vezes, à conclusão de que há mais trabalho contra a inovação do que a favor dela.

Ao concluir sua fala, o palestrante definiu a 4ª CNCTI como uma oportunidade para rever políticas, redefinir estratégias e articular esforços para que ciência, tecnologia e inovação possam redundar no desenvolvimento sustentável do país. Para isso, relembrou o ciclo virtuoso em que recursos investidos geram conhecimento que, aplicado, origina a inovação, a qual aprimora processos e produtos, o que aumenta a geração de recursos e, assim, sucessivamente, em direção a um ideal tecnológico.

3. Domingos Manfredi Naveiro

Dando prosseguimento aos trabalhos, o palestrante, representando o Instituto Nacional de Tecnologia (INT), passou a discorrer sob o tema "Ciência, Setores Econômicos e Inovação: Reflexões a partir da experiência do INT". Inicialmente, o palestrante levantou a seguinte discussão: sempre que há problemas na gestão da CT&I, a tendência natural é culpar o governo, como entidade impessoal e genérica. Entretanto, o governo é, na verdade, formado por todos os setores públicos, de modo que as próprias ICTs também o compõem e compartilham da responsabilidade de tomar atitudes no sentido de solucionar os problemas existentes.

O palestrante apresentou um breve histórico do INT. Criado em 1921, com o nome de Estação Experimental de Combustíveis e Minérios, até a década de 1980, o instituto esteve ligado ao Ministério da Indústria e Comércio (MIC), atual Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC). A partir de então, foi incorporado ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT). A linha do tempo apresentada levantou importantes reflexões, como o fato de, em 1925, o Brasil haver desenvolvido o primeiro veículo movido a álcool. A negligência, por um longo tempo, com um estudo tão promissor, e a consequente defasagem em que se encontram os estudos neste sentido, demonstra o quanto a falta de planejamento e políticas de CT&I é nociva ao desenvolvimento nacional.

Atualmente, a Lei de Inovação apresenta um claro avanço, e o INT se tornou um marco na aplicação desta legislação quando, em 2009, o primeiro servidor público recebeu em contracheque o fruto de seu trabalho na forma dos benefícios concedidos por esta lei. Este avanço levou mais de um ano de trabalho para a construção de mecanismos de aplicabilidade da lei.

Tratando do foco institucional em inovação, o palestrante destacou que a pesquisa e o desenvolvimento geram a inovação, com consequente ampliação do sistema produtivo brasileiro e melhoria da qualidade de vida da população. Isso ocorre porque a inovação surge quando não há apenas um vetor, mas mais de uma forma de resolver o problema.

Além disso, a atenção à prestação de serviços técnicos especializados à sociedade é motor dos processos inovadores, pois, quando se prestam serviços tecnológicos, são levantadas as demandas concretas da sociedade para a inovação. Outro modo de interação com a comunidade são os métodos de capacitação e extensão adotados pelo INT, que funciona como repasse de tecnologia. Por fim, a popularização da C&T implica desenvolvimento social.

Todos esses avanços dependem de três fatores fundamentais: capital humano, infraestrutura e parcerias com as empresas. Tratando do primeiro fator, o palestrante apresentou as estatísticas de pessoal do INT. São 257 servidores (43 doutores, 58 mestres e 131 especialistas) e 271 bolsistas

e prestadores de serviços, num total de 528 pessoas. Entretanto, assim como diversas outras ICTs, o INT sofre com um sério problema de recursos humanos. Isso porque metade do corpo funcional deverá se aposentar até 2013 e não há atualmente uma política para repor pessoal, aumentar o corpo de servidores e, de alguma forma, reter esse conhecimento. Para a inovação, é fundamental que a experiência seja contraposta pela energia de jovens pesquisadores e técnicos. A perspectiva é a de um mínimo ótimo formado por servidores públicos e uma quantidade muito maior de pessoas agregadas à instituição de outras formas.

Tratando da infraestrutura, segundo fator de avanço na inovação, o palestrante lembrou que, sem investimentos nessa área, não se faz inovação. Muitas vezes a infraestrutura pode ser suprida pelas empresas, mas esta é uma negociação difícil. Ao mesmo tempo, a grande quantidade de instrumentos tecnológicos que o Brasil importa aumenta o custo da inovação no país. O Brasil pode, hoje, produzir muitos desses insumos, sendo necessário estabelecer parcerias que possibilitem isso. Outro fator importante é que apenas com infraestrutura adequada o país poderá alcançar os grandes líderes internacionais em termos de inovação, uma vez que a velocidade do desenvolvimento de uma pesquisa pode ser fortemente influenciada pelos equipamentos nela empregados. Exemplo disso é a técnica de catálise combinatória que, quando aplicada corretamente e com os instrumentos adequados, condensa três meses de trabalho em apenas uma semana.

Outra forma de alavancar a inovação é mediante a otimização dos investimentos já realizados. Muitas vezes barreiras internas ou externas obrigam as instituições a investir em equipamentos que não precisam necessariamente ser adquiridos, uma vez que podem ser utilizados em rede com outras instituições. Ao quebrar essas paredes, acelera-se o processo de inovação com menores custos e maior efetividade.

O terceiro fator para a inovação é a integração com as empresas. Somente em 2009, 225 empresas foram atendidas, 1.120 relatórios técnicos emitidos em 214 projetos em andamento, com recursos de órgãos de fomento (Finep, Faperj, BNDES), empresas, organismos internacionais, dentre outros. Tais esforços resultaram em uma rede de clientes com diversos casos de sucesso, dentre os quais o palestrante citou:

- Argamil – trata-se de uma fábrica de argamassa, construída em parceria entre diversos atores (INT, Cetem, Finep, governo do estado do Rio de Janeiro, Faperj, DRM-RJ, prefeitura de Santo Antônio de Pádua e cooperativas), que se concentra no aproveitamento do pó de rocha. Atualmente, a fábrica gera 200 empregos diretos e oferece uma alternativa à cidade em que está instalada, que anteriormente era sustentada exclusivamente por uma pecuária em decadência.
- Beneficiamento do látex em Xapuri/AC – após os trabalhos de extensão tecnológica que treinaram os seringueiros da região, o governo do Acre inaugurou em Xapuri a Natex,

primeira fábrica do mundo a utilizar látex de seringal nativo para produção de preservativos masculinos. Com isso, agregou-se valor ao produto extrativista, de modo que o kg do látex, antes vendido a R$ 1,00, hoje vale entre R$ 4,00 e R$ 5,00.

- Avaliação da usabilidade de produtos industrializados da empresa Whirlpool – esta parceria possibilitou uma maior capacidade de absorção de pesquisadores fora de instituições governamentais, ao mesmo tempo em que incorporou qualidade aos produtos da empresa.

Além desses exemplos, o palestrante fez uma reflexão sobre a necessidade de fortalecer os trabalhos em redes. Os esforços nesse sentido, tais como Sibratec, Progex e Prumo, ainda não alcançaram plenamente seus resultados esperados, mas já demonstram que os esforços coordenados são os de maior impacto na comunidade. Outro destaque foi a aplicação da inovação em áreas estratégicas, exemplificada com a criação de um modelo tridimensional da camada do pré-sal, e para o desenvolvimento social, como no caso da aplicação de tecnologias para a inclusão de portadores de necessidades especiais.

Concluindo suas colocações, o palestrante ressaltou a importância de uma política de Estado em CT&I, particularmente quanto ao atual ambiente de estímulo à inovação (Pacti, PDP, Finep, BNDES, Petrobras, arcabouço legal), de políticas públicas integradas e de investimentos contínuos na formação de recursos humanos para CT&I, tanto no nível superior quanto no nível técnico. Reiterou a necessidade de uma plena atuação em redes, com intensa interação entre unidades de CT&I, e na ampliação do relacionamento entre ICTs e empresas.

Inovação não se dá somente com equipamentos e doutores. São importantes valores como confiança, criatividade e ética, dentre outros, e a comunidade científica deve atuar de forma integrada, com foco na solução de demandas concretas da sociedade. Isso significa mais recursos humanos atuando em CT&I, melhores indicadores de produção de CT&I e mais ações voltadas para a gestão.

Relativamente à gestão, o palestrante defendeu um maior dirigismo governamental da pesquisa, em que o governo teria um papel indutor, concedendo ou retirando investimentos, segundo os interesses sociais. Isso auxiliará na obtenção de resultados mais imediatos e adequados às necessidades da população.

4. José Geraldo Eugênio de França

O terceiro debatedor trouxe a experiência da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e tratou dos três temas relativos à sessão. Inicialmente, o palestrante apresentou o cenário atual, com as grandes dificuldades esperadas com o advento das mudanças climáticas. Referiu-se a dois blocos de alterações relevantes: primeiro, a dos recursos hídricos, com a

modificação dos padrões de precipitação que afetará os suprimentos de água, o aumento das evaporações, enchentes e secas; depois, tratou da agricultura, pois maiores temperaturas influenciarão os padrões de produção, a umidade dos solos será modificada pela mudança do regime de chuvas e a produtividade das lavouras e pastagens também será altamente afetada.

Atualmente, em um momento pós-crise, o palestrante defendeu que a sustentação do saldo positivo da balança comercial tem sido a agricultura e que é ela a atividade que mais impacta a vida da sociedade, uma vez que os alimentos são a base fundamental. Entretanto, com o crescimento das cidades e a urbanização do mundo, ao lado do aumento populacional, a relação de área agricultur*á*vel *per capita* cai de forma constante e inevitável. Com isso, criam-se oportunidades que, na atualidade, nenhum país, além do Brasil, pode aproveitar.

Para que o potencial nacional seja devidamente utilizado, é necessário, então, ingressar num novo tempo da agricultura, no que o palestrante chamou de "novo jogo do agronegócio", em que alta tecnologia é incorporada aos processos, agregando componentes de qualidade, produtividade e rapidez. A biologia avançada, que congrega áreas como a engenharia genética, genética genômica, marcadores moleculares e tecnologias reprodutivas, hoje representa produtos como aumento à tolerância a estresse, maior qualidade nutricional em alimentos, novas variedades de cultivares e opções de melhoramento animal.

Uma das técnicas de biologia avançada mais importantes, no contexto do agronegócio, é o desenvolvimento de germoplasma. A criação de híbridos superiores pressupõe um longo trabalho, mas, quando se verificam as mudanças ocorridas em tempos recentes em comunidades de Goiás, Tocantins e Mato Grosso, que até poucos anos atrás eram vilas, é fundamental associá-las às variedades melhoradas de soja, milho, pastagem e gado.

Durante este processo de construção/incorporação de tecnologias inovadoras, capazes de gerar tamanhas mudanças sociais, a Embrapa tem feito grandes investimentos para se manter atualizada em termos mundiais. Isso significa um intercâmbio intenso de pesquisadores, durante o qual o Brasil aprende e recebe tecnologias do mundo todo. O desafio passa, então, a ser a forma de utilizar tanta informação disponível para tornar a agricultura brasileira mais competitiva com sustentabilidade.

A Embrapa hoje tem direcionado seus esforços para a geração de lucro, seja para grandes produtores, seja para pequenos assentamentos. É fundamental reconhecer que não há heresia em encarar a ciência e a tecnologia como formas de gerar riqueza. Muito pelo contrário, se a tecnologia, quando incorporada, não aumentar os ganhos do produtor, algo precisa ser revisto.

Outra prioridade estratégica da Embrapa é a capacitação de pessoal em áreas estratégicas. Novas áreas, como a Biologia Sintética, que está sendo estudada nos Estados Unidos, são exemplos disso.

Hoje há um pesquisador da Embrapa envolvido nesta área e isso é necessário, para que o Brasil permaneça entre os detentores desse tipo de tecnologia. Este ramo da Biologia incorporará, nos próximos anos, microrganismos biossintéticos à cana brasileira, na nova planta da Amyris, para a produção de biodiesel. Além dessa, a área de melhoramento genético de espécies vegetais para a adaptação a estresse, especialmente em condições de baixíssima umidade, concede a cultivares brasileiros a capacidade de sobreviver e se adaptar em ambientes impactados por mudanças climáticas.

Tratando da bioenergética, o palestrante destacou a inauguração de um grande laboratório na área. Ressaltou a necessidade de centros semelhantes em diversas áreas. Isso porque, além de grandes investimentos, são necessários laboratórios que orientem a pesquisa em áreas específicas.

Para a construção de políticas públicas, a Embrapa tem despendido também grandes esforços. Exemplo disso é o zoneamento agroecológico de diversas espécies. Com o avanço das mudanças climáticas, tornam-se cada vez mais necessários instrumentos científicos de diversas áreas para a conjugação de uma boa política agrícola com sustentabilidade ambiental e segurança alimentar. É necessário investimento em física, química e bioquímica para a construção de bases sólidas para o zoneamento agroecológico.

O palestrante apresentou a necessidade de indução na ciência, de forma a orientar a pesquisa para campos necessários. Exemplificou este ponto apresentando casos como a pesquisa desenvolvida pela Embrapa com a fixação biológica de nitrogênio, que talvez seja, do ponto de vista da agricultura, a maior tecnologia individual do país, graças à qual hoje em dia não se usa nitrogênio mineral na soja do Brasil, enquanto no resto do mundo isso ainda representa um grande gasto de produção, tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental e energético. O próximo passo é adaptar a técnica para outras leguminosas e para as gramíneas, o que deverá representar uma economia da ordem de 20% para a produção da cana.

Atualmente, a Embrapa está envolvida em projetos inovadores relacionados à Bioengenharia aplicada ao agronegócio para o desenvolvimento de biocombustíveis de segunda geração. O maior desafio deste campo é a redução do custo de produção da enzima celulase, motivo pelo qual a empresa tem se debruçado sobre o desenvolvimento de biorreatores instrumentados de fermentação semissólida para a aplicação na produção de enzimas. Além disso, novas ciências, como a nanotecnologia, vêm sendo incorporadas com sucesso, por meio do laboratório de nanotecnologia aplicada ao agronegócio, que já está montado, trabalhando.

Para concluir sua apresentação, o palestrante chamou atenção para várias questões, como a necessidade de alinhar para uma sempre crescente população uma também crescente produção de alimentos em áreas agricultáveis cada vez menores e com menores disponibilidades hídricas. O Brasil é um dos poucos países onde é possível o incremento substancial, não competitivo e sustentável

da produção de alimentos e biocombustíveis. Neste ponto, o palestrante ressalvou a atenção que precisa ser dada a uma falaciosa incompatibilidade entre agricultura e meio ambiente. Declarou ser esta uma falácia na medida em que atualmente é impossível produzir por produzir. Hoje, a necessidade é produzir bem, com sustentabilidade, e o Brasil tem condições de fazer isso.

Outra questão levantada foi a ênfase que deve ser direcionada para novas tecnologias que proporcionem melhorias de produtividade e nutricionais, mesmo em condições adversas, associadas com estresse bióticos e abióticos. Além disso, o palestrante lembrou que as ciências básicas, cada vez mais, serão necessárias para o desenvolvimento de tecnologias agrícolas aplicadas e que há necessidade de maiores investimentos em termos de recursos humanos e financeiros e de uma maior integração entre a academia e institutos de PD&I, visando à utilização de pesquisadores para apoiar o ensino e a orientação de estudantes em áreas estratégicas.

O palestrante encerrou, citando Bernardo Houssay: "os países em desenvolvimento têm duas opções: a ciência ou a miséria".

5. Luiz Eugênio Araújo Moraes Velho

O último palestrante dessa sessão apresentou a visão do Departamento do Instituto Tecnológico Vale. Introduziu sua explanação esclarecendo que seria apresentado um ponto de vista um pouco diferente dos até então apresentados, talvez até inesperado, uma vez que se trata de uma empresa completamente privada.

Inicialmente, o palestrante apresentou uma amostra dos mil maiores investidores em inovação do mundo, em 2008. Neste quadro, destacou a relevância internacional dos países em termos de importação e exportação de tecnologia. Neste fluxo, o Brasil pode ser visto como um pequeno importador de tecnologia, menor que países como a Austrália e Cingapura e de proporções semelhantes à Malásia, mas sua exportação desse bem imaterial é irrelevante no contexto internacional.

Para se situar como uma potência tecnológica, é necessário, além de aumentar a importação de tecnologia, investir na construção de uma política de exportação desta. Quando se fala em investimento, fala-se principalmente de empresas como a Petrobras, a Embraer, a Vale e outras.

Nesse sentido, a Vale tem uma história de P&D que começa em 1965, com a criação da Superintendência de Tecnologia (Sutec), que nasceu com uma visão centralizada de tecnologia. Essa situação mudou no ano de 1997, com a descentralização em diversos grupos de P&D pelo Brasil. Ocorre que, apesar de a descentralização ser vantajosa, ela impôs também perdas à empresa, de maneira que, em 2003, houve uma tentativa de reunificar o sistema em um comitê de tecnolo-

gia, mas essa iniciativa não prosperou. Por fim, em 2006, uma avaliação interna propôs a criação do Instituto Tecnológico Vale, um híbrido dos modelos centralizado e descentralizado e, em 2009, essa ideia se estabeleceu completamente por meio da implantação do Departamento de Inovação Tecnológica da Vale (DITV).

Com essas mudanças, a Vale transitou de um modelo de inovação fechada para um modelo de inovação aberta, feita especialmente com universidades. Entretanto, os investimentos em P&D ainda são tímidos, muito focados em áreas incrementais, inovadoras apenas para a própria empresa. Em áreas mais amplas, com maior grau de novidade, os investimentos ainda são mínimos. Isso se deve a fatores como a falta de cultura brasileira de investimento institucional em inovação e o alto risco do investimento envolvido nesse tipo de pesquisa.

Neste contexto, o objetivo do DITV é estabelecer uma relação entre três sistemas, o de unidades de educação superior, o de órgãos governamentais/agências de fomento e o da Vale, mediante ações de gestão de tecnologia e PI. Em essência, a ideia é formatar um novo modelo em que haja interação com o meio acadêmico, uma vez que boa parte da P&D da empresa vem de consultorias. A empresa busca deixar de ser uma compradora de tecnologia e passa a ser uma parceira duradoura, para pesquisar junto com a academia. O palestrante destacou que esse processo vem acontecendo por uma decisão estratégica da empresa, em base voluntária, já que a obrigação legal de investir em P&D é dez vezes menor do que a de empresas como a Petrobras.

Entre as mudanças trazidas por este novo sistema está o convênio da Vale com FAPs estaduais. Neste convênio, a Vale está aportando 72 milhões de reais que, somados aos aportes que serão feitos pelas FAPs envolvidas, totalizam um investimento de 120 milhões de reais em estímulo a pesquisas nas áreas estratégicas para a empresa. Esse momento será importante, também, porque será uma possibilidade de a Vale mapear as pesquisas de seu interesse, deixando assim sua posição de compradora da tecnologia e passando ao papel de apoiadora do processo de desenvolvimento desta. Outra iniciativa foi uma parceria com o CNPq, que resultou em uma demanda de 266 propostas, em que o volume de recursos necessários para atender a todas é quatro vezes maior do que os 9,4 milhões disponíveis para isso.

Além dessas atividades, o departamento tem a missão de estabelecer sinergias internas e externas entre as unidades da Vale e as unidades de C&T de forma organizada para contribuir com a inovação no país. O modelo foi desenvolvido com vistas a alcançar objetivos estratégicos, dentre os quais o palestrante destacou a viabilização de opções estratégicas para futuros negócios.

O palestrante exemplificou este ponto, mencionando uma visita recente ao *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), em que um pesquisador em novos materiais apresentou, muito superficialmente, uma patente que, se der certo, mudará todo o negócio em mineração. Trata-se de um novo

processo produtivo para o alumínio, em que este material terá a mesma característica estrutural do aço, com um custo muito inferior. Se isso se concretizar, todo o trabalho com bauxita e alumínio da empresa precisará ser fortalecido, diminuindo a importância dada atualmente ao ferro.

O modelo da atuação desse sistema tem um forte componente em rede, cujo próximo passo é a implantação de um instituto no estado do Pará, uma vez que este é um dos maiores centros produtores da empresa e o único localizado na Amazônia. Este instituto, assim como os demais, deverá ter um caráter internacional, congregando pesquisadores de todo o país e do mundo, e em redes com diversos institutos, laboratórios e empresas ao redor do planeta.

Para gerir todas essas atividades de P&D, foi criado um comitê de tecnologia, que já está em sua quarta reunião, organizado de forma a dar sinergia às atividades, para que a Vale conduza suas ações de P&D com foco em atividades de longo prazo, protegê-las e dar perspectivas de atuação nos cenários futuros da empresa.

Uma arrojada aspiração da Vale é "fazer o ITA da mineração". Para isso, a ideia é constituir uma associação sem fins lucrativos, vinculada diretamente à Vale. Este novo ente terá foco em atividades de pesquisa, mas também de pós-graduação. Ele consistirá em uma unidade no Brasil, com forte articulação internacional.

6. Principais questionamentos do público participante

Participante	Pergunta	Palestrante	Resposta
Alaor Chaves	Quase todos os países usam normas técnicas e regulamentos técnicos como meios de obrigar as empresas estrangeiras instaladas no país a internalizar parte de seu esforço em P&D. Por que o Brasil não faz isso? Por que o Brasil é tão omisso em regulamentação técnica?	Carlos Tadeu da Costa Fraga (Cenpes)	Não sei como funcionam os outros setores, mas a indústria do petróleo e gás é extremamente normativa e segue padrões internacionais. Os padrões são muito rígidos. As normas são internacionais, até porque embarcações e equipamentos transitam de um país para o outro com grande facilidade, então não vejo como um caso de falta de regulamentação.
Jacob Palis	O plano que você apresentou é fascinante e eu queria saber em que estágio está a implantação desse plano.	Luís Eugênio Araújo de Moraes Mello (Vale)	O projeto de extensão Parque de C&T em Belém e conversas avançadas para outro em São José dos Campos, extensão também em Ouro Preto, numa universidade com a primeira escola de minas do país. Já há arquitetos contratados para dois desses projetos. Amanhã (dia 06) vamos ver a maquete do primeiro dos projetos, em Belém, cujas obras devem estar começando esse ano. A contratação dos diretores está em curso e, assim que terminar, começará o recrutamento de pesquisadores.

Participante	Pergunta	Palestrante	Resposta
Ricardo Galvão	Vários mostraram a questão do bioetanol/ programa. A pergunta é simples. Existe o problema da hidrólise enzimática. Nós temos agora no Brasil o Centro do Etanol e vários programas, que em minha opinião não parecem articulados. Minha primeira pergunta é: estes programas estão articulados ou não?A segunda: no cenário mundial, onde o investimento em hidrólise enzimática, que só na Califórnia ultrapassa, em muito, o que o Brasil investe, o que está sendo feito no Brasil vai ser relevante?	José Geraldo Eugênio de França (Embrapa)	Eu divido isso em duas situações: a primeira é o etanol de primeira geração, do qual pouco se fala, o que eu não entendo, porque, na verdade, ele é a galinha dos ovos de ouro. Você tem hoje uma produção de 7.500 litros de álcool por hectare, que pode, em dez anos, chegar a 9.500 ou 10.000 litros. Então, veja bem, 10.000 litros de álcool é algo que não será batido facilmente. Então, grande investimento deve ser feito na área agrícola, no etanol de primeira geração, feito da cana e do aproveitamento do bagaço.
		Carlos Tadeu da Costa Fraga (Cenpes)	Na questão do bioetanol, podemos fazer a diferença se a articulação for bem feita. A Petrobras tem trabalhado muito, mas ainda existe muito espaço para articulação. Além da rota bioquímica, nós temos, na Petrobras, olhado com carinho outras rotas. A petroquímica é uma rota que estamos apreciando com bastante cuidado. Nessa área, temos conversado com muita gente de outros países e percebido o seguinte: em alguns países, existem recursos de fomento vultosos que estão sendo colocados à disposição de quem quiser dispor de áreas de risco. Nos Estados Unidos, a subvenção é fantástica para o etanol. E vários atores enxergam pouquíssimas barreiras de entrada nesse negócio. É um negócio que não é de capital tão intensivo, não serve a regimes de concessão e onde a PI é provavelmente o maior desafio. A gente já tentou estabelecer conversas com empresas de base tecnológica, mas eles não querem conversa, a não ser que seja em associação conosco. "Você quer ser meu sócio?". É a única base em que temos conseguido conversar. E eu acredito que podemos fazer diferença se bem articulados dentro do Brasil.
		Interlocutor não identificado	Foi iniciado no ano passado um Sibratec para discutir o bioetanol, inclusive com a perspectiva de criação de uma sub-rede na área de usinas específicas. Não tivemos avanços nesse processo, o que é preocupante.
Fernando Rizzo	Minha pergunta é sobre a proporção do CT-Mineral em relação ao CT-Petro. Há alguma visão da Petrobras de que esse investimento tem retorno ou esse investimento é só uma taxação? As empresas teriam condições de aportar mais recursos para estabelecer um fundo mineral de grande porte?	Carlos Tadeu da Costa Fraga (Cenpes)	Com relação ao CT-Petro, eu diria que os resultados são bons. Eu acredito que por força da existência desse mecanismo de fomento, que força a Petrobras a retirar do seu caixa os custos de investimentos nas universidades, a gente deve continuar a rever nossa filosofia dentro do CT-Petro e a Finep tem ajudado nisso. O CT-Petro pode ser um grande instrumento para aumentar a aproximação dos nossos fornecedores com as instituições de pesquisa no Brasil. Nós estamos dispostos a apoiar esse tipo de iniciativa.
		Luís Eugênio Araújo de Moraes Mello (Vale)	O CT-Mineral tem muitas questões tributárias. Impostos vários, créditos de ICMS, toda essa tributação é específica. Mas o CT-Mineral, por incrível que pareça, a Vale é possivelmente a maior contribuidora, dado seu porte, nunca utilizou seus recursos. Essa iniciativa do ano passado com a Finep é a primeira em que a Vale usaria parte do recurso, ainda que três vezes mais investimentos da Vale do que do CT.

Participante	Pergunta	Palestrante	Resposta
Jorge Guimarães	Sabidamente, nós estamos em uma situação dramática com relação à formação de engenheiros. Por conta disso, a Capes tem estudado vários instrumentos para melhorar isso e a solução está lá na base, não na pós-graduação. Nós poderíamos aumentar a produção de engenheiros em dez mil, talvez doze mil. Isso vai custar cem milhões, o que não é nada para a Petrobras. O problema nem é dinheiro, estamos procurando mecanismos. Pergunto: a Petrobras não quer ajudar a gente a resolver isso? Não é simplesmente uma questão de dinheiro. Estão incorporadas nesse estudo todas as universidades, públicas e não públicas, que tenham qualidade na engenharia. Quer dizer, nós não trabalhamos com... então é um investimento seguro. Então eu deixo aqui essa observação. A segunda é uma frustração muito grande. A Capes tem um portal de periódicos com 170 mil acessos por dia. Todavia, quase todas as revistas do mundo, em todas as áreas, as quais interessam à Petrobras, e todas as patentes. Mas a Petrobras nunca quis se associar a esse enorme portal.	Luís Eugênio Araújo de Moraes Mello (Vale)	Quanto ao portal de periódicos, nós buscamos a Capes e há uma dificuldade operacional dada a natureza privada da Vale. A gente assinou diretamente com a Scopus um contrato para cem pesquisadores. Temos um número de acessos de três mil por dia. A questão das engenharias, em uma visita recente ao Canadá, eu fiquei fascinado ao conhecer, na Universidade de Waterloo, o modelo de engenharia cooperativa. A lógica do modelo é pegar um estudante de classe baixa, sem poder aquisitivo para frequentar a universidade. Ele estuda um semestre na universidade e depois passa um semestre dentro de uma empresa, onde ele ganha o dinheiro para pagar a universidade. Deve haver n modelos possíveis, então.
		Eugenius Kaszkurewicz (Finep)	Quanto ao portal Capes por empresas, isso é um projeto em negociação com a Capes. Está se delineando um conjunto de empresas que, em princípio, teriam acesso ao portal uma vez que elas passassem pelo crivo de receber créditos da Finep, nas áreas de atuação daquele projeto ou daquela empresa. Evidentemente, isso tem um custo, então estão sendo negociados os valores para complementar a negociação com a Capes com as empresas relacionadas, editoras ou o portal das patentes.

Participante	Pergunta	Palestrante	Resposta
Lucia Melo	Em todos os países, em todas as estratégias de tecnologia, a relação da empresa com seus fornecedores é um negócio conjunto de inovação. Isso me pareceu que tem uma similaridade muito grande com o que se pretende fazer com os Centros de Inovação do Sibratec. Minha pergunta é: essa agenda da Petrobras está, em alguma medida, articulada com a agenda Sibratec do MCT?	Carlos Tadeu da Costa Fraga (Cenpes)	Nas ações da Petrobras com seus fornecedores, há espaço para melhorar essa articulação. Existe um programa de governo, do Ministério de Minas e Energia, de mobilização da indústria nacional do petróleo que mapeou todas as lacunas existentes na nossa cadeia de fornecedores, e é papel da Petrobras aproximar esse diagnóstico das possíveis articulações que a gente pode fazer via Sibratec.
Celso Melo	São duas perguntas: No caso da Petrobras, já existem dez anos de interface com o CT-Petro, então as demandas da Petrobras são mais ou menos bem entendidas. A comunidade especializada desconhece quais seriam os gargalos tecnológicos e científicos da Vale. Então como fazer pra que essa interação seja melhorada? Para o Tadeu –na última reunião do CT-Petro, houve uma discussão e surgiu uma informação de que os desafios tecnológicos e científicos do pré-sal seriam apenas inovações implementais em relação ao que já se conhece. Houve certa surpresa, porque é de se imaginar que, sob grandes pressões e a baixas temperaturas, houvesse uma nova agenda científica a ser discutida. É isso mesmo, só temos inovações incrementais para a Petrobras?	Luís Eugênio Araújo de Moraes Mello (Vale)	Para esse edital em parceria com as FAPs, a gente tem um modelo montado no qual vão pessoas da equipe, várias pessoas das FAPs, em cada um desses três estados, expor o que é o edital, quais são as linhas priorizadas, e, mediante a disponibilidade, eu tenho o maior interesse de juntar todas as instituições.
		Carlos Tadeu da Costa Fraga (Cenpes)	Surpreende quando nós dizemos que o que a gente está fazendo no pré-sal é muito mais incremental do que radical. E eu queria reafirmar isso. Essa talvez não seja a avaliação que outras companhias venham a fazer. O pré-sal está a 2.500 m de profundidade de água e esse é um ambiente no qual a Petrobras atua com predomínio. O que nós desenvolvemos de tecnologia até hoje, e aplicamos, nos coloca na posição de produção de 1/3 do petróleo em águas profundas do mundo. Nossa curva de aprendizado é distinta no pré-sal. Existem algumas possibilidades de inovação mais radicais, em áreas que são altamente sensíveis, no que diz respeito ao capital intelectual, principalmente no que diz respeito à área de exploração. O tipo de rocha não tem histórico na indústria do petróleo e calibrar os modelos é um grande desafio, mas esse é um desafio em que não se trabalha sozinho. Uma outra área que eu diria que vai ser uma grande novidade para todos nós é a logística. Aí, uma empresa como a Vale tem muito a nos ensinar. A logística da Petrobras nunca requereu grande aporte tecnológico, mas no pré-sal, a 300 ou 400 km da costa, temos que repensar completamente o modelo de operação.

Partici-pante	Pergunta	Palestrante	Resposta
Jerson Lima Silva	Uma pergunta geral, para a mesa. Ficou claro o objetivo de pular de 1,3% e chegarmos ao investimento de 3% do PIB e também ficou evidente, desde a parte da manhã, que isso só ocorrerá com as empresas privadas compartilhando desses investimentos. Então claramente vemos aqui, em empresas públicas e uma privada, como isso está acontecendo. Agora, a gente vai ter que chegar aos dez, doze, quinze bilhões, para chegar a mais 1%. Então, como conseguir mudar a mentalidade de nossos empresários e provar que investir em tecnologia vale a pena o risco, mas que o retorno não vem em um ano ou seis meses, mas 10 anos?	Luís Eugênio Araújo de Moraes Mello (Vale)	Quando fazemos um paralelo com outros países, vou pegar dois países onde a mineração é importante, Canadá e Austrália. Lá funciona assim: se a companhia fala "eu vou aportar X na universidade Z, o governo automaticamente apoia metade". Isso é automático, não tem muita burocracia. Aqui a gente ainda tem algumas barreiras. Evidente que cada um tem suas prioridades, mas recentemente houve um edital do CNPq em curso para a incorporação de doutores nas empresas, mas apenas para pequenas e médias empresas. Eu entendo a questão de prioridade, mas por outro lado talvez sejam as grandes empresas que têm melhores condições de fazer os investimentos mais vultosos. Nas pequenas empresas, você tem que instalar ainda a cultura.
		Eugenius Kaszkurewicz (Finep)	Há um conjunto de ações que a Finep tem desenvolvido nesse sentido. Sejam instrumentos de subvenção, sejam ações de sensibilização junto ao CNI, seja divulgando os instrumentos de crédito, etc. A nossa percepção é de que o sistema tem uma dinâmica lenta. Esse processo de convencimento não é rápido. Algumas empresas rapidamente percebem essa questão da inovação e são sensibilizadas, mas os instrumentos não são suficientes. É preciso repensar. Agora esse repensar também tem que ver com o seguinte: a pressão pela execução é tão demandante na empresa que esses programas acabam ficando em segundo plano. Mas você tem razão, a participação da Finep tem que ser mais efetiva.

7. Foco das discussões com os palestrantes

Dois aspectos permearam as discussões com os palestrantes. O primeiro esteve relacionado ao papel e à necessidade de informações básicas para fazer avançar as várias ações tanto no financiamento quanto na agricultura, na mineração ou na indústria do petróleo. Neste quesito, as colocações envolveram as redes de produção, e não apenas as ações específicas da empresa. Dessa forma, a experiência da Vale com o transporte de minérios por longas distâncias pode ser importante para a Petrobras no processo de exploração do pré-sal. Também no âmbito dessas discussões, foram incluídas reflexões acerca de nossas potencialidades e do que podemos aprender com os países desenvolvidos. O segundo ponto esteve relacionado à socialização da informação nos diferentes níveis, mas, principalmente, na interação da academia com a empresa, com a iniciativa privada, nos seus múltiplos matizes, incluídos aqui o acesso ao portal de periódicos e a formação de pessoal na área de engenharia.

Síntese das apresentações e tópicos abordados pelos palestrantes

Ima Célia Guimarães Vieira[1]

1. Jacob Palis

Relatou o reconhecimento do avanço da ciência brasileira por meio da referência *Science in Brazil 1998-2002 e 2003-2007*. Segundo esses dados, no primeiro período de cinco anos, a média de impacto de nossos trabalhos científicos em relação à média mundial foi de quase -40%. No período 2003-2007, melhoramos na média de impacto dos trabalhos – 33%. Nesse período, avançamos 8,15% na média. Sobre os países do BRIC (Brasil, Rússia, Índia e China), apresentou um gráfico que mostra que, em matéria de impacto no período 1985-2008, o Brasil melhorou muito e tem a liderança em termos de impacto, mas a China e a Índia avançam em velocidade de crescimento maior que o Brasil e ameaçam a nossa posição.

O grande desafio para ele é que o Brasil tem que fazer de tudo para manter a liderança e dificultar a ultrapassagem da China e da Índia, que estão bem próximos ao Brasil. Outro desafio é atingir 1,5% do PIB. Estamos por volta de 1,3% e 1,4%. A proposta é que aumentemos para 3% do PIB nos próximos anos. Aponta que devemos flexibilizar formas de apoio e remuneração. Hoje, o Brasil é competitivo.

Sobre produção científica

Em termos de números de artigos científicos publicados em revistas indexadas, ele mostra que a evolução brasileira é também extraordinária, sendo que, ao final de 2008, já ocupava a 13ª

1 Pesquisadora do Museu Paraense Emilio Goeldi MPEG/MCT.

posição, à frente de países de grande tradição científica, como Holanda, Rússia, Suíça, Polônia e Suécia, dentre outros, com cerca de 2% da produção mundial, enquanto no período 1998-2002 era de 1,34%. Diz que é necessário que as publicações brasileiras tenham mais impacto. As áreas de engenharia, física, matemática e espacial atingiram a média mundial.

Participação em fóruns internacionais

- Presença das Academias de Ciências no grupo G8 + 5 – África do Sul, Alemanha, Brasil, Canadá, China, EUA, França, Índia, Itália, Japão, México, Reino Unido, Rússia. Egito está como observador. Em 2009, em Roma, a Academia Brasileira de Ciências (ABC) defendeu cientificamente a excelência do etanol de cana-de-açúcar como energia renovável. Como resultado, os biocombustíveis constaram da declaração final, ressaltando-se a necessidade de padronização e certificação.
- Fórum Internacional de C&T para a Sociedade (STC Fórum). O STS Fórum congrega cientistas, empresários e *policy makers* em nível internacional.
- Fórum Mundial de Ciências. Este fórum é realizado bianualmente em Budapeste, Hungria, desde 1999. Propõem trazer o fórum em 2013 para o Brasil.
- Fórum de CT&I da Unesco. Reuniões preparatórias foram promovidas pela Unesco na América Latina e Caribe, para tomada de posições comuns a serem levadas ao Fórum Mundial, sobre temas como recursos hídricos, fontes renováveis de energia e mudanças climáticas.
- Conferência Novas Fronteiras na Diplomacia Científica. No ano de 2009, foi avaliado o papel da ciência para atingir duas prioridades da política internacional: manter a segurança e a paz no mundo e promover o desenvolvimento econômico e social.
- COP 15. Em reunião preparatória para a Conferência das Nações Unidas em Copenhague (COP 15), 70 academias de ciências, dentre elas a ABC, assinaram um manifesto, conclamando os líderes mundiais a reconhecerem explicitamente as ameaças diretas causadas pelas emissões de CO_2 aos oceanos e seu profundo impacto no meio ambiente e na sociedade.

Participação nos principais organismos de C&T internacionais não governamentais

- Academia de Ciências para o Terceiro Mundo (TWAS);
- International Council for Sciences (ICSU);
- Inter-academy Council (IAC).

Participação nos principais organismos de C&T regionais não governamentais

- *Academy of Sciences of the Developing World* – Escritório Regional (TWAS-ROLAC);
- *Interamerican Network of Academies of Science* (IANAS);

International Council for Science – Escritório Regional (ICSU-LAC).

2. Beatriz Leonor Silveira Barbuy

Relata a importância da comissão especial de astronomia, que objetiva fazer o Plano da Astronomia Brasileira. Sobre os projetos maiores – satélites e telescópios gigantes. Fala que a astronomia mundial é efervescente. Deu exemplos de vários satélites. O Brasil não está em nenhum projeto de satélite científico. Alguns pesquisadores isolados estão participando desses projetos. São eles:

- Pequenos projetos: Corot e Mirax;
- Gemini – mais importante participação no consórcio, aprendizado e interações. É limitado em instrumentos, mas importante para o amadurecimento da Astronomia brasileira nessas áreas (instrumentação, uso de 8 metros, consórcio internacional);
- Soar – *Southern Observatory for Astrophysical Research.* Tem três instrumentos brasileiros. O primeiro deles a ser usado em breve;
- MAD – *Paranal Instrumentation;*
- VLT Instruments.

Grandes instrumentos são produzidos em consórcio. Devemos visar isso no futuro.

Relata que há três projetos de telescópios gigantes. O Brasil não pode "perder esse bonde". Cada instrumento custa 25 milhões de euros. São instrumentos que vão medir a expansão do universo. São três telescópios gigantes: E-ELT é o maior (42 metros), e serviria como entrada para o ESO no futuro, que inclui: Alma, E-ELT, telescópios de 4 metros La Silla, telescópios 8 metros Paranal. É um projeto caro – verbas voltam-se para indústria, bolsas, viagens e estadia para observação. Instrumentos e ciência de primeira linha. Para ela, teríamos mais autonomia em propor projetos.

Para entrar em um projeto, é preciso dispor de 100 milhões de euros. O maior é o europeu ESO. São projetos caros. O Brasil precisa participar. Questiona quando vamos entrar nos grandes projetos. Mostra dados sobre o crescimento da Astronomia no Brasil. São 330 pesquisadores, 286 artigos no ISI 2009.

Aponta as limitações: Quanto podemos avançar? Aponta a necessidade de o Brasil entrar em consórcio e as dificuldades de ter projeto e não pagar ou atrasar os dispêndios de recursos.

3. Celso Pinto de Melo

A partir do ano 2000, a ciência é vista como instrumento de avanço da sociedade. A ciência brasileira atingiu o limiar da massa crítica funcional e deve ser encarada como uma ferramenta estratégica essencial para o desenvolvimento nacional.

O Brasil não tem uma macropolítica de formação de recursos humanos – a educação é vista como gargalo.

Fez duas grandes constatações sobre a política brasileira de C&T:

- O Brasil colhe hoje os frutos de uma bem-sucedida política pública de formação de recursos humanos qualificados. Houve crescimento expressivo no número de doutores; na produção científica (número de artigos indexados) e no impacto relativo (número de citações) desses artigos;
- O Brasil não tem qualquer (macro) política pública de fixação de seus recursos humanos qualificados. Cresce o número de cientistas e engenheiros emigrados. Fala sobre o envelhecimento global, a estreita janela de oportunidade para o Brasil e sobre o risco da "emigração seletiva".

Chamou a atenção para o fraco desempenho do Brasil na formação de pessoal, diante de outros países. Sugere aumentar a presença de cientistas urgentemente. Apresenta dados recentes sobre a distribuição de programas de doutorado em diferentes áreas do conhecimento. Mostra que o aumento ocorreu nas humanidades e na linguística. Os percentuais estão se mantendo historicamente os mesmos. Outra constatação foi a de que o Brasil não sabe fazer inovação – ainda estamos construindo um modelo e o governo investe mais do que o setor privado em P&D.

Chamou a atenção para a drenagem de cérebros para a Europa e para os EUA. Segundo dados recentes, há uma campanha na Europa para a chamada de novos cientistas. É o que eles chamam de "Cidadania por talento". Quem for trabalhar na Europa terá cidadania europeia – exportação de cientistas. Segundo ele, a África e as Américas são fornecedores de cérebros.

Sobre a importância da colaboração internacional

Refere-se a um documento elaborado pelos EUA sobre a Colaboração em C&T – *International S&T collaboration*. Este documento refere-se ao Plano Nacional de C&T e diz que, no Brasil, não há uma coordenação forte nas atividades de cooperação internacional e que esta é pouco documentada. Segundo o documento, recurso não é o principal motivador da cooperação, já que é fácil acessar recursos internos.

Outro documento publicado na Revista da Fapesp discute por que não cresce a participação da pesquisa brasileira em redes internacionais. As áreas das geociências são responsáveis por 50% da cooperação, seguidas da Matemática (40%) e da Física (40%). Chama a atenção para a China como uma potência científica: é a maior tecnocracia mundial; tem o maior programa de pesquisa. Esse país está no estágio inicial de um ambicioso programa de C&T. Está também diversificando suas bases de pesquisa e aumentando a colaboração internacional.

Por fim, aponta a importância da definição de programas mobilizadores, dando os seguintes exemplos:

- Nanotecnologia: governança central e bem definida; clara definição de focos e metas;
- Programa Espacial: necessidade estratégica; articulação de toda a cadeia de conhecimento e mobilização de uma enorme cadeia produtiva.

4. Eduardo Moacyr Krieger

Apresenta uma série de dados sobre a evolução da cooperação internacional até 2000, que mostra que, em 2001, o Brasil apresentava a menor taxa de trabalhos em cooperação (35%), enquanto a Costa Rica tinha 80% e a Colômbia 75%. Em 2001, a colaboração internacional do Brasil foi de 3.369 artigos e os principais países de que tivemos colaboração, medida pela coautoria de artigos científicos, foram os EUA (39%), a França e o Reino Unido (ambos com cerca de 13%). Coopera-se pouco com os países da América do Sul. A partir de 2005, o Brasil diversificou suas publicações e houve cooperação com mais países, inclusive China e Índia (2%). Relata ainda a participação de brasileiros em artigos publicados na *Science* e na *Nature* em 2008 como uma nova forma de inserção de alto impacto na ciência internacional. Foram 64 artigos na *Science* e 82 na *Nature*, o que equivale a cerca de 60% da participação estrangeira nas duas revistas. Outro destaque é dado aos 248 trabalhos publicados entre 1994 e 2003 com mais de 100 citações.

Assim, ele revela a importância da cooperação para aumentar a qualidade e o impacto dos trabalhos científicos dos cientistas brasileiros e apresenta os desafios para a inserção internacional da ciência brasileira, que são:

- Incrementar cooperação institucional (papel do MCT-MRE e da ABC);
- Evitar assimetrias (equipes de igual competência);
- Promover a estabilidade/continuidade (equipes/financiamento);
- Privilegiar cooperações multilateral *versus* bilateral.

Em seguida, E. Krieger mostra que a ciência biológica tem mudado e, para ter representação internacional, é preciso estar atento às rápidas mudanças que estão ocorrendo. "O enfoque reducionista está mudando para enfoque integrativo e isso dá margem para o nascimento de outras áreas na biologia, como os sistemas em biologia". Esses sistemas têm como objetivo estudar a estrutura, a dinâmica, o controle e a modelagem de sistemas (genes, cadeias bioquímicas, etc.) e integrar as partes em oposição ao modelo reducionista. Para tanto, usa como instrumento as múltiplas disciplinas (biologia, computação, matemática, física e engenharia) para analisar dados complexos (transcriptômica, proteômica, metabolômica, etc.), de forma interdisciplinar.

Outro aspecto abordado foi a medicina translacional, que é a transferência do conhecimento da pesquisa básica para o aperfeiçoamento e a criação de novos métodos para prevenir, diagnosticar e tratar as doenças, bem como a transferência de problemas clínicos, que criam hipóteses, que podem ser testadas e validadas em laboratórios de pesquisa básica (Bancada Leito e Leito Bancada). Deu vários exemplos em outras áreas da biologia, como a fisiologia humana, que deverá, segundo ele, incorporar a multidisciplinaridade da ciência em suas pesquisas, procurando integrar as partes nos diferentes níveis estudados: molecular, celular, sistemas e indivíduo como um todo.

Ao final, apresentou os desafios na formação de doutores no Brasil:

- Treinamento científico: "especializado" *vs* multidisciplinar, multissetorial;
- Organização departamental dos cursos: disciplina *vs* temática (multidisciplinar, interinstitucional);
- Treinamento científico: "básico" *vs* demanda do mercado (universidades, empresas. etc.).

5. Peter Mann de Toledo

Primeiramente, fez uma sinopse das tendências de cooperação científica e a relacionou com a agenda ambiental da Amazônia. Apontou os problemas relacionados à organização e ao

funcionamento de um sistema regional de C&T, que mobilizam hoje em dia interesses e expectativas além da esfera acadêmica. Apresentou a floresta tropical com diversas abordagens da realidade e mostrou a necessidade de entender o complexo ambiental. Apresentou as principais motivações dos ciclos de conhecimento científico na Amazônia durante as diferentes fases de interesses científicos sobre a região, que vão desde o conhecimento, a dominação e a conservação da natureza até o uso de recursos naturais e o entendimento dos padrões climáticos regionais e impactos globais da hileia.

A seguir, mostrou com exemplos de incursões internacionais na região que a Bacia Amazônica, ao longo de sua história, sempre se mostrou como um espaço geográfico de interesse científico internacional, destacando-se as expedições científicas na Amazônia brasileira, a criação do Museu Paraense Emilio Goeldi, em 1866, o Instituto Internacional da Hileia e a criação do Inpa, o Projeto Flora Amazônica e vários projetos temáticos de viés ambiental e social.

Em seguida, mostrou os avanços em diversas formas de parcerias internacionais estabelecidas na região e alguns projetos importantes, como o Projeto *LBA-Large-Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazônia*, a Rede de Inventários Florestais da Amazônia-RAINFOR, o *Tropical Ecology, Assessment and Monitoring Initiative* (TEAM), a Rede de Pesquisa ATDN (*Amazonian Tree Diversity Network)*, o Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF) e, por último, o projeto Duramaz- Determinantes geográficos, demográficos e socioeconômicos de experiências de desenvolvimento sustentável na Amazônia brasileira. A despeito desse avanço, relatou que alguns pontos frágeis ainda estão presentes nos modelos de cooperações instituídos na região. São eles:

- Relações assimétricas na definição de agenda;
- Falta de foco nas avaliações dos programas por parte do MCT-CNPq;
- Desigualdade na formação de recursos humanos nos temas de interesse das instituições brasileiras;
- Desequilíbrio na produção científica entre as partes cooperantes;
- Descontinuidade dos projetos.

Sobre a biodiversidade, ressalta que a descrição e a análise da biodiversidade brasileira requerem uma abordagem internacional, o que implica a colaboração e a cooperação entre executores de políticas públicas, instituições, cientistas e comunidades locais. Por último, observa que há falta de um grande projeto na área de biodiversidade com liderança brasileira. Fez, então, a proposta de criação de um programa denominado Censo da Biodiversidade Amazônica, acoplado a um sistema integrado de expedições científicas. Tal programa seria estabelecido em três componentes principais: o de inventários biológicos; o de incremento e modernização das coleções biológicas e o de revisões taxonômicas de grupos biológicos diversos com base no material

coletado nas expedições. Termina dizendo que, para fazer face ao desafio premente de incrementar o conhecimento da biodiversidade da Amazônia, há a necessidade de cooperação nacional e internacional, equilibrada e coesa.

6. Ricardo Magnus Osório Galvão

Apresentou, primeiramente, uma visão geral sobre os projetos internacionais e a inserção dos países nesses projetos. Destaques para:

- Novos avanços científicos, em algumas áreas, demandam instalações e recursos humanos e financeiros muito acima da capacidade individual da maioria dos países.
- Alguns grandes projetos internacionais podem ser estruturados no formato de redes, mas existem aqueles que só podem ser executados em grandes laboratórios.
- Uma participação eficaz nesses projetos tende a fortalecer a estrutura científica e a base tecnológica do país participante.
- Em algumas áreas estratégicas, a não participação num projeto internacional pode levar à completa inviabilização de seu desenvolvimento no país, impedindo o acesso ao avanço tecnológico dele decorrente.

Alguns exemplos de grandes projetos internacionais são: a) CERN: São quatro laboratórios. Há 50 ou 60 pesquisadores trabalhando no Cern; b) Auger. Brasil – Argentina; c) ITER. Não participamos.

Frisa que, na maior parte das colaborações, somos convidados, mas não propomos nada. Sobre a história da inserção internacional do Brasil em grandes projetos, cita o estabelecimento de laboratórios científicos internacionais sugerido nos primórdios da Unesco, 1946, (*United Nations Economic and Social Council* – Ecosoc; Henry Laugier and Joseph Needham) e do Instituto Internacional da Hileia Amazônica, escolhido como um dos quatro projetos prioritários da Unesco em 1947 (projeto de Paulo E. B. Carneiro). Sobre as condições para participação efetiva do Brasil nos grandes projetos científicos, que seja eficaz e proveitosa, cita:

- Base cientifica sólida;
- Definição de prioridades de gestão e avaliação de projetos;
- Existência de institutos nacionais especializados**,** capazes de articular a participação da comunidade científica;
- Capacidade de desenvolvimento da instrumentação cientifica no país;

- Capacidade de assumir compromissos financeiros de longa duração, com acordos bem estabelecidos;
- Arcabouço legal seguro;
- Priorização em colaborações que ofereçam maiores possibilidades de contribuição científica destacada, com liderança em alguns tópicos, participação da indústria nacional, em particular em instrumentação científica e formação de recursos humanos.

Apresentou o seguinte cenário tradicional das colaborações internacionais brasileiras:

- Colaborações a partir de contatos pessoais;
- Pouco esforço de articulação de diferentes grupos;
- Ausência de instância adequada para estabelecer prioridades e incentivar concentração de esforços;
- Falta de garantia de recursos;
- Sistemas tradicionais de submissão de projetos e agências de fomento nem sempre adequados;
- Arcabouço legal inadequado para estabelecimento de convênios e transferência de recursos e equipamentos;
- Pouca preocupação com a participação da indústria nacional na elaboração dos projetos e ausência de laboratórios capacitados para desenvolvimento de instrumentação científica.

A despeito desse cenário desanimador, aborda as iniciativas do MCT para reverter a situação: a) instituição da Rede Nacional de Física de Altas Energias (Renafae) ; b) Rede Nacional de Física e c) Comissão de Astronomia.

Dá exemplo dos hindus, que apresentam projetos e prioridades. Diz que há cem participantes da Índia em dois experimentos: CMS e Alice. A China tem cem cientistas em apenas um experimento. É enfático ao dizer que não podemos ficar com academicismo em cooperação, que a base científica nacional para instrumentalização científica não existe no Brasil e que a situação do Brasil esta piorando com o fechamento de muitos laboratórios. Por último, apresenta um planejamento para tornar mais eficaz a participação brasileira em grandes colaborações científicas internacionais:

- Estabelecimento de mecanismos adequados para apresentação e avaliação de propostas e definição de prioridades;
- Definição dos organismos responsáveis pela assinatura de acordos internacionais;

- Estabelecimento ou fortalecimento de laboratórios nacionais estratégicos em áreas prioritárias e de unidades e instituições de pesquisa federais que atuem como âncoras de colaborações internacionais;
- Aumento substancial da capacidade nacional de desenvolvimento de instrumentação científica, com estabelecimento de institutos especializados e programas de incentivo à participação de empresas;
- Fortalecimento da sustentação financeira a projetos internacionais de longa duração, com esquemas que permitam articulação orçamentária entre diversas agências de fomento;
- Mudança do arcabouço legal com relação a acordos científicos internacionais.

7. Principais questionamentos do público participante

Danilo Pena – Fala sobre a importância dos grandes laboratórios. Dá exemplo do Laboratório Nacional de Luz Síncontron – sucesso? Raio de ação. Envolvimento de empresa.

Paulo de Goes – assessor da ABC

- Reconhecimento científico internacional nos fóruns.
- Preocupação da pós-graduação bilateral. Ela tem uma característica tradicional no âmbito das agências de fomento. Pessoa a pessoa. Criação de conselhos científicos que subsidiem os projetos de cooperação. Caso da Índia.
- Participação nos grandes projetos internacionais. Necessidade de uma coordenação entre CNPq, assessoria internacional, Capes e Itamaraty. Foi feito um grupo de alto nível. Baixar a instância de decisão. Mais efetivo. Desafio é organizar as relações bilaterais.

Marco A. Raupp – Há impacto em ganhar prêmio Nobel ou devemos estimular isso?

Jorge Guimarães – Cooperação. Temos que fazer alguma coisa para melhorar a cooperação. Ponto essencial. Empresa *versus* ciência brasileira é necessário chegar aos 3% do PIB. Ter um organismo que coordene a cooperação. O MCT abriu mão dos últimos anos da cooperação internacional. Acho que precisamos de uma nova ordem para ajudar a estabelecer uma boa cooperação internacional.

Ronald Chelat – O desafio está nos institutos de pesquisa. Nos países: há relação de 1 a 1 entre pesquisadores de ICTs e universidades. Proposta para a conferência: mapeamento sobre as necessidades grandes para os laboratórios desse país.

Lucia Melo – Presença brasileira na Embrapa e na Fiocruz. Questão do nível de relação das agendas em cooperação internacional. Agendas econômicas estão atreladas às agendas do conhecimento. Levar exemplo da Embrapa e da Fiocruz pra conferência.

Adalberto Val – Perfil de capacitação do país. Das dez universidades, nove são privadas. Sistemática e taxonomia: grande gargalo. Instrumentação: Hong Kong. Há dez espectômetros e muitos técnicos.

8. Respostas

Jacob Palis – Para ter Nobel, tem que haver ambiente estimulante e remuneração suficiente. Concorda com PIB de 3%. Esclarece que, no documento ao CGEE, a ABC vai falar da Embrapa, da Fiocruz, do Butantan, do OTCA, pós-Copenhagen, Petrobras.

Ricardo Galvão – Luz Síncrotron. Exemplo paradigmático. Pessoal do ERN participou. Não há fórum adequado para apresentar proposta.

Eduardo Krieger – Internacionalizar a ciência é complexo. Experiências individuais. O gargalo é: como ao lado das inici ativas individuais pode haver uma coordenação institucional? É preciso haver um esforço enorme.

Celso Pinto – Como implementar o redirecionamento da formação de novos cientistas? É possível com planejamento e decisão. Brasil tem incapacidade de formular projetos com foco, metas, programas mobilizadores: ou esse país em muito curto prazo define um programa espacial,ou vamos entrar *capenga no jogo*.

Beatriz Barbuy – Colaboração em jornada com as indústrias. Há boa resposta da indústria. Considera tais colaborações com a indústria como fundamentais.

Parte 2
Seminários temáticos

Educação em CT&I

Programa Escola Conectada: tecnologia digital aliada à metodologia de projetos de aprendizagem muda a prática do professor e a didática em sala de aula

Adriana Martinelli de Carvalho[1]

1. Apresentação

O alicerce fundamental do Instituto Ayrton Senna é o paradigma do desenvolvimento humano, que parte do princípio de que todos nascem com um potencial e têm o direito de desenvolvê-lo.

Educar para o desenvolvimento humano pede um novo entendimento sobre o que é necessário para desenvolver o potencial das novas gerações. Conforme apontado em relatórios da Unesco, é preciso mudar o foco da educação para a aprendizagem.

Nesta linha, o Instituto Ayrton Senna propõe que, por meio de uma educação de qualidade, a aprendizagem se traduza em competências e habilidades para a vida, e a educação é a oportunidade fundamental para transformar o potencial em competências pessoais, sociais, produtivas e cognitivas.

Para o Instituto Ayrton Senna, a noção de competência que responde às exigências do paradigma do desenvolvimento humano é aquela que une conhecimento aos valores, às atitudes e às habilidades para concretizar ações. Cada competência básica torna-se então uma fonte de atitudes e habilidades para que os alunos enfrentem os desafios da sociedade em que vivem.

1 Representante da Fundação Ayrton Senna.

Todas as tecnologias sociais construídas pelos programas do Instituto Ayrton Senna são resultados da aplicação de amplos princípios educacionais e da construção de práticas pedagógicas especialmente elaboradas para transformar potencial em competências para a vida.

2. A visão de educação

O Programa Escola Conectada acredita na promoção de uma educação voltada para o desenvolvimento humano que utiliza a metodologia de projetos de aprendizagem com o uso da tecnologia, como via de desenvolvimento de potenciais. Seu maior investimento é na formação de professores para que possam preparar as novas gerações a viver, conviver, conhecer e produzir na sociedade de informação e comunicação.

O Programa Escola Conectada se traduz numa visão de educação que:

- Possibilita aos alunos desenvolverem competências pessoais, sociais, cognitivas e afetivas necessárias para o desenvolvimento humano;
- Contribui para a inclusão digital e, consequentemente, para uma inclusão social;
- Desenvolve habilidades dos alunos para o uso das tecnologias digitais, melhorando as perspectivas de trabalhabilidade dos alunos num mercado cada vez mais dependente de ferramentas tecnológicas.

Promover a educação para o desenvolvimento humano via tecnologia digital é a proposta do instituto – Programa Escola Conectada – para explicar como a educação desenvolve os potenciais das pessoas, tornando-as capazes de ser, conviver, conhecer e produzir mais e melhor. Isso acontece quando os potenciais se transformam em competências, ou seja, em capacidades para solucionar questões concretas de seu tempo e de sua existência:

1. Competências pessoais – O aluno é desafiado a conhecer melhor a si mesmo e a desenvolver competências pessoais, ou seja, sua identidade e seu projeto de vida. O conjunto de conhecimentos, valores, habilidades e atitudes presentes nessas competências são: autoconhecimento; autoestima; autoconfiança; visão confiante de futuro; resiliência; autodeterminação; plenitude.

2. Competências relacionais – Ao desenvolverem os projetos de aprendizagem, os alunos são desafiados a conhecer melhor o outro e a sociedade onde vivem e, assim, desenvolvem competências relacionais. O conjunto de conhecimentos, valores, habilidades e atitudes presentes nessa competência é formado por: reconhecimento do outro; convívio

com a diferença; interação; comunicação; convívio em grupo; compromisso com o coletivo, com a cultura e com o ambiente.

3. Competências cognitivas – Os alunos, durante o desenvolvimento dos projetos de aprendizagem e fazendo uso criativo e inovador da tecnologia, têm a possibilidade de construir conhecimento de forma colaborativa e autônoma. No conjunto de conhecimentos, valores, habilidades e atitudes presentes nessa competência, estão: leitura e escrita; cálculo e resolução de problemas; análise e interpretação de fatos, dados e situações; acesso à informação acumulada; interação crítica com a mídia; autodidatismo; didatismo; construtivismo.

4. Competências produtivas – A realização de projetos de forma autônoma, solidária e competente traz para os alunos uma série de aprendizados, preparando-os para o mundo do trabalho por meio do desenvolvimento de suas competências produtivas. No conjunto de conhecimentos, valores, habilidades e atitudes presentes nessa competência, estão: criatividade; gestão e produção de conhecimento; polivalência e versatilidade; profissionalização; autogestão, cogestão; heterogestão.

3. A tecnologia como ferramenta de aprendizagem

Para o programa, a tecnologia promove uma educação voltada para o desenvolvimento humano. No entanto, para que isso efetivamente aconteça, não basta que os alunos e professores meramente tenham acesso a ela, nem que aprendam a manejá-la tecnicamente: é necessário que a usem como ferramenta de aprendizagem que lhes permita aprender cada vez mais e melhor.

Utilizar a tecnologia como ferramenta de aprendizagem implica:

- Buscar, armazenar, organizar, analisar e disseminar informações;
- Discutir, criticar e avaliar as informações obtidas em processos interativos e colaborativos;
- Aplicar no pensamento, na tomada de decisão e na ação as informações que sobrevivam às críticas;
- Desenvolver as quatro competências necessárias para a vida.

Aproximando o potencial de interação das tecnologias digitais e a ação educativa planejada, o programa busca garantir que essas oportunidades consolidem, de fato, uma mudança de qualidade na educação. A tecnologia é uma via estratégica nesse processo de mudança, pois contribuirá para a concretização dessa nova concepção de aprendizagem e de educação.

4. Projetos de aprendizagem com uso da tecnologia uma metodologia transformadora das práticas educacionais

O Programa Escola Conectada acredita que a metodologia adotada em sala de aula deve ser baseada fundamentalmente na aprendizagem ativa centrada nos interesses dos alunos. O aluno é autor da própria aprendizagem e protagonista do seu processo de desenvolvimento.

A metodologia capaz de transformar potenciais em competências, valorizando o aluno e o colocando no processo da construção do seu conhecimento, é a metodologia de projetos de aprendizagem. É a forma mais adequada para organizar situações de aprendizagem e para promover o desenvolvimento de competências.

No contexto da educação para o desenvolvimento humano, o aluno aprende e se desenvolve, interagindo consigo mesmo, com os outros e com seu entorno social. É ele que define, planeja, executa e avalia as ações e o próprio processo de aprendizagem, sempre com a orientação, o apoio e a parceria do educador.

Essa nova concepção de aprendizagem implica a mudança dos papéis desenvolvidos na escola. Todos os participantes da comunidade escolar passam a ser atores e aprendizes no processo de construção da aprendizagem e do conhecimento.

O passo a passo de projeto de aprendizagem do Programa Sua Escola é estruturado em quatro ações intrinsecamente relacionadas:

1. A pergunta – Momento em que os alunos manifestam as suas inquietações, as suas curiosidades frente a uma temática específica. Para que essa curiosidade possa ser investigada, os alunos têm o desafio de elaborarem uma pergunta.

2. A pesquisa – Etapa da descoberta, quando os alunos procuram respostas para as perguntas que os inquietavam. Nesta etapa, acontecerá todo o processo de coleta e seleção de dados, análise e conclusão da pesquisa.

3. Avaliação da aprendizagem dos alunos – A avaliação é fundamental no processo da aprendizagem do aluno e deverá acontecer de forma contínua e sistemática. O mais importante não é avaliar a aquisição de conhecimentos, mas, sim, as competências e habilidades que os alunos desenvolveram durante todo o processo.

4. As ações interdisciplinares permitem ao aluno adquirir uma visão mais completa das áreas de conhecimento e suas relações com seu entorno e seus interesses, da mesma forma que constroem integralmente o desenvolvimento.

Para adotar em sala de aula essa nova metodologia, é fundamental que o professor compreenda a sua necessidade, suas potencialidades frente ao desempenho e à aprendizagem do aluno e vivencie-a para que possa quebrar paradigmas tradicionais. E, ainda, saiba aplicá-la na sua totalidade.

A metodologia de projetos de aprendizagem, carro-chefe do Programa Escola Conectada, promove uma nova rotina escolar, gerando práticas de parceria entre professores de diferentes áreas do conhecimento, espaços para a criação do conhecimento, flexibilidade na grade curricular, inovação na gestão e o real desenvolvimento de competências de alunos, gestores e professores.

Professores mudam a prática pedagógica na sala de aula, trabalhando com projetos de aprendizagem; utilizam tecnologia digital com mais propriedade; participam ativamente da comunidade virtual de aprendizagem; fazem parte de uma equipe diferenciada, que usa tecnologia para interagir com outras escolas e compartilhar experiências.

Diretores e coordenadores pedagógicos reorganizam o tempo e o espaço escolar, orientam e estimulam o desenvolvimento de projetos de aprendizagem; participam de comunidades virtuais de aprendizagem; têm visão inovadora do uso das tecnologias digitais para qualificar a educação; compõem uma equipe apta a disseminar a proposta do programa, em grande escala.

Alunos apresentam boas habilidades de leitura e escrita; sabem coletar, analisar e interpretar dados de forma clara; têm acesso à informação acumulada; estabelecem uma interação crítica com a mídia; desenvolvem uma postura proativa; compartilham ideias e soluções; ampliam conhecimentos; apresentam melhor aproveitamento nas disciplinas escolares e maior participação na comunidade.

5. Programa Escola Conectada: investindo na formação de professores para uma educação de qualidade

Acreditando no potencial do professor, o maior investimento do instituto tem sido na sua formação, para que ele possa rever suas práticas e, ao mesmo tempo, adotar práticas pedagógicas que garantam a formação integral dos jovens e possibilitem o desenvolvimento das competências.

Na formação a distância oferecida pelo Programa Escola Conectada, o professor tem a oportunidade de discutir sobre os paradigmas da educação e o cidadão que queremos formar para estar apto a conviver e interagir na nova sociedade do século 21.

Além dos momentos de discussão e reflexão com professores de diferentes escolas e estados, o professor tem também a oportunidade de vivenciar as situações de aprendizagem que serão trabalhadas com seus alunos.

Dessa maneira, o professor participante do programa passa a ser o mediador do processo inovador de aprendizagem, orientando as situações de aprendizagem, articulando parcerias e trabalhando com seus pares, alunos e gestor da escola, de forma interdisciplinar, articulada e integrada com todo o contexto da escola.

Por isso, o programa oferece uma formação continuada aos professores para que trabalhem com projetos de aprendizagem com uso da tecnologia, promovendo uma formação a distância, com 220 horas de duração, para a utilização das tecnologias na sala de aula, com foco no desenvolvimento de competências e habilidades.

A formação dos professores a distância possibilita aprendizado colaborativo, permitindo aos participantes construírem conjuntamente o conhecimento, por meio da discussão, da reflexão e da tomada de decisões, em que os recursos das tecnologias de informação e comunicação atuam como mediadores do processo da gestão da aprendizagem. A participação ativa e a interação permanente dos professores é, sem dúvida, o ponto motivador para a aprendizagem.

O ambiente virtual utilizado na formação conta com diversas ferramentas de interação, como reunião *on-line*, fóruns de discussão, *chat* e MSN, entre outras. Isso é possível pela interoperabilidade da plataforma utilizada: Moodle e Microsoft.

O ambiente de aprendizagem colaborativa envolve um conjunto de ferramentas estruturadas de informação e comunicação, que contribuem para o processo de gestão da aprendizagem, permitindo que "professores" e "alunos" reavaliem continuamente seus papéis e a prática desenvolvida, na medida em que passam a vislumbrar novas possibilidades tanto de inserções de novos recursos tecnológicos quanto à forma de utilização destes recursos.

A metodologia Experiência de Aprendizagem Colaborativa (EAC), solução educacional desenvolvida pelo instituto para cursos a distância, propicia particularmente a aprendizagem colaborativa por sua flexibilidade no que se refere a tempo, espaço e diversidade de percursos, permitindo a interação de todos com todos, em um processo similar ao que ocorre em uma reunião na qual qualquer um pode tomar a palavra, mas com peculiaridades próprias dessa interação.

Tendo sua estrutura fundamentada na interação entre os participantes e na troca constante, o ambiente virtual propicia particularmente a aprendizagem colaborativa e tem facilitado a formação de comunidades virtuais de aprendizagem.

É uma estratégia para troca de informações e construção do conhecimento, abrindo espaços para que os participantes compreendam os pontos de vista de cada um, respeitem a diversidade, aprendam a questionar as próprias certezas e incertezas, reconstruam conceitos e fortaleçam as próprias práticas.

Nesta rede de comunicação e colaboração, cada participante se torna presente simultaneamente, envolvendo-se na produção colaborativa de conhecimentos, reconstruindo conceitos e significados, constituindo um nó que propaga experiências, e compartilha com o grupo novas ideias.

Nesta perspectiva, o professor se amplia significativamente: do informador que dita conteúdos se transforma em orientador da aprendizagem, em gerenciador de pesquisa e comunicação.

A aprendizagem colaborativa funciona como catalisadora de mudanças, oferecendo possibilidades para que o mediador use problemas e situações mais próximas da vida real, possibilitando aos participantes o contato com práticas reais, além da efetiva interação, troca, convivência e aprendizado colaborativo.

Assim como na formação dos professores, a aprendizagem em sala de aula se dá num processo permanente de troca e interatividade com o outro, as situações de aprendizagem acontecem num trabalho colaborativo e solidário, que proporciona comprometimento, enriquecimento pessoal e coletivo sobre o tema discutido.

No contexto da educação para o desenvolvimento humano, o aluno aprende e se desenvolve interagindo consigo mesmo, com os outros e com o seu entorno social. É ele que define, planeja, executa e avalia as ações e o próprio processo de aprendizagem, sempre com a orientação, o apoio e a parceria do educador.

As etapas do trabalho com projetos de aprendizagem vivenciados pelo professor durante a formação e trabalhados em sala de aula, junto aos alunos, propõem a ambos oportunidades nas quais precisam analisar situações em diferentes contextos, favorecendo o processo de pesquisa, diálogo, integração com os pares e tomada de decisão. Esse processo de aprendizagem e ressignificação de conhecimento valoriza o desenvolvimento de competências e habilidades, em vez da simples transmissão de conteúdos.

6. Avaliação do programa

Segundo avaliação interna, realizada por meio de dados coletados junto às escolas pelo Sistema Instituto Ayrton Senna de Avaliação (Siasi) e do MEC, Censo Escolar, os alunos que participam

do Programa Escola Conectada, comparados a outros alunos, têm uma maior taxa de aprovação na prova Brasil (93,2% contra 75,4% – dados de 2006).

Não é só o desempenho educacional que é impactado com o programa. Um estudo realizado em 2009 por pesquisadores da USP, encomendado pelo Instituto Ayrton Senna em parceria com a empresa HP, constatou que o Escola Conectada também interfere na melhoria das habilidades sociais dos educandos.

A pesquisa avaliou 74 professores e 1.316 alunos da 5ª à 7ª série do ensino fundamental de cinco escolas localizadas nas cidades de Campos Altos (MG), Duque de Caxias (RJ), Porto Alegre (RS), Tabira (PE) e São Vicente (SP). Para chegar aos resultados, os pesquisadores compararam as escolas parceiras com outras semelhantes que não adotavam o programa em 2008.

Seguindo o aspecto inovador do programa, o estudo destacou-se pelo uso pioneiro de questionários avaliativos previamente usados em países desenvolvidos e adaptados para o caso brasileiro (Sistema ROPELOC - *Review of Personal Effectiveness with Locus of Control*). Esses questionários utilizam indicadores não cognitivos e medem os principais domínios psicológicos e comportamentais que constituem a eficácia da vida de uma pessoa, isto é, o quanto ela é eficiente para interagir na escola, em casa ou no trabalho.

7. Expectativas são essenciais para o sucesso do aluno na escola

Os resultados mostram que houve significativa melhora da expectativa dos alunos a respeito da escola e também da eficácia social na classe, além de um entendimento maior da responsabilidade sobre o próprio futuro.

8. Impacto nos alunos

1. Ampliaram a expectativa de terminar o ensino fundamental e o ensino médio.

2. Aumentaram os laços de amizade nas dimensões de lazer e de estudo.

3. Apresentaram melhorias nas habilidades sociais, principalmente na percepção de controle dos fatores externos: capacidade de liderança -+ 8%; controle sobre a vida -+ 30%; eficácia social (interação com o mundo social) -+ 13%; lidando com estresse -+ 9%.

9. Impacto nos professores

1. Passaram a incentivar, junto aos alunos, o uso da tecnologia como ferramenta de aprendizagem, tanto para pesquisa quanto para interação e disseminação de ideias e projetos.

2. Reduziram o uso de atividades mecânicas, como cópia de textos, durante as aulas, adotando em sala de aula a prática de trabalhar com projetos de aprendizagem com uso da tecnologia.

3. Aumentaram o entendimento de que a tecnologia ajuda a atingir os alunos, motivando-os para participarem ativamente de diferentes aulas, independentemente do conteúdo.

4. Aumentaram as expectativas positivas sobre o futuro escolar dos alunos.

5. Passaram a adotar as novas tecnologias não só em sala de aula, mas em sua vida cotidiana.

10. Abrangência e impacto do Programa Escola Conectada

O programa é política pública nas cidades de Rio das Ostras (RJ), Araxá (MG), Santana do Parnaíba (SP), Taboão da Serra (SP) e São Caetano do Sul (SP), implementado na rede de ensino desses municípios em parceria com as secretarias municipais de educação.

Em 2009, 21.400 alunos foram impactados pelo programa, que capacitou 577 educadores de 14 municípios de 7 estados (São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Ceará, Rio Grande do Sul, Bahia e Pernambuco).

11. Números do programa – 1999 a 2009

São 299.577 alunos atendidos; 5.671 educadores capacitados; 74 municípios atingidos; 11 estados contemplados.

A previsão do programa para 2010 é beneficiar 25.780 alunos, com investimento direto na formação e no acompanhamento das práticas pedagógicas de 726 professores.

12. Uma história de sucesso: projetos de aprendizagem ajudaram a mudar a dinâmica da Escola Municipal José Bento

Na Escola Municipal José Bento, localizada na zona rural de Araxá, MG, direção, supervisão pedagógica e todos os professores de 5ª a 8ª série aceitaram o desafio de implementar a metodologia de Projeto de Aprendizagem (PA). O envolvimento de todos começou quando os interlocutores do Programa Sua Escola a 2000 por Hora deram início a um trabalho de sensibilização e mobilização dos demais professores. Para isso, organizaram o tempo e os espaços da escola para desenvolver essa nova metodologia.

Cada professor trabalhou com uma turma, fazendo a mobilização dos alunos para que eles gostassem da ideia e abraçassem a causa; desenvolveram atividades para que elaborassem suas perguntas; analisaram e organizaram essas perguntas e agruparam os alunos por temática. Nesse momento, cada professor ficou responsável por orientar um, dois ou três grupos de trabalho de acordo com os temas definidos.

Um dia por semana, os alunos, organizados em equipes de trabalho e de acordo com a sua necessidade, podem pesquisar no laboratório de informática, analisar as informações e dados coletados, fazer relatório, compartilhar o processo em um *blog* ou socializar suas descobertas num fórum.

A professora Neide diz que o trabalho na escola está dando certo porque a equipe é muito unida. Desde o início, todas as etapas foram planejadas coletivamente. "Nós estamos construindo um caminho juntos, com o mesmo objetivo: implementar uma metodologia que propicie o desenvolvimento das competências e habilidades de nossos alunos", afirma.

Os professores parceiros contam que, quando foram convidados a implementar essa metodologia, aceitaram porque perceberam a oportunidade de sair daquela antiga estrutura tradicional, sabiam que os alunos teriam mais interesse e assim poderiam desenvolver seus potenciais. Hoje, já percebem a diferença e contam que eles estão mais soltos, não têm medo de expor suas ideias e melhoraram a linguagem oral e escrita.

Herbert quer ser peão de rodeio e seu projeto é sobre esse tema. "Eu estava cortando o cabelo num salão e vi uma revista que tinha o assunto de minha pesquisa. Li para ver se era compatível com minha curiosidade e pedi ao dono para me emprestar." Sua fala indica versatilidade, criatividade e linguagem oral bem articulada. Além disso, demonstra que tem um projeto de vida e está traçando estratégias para alcançá-lo. Herbert afirma: "Eu quero ser peão e vou superar o atual campeão, por isso estou pesquisando o que é necessário para conseguir realizar meu sonho".

"Com esse meu trabalho, convivo mais com os meus colegas da escola e me comunico também com meus colegas virtuais, perdendo a timidez e aprendendo muito mais." A escola tem criado situações de aprendizagem em que os alunos interagem, se comunicam e convivem em grupo, desenvolvendo as competências relacionais.

Sebastião conta que a pergunta dele tem a ver com sua vida, com seu futuro: "Quero ser jogador e adoro futebol, por isso estou pesquisando sobre o tema." Ele afirma que o melhor é poder trocar ideias com os colegas: "A gente está fazendo um diário de bordo e compartilhando com outras pessoas o que estamos aprendendo." Ele visitou o *blog* de um aluno da Escola Municipal Leonilda Montandon (Caic) e deixou uma mensagem. A construção e a publicação do diário de bordo virtual têm possibilitado uma maior interação, a troca de conhecimentos a partir da visitação de outros alunos que, assim, ultrapassam os muros da escola.

Enquanto o laboratório com Internet não está montado, a secretaria de educação fez uma parceria com a universidade Uniaraxá e com o Senac, possibilitando aos professores e alunos usarem os laboratórios de informática dessas instituições. Assim, a tecnologia digital tem sido a via que promove uma educação voltada para o desenvolvimento humano.

A aluna Angélica conta que sempre teve curiosidade em saber como surgiu o jogo de xadrez e agora está pesquisando em revistas e na Internet. "No início, a gente não sabia mexer no computador e o PA está dando oportunidade pra gente crescer na vida, crescer interiormente e desenvolver nossa capacidade. Agora conheço o computador e já sei navegar." Ela fala com orgulho: "Não é porque moramos na fazenda que somos atrasados. Nós também sabemos usar o computador, pesquisar na Internet, nos comunicar usando *e-mail* e agora estamos construindo nossos *blogs*. Eu adoro minha escola e morar na fazenda".

Na Escola José Bento, o aluno é desafiado a conhecer melhor a si mesmo, a conhecer melhor o outro, a construir conhecimentos de forma colaborativa, autônoma e competente. Na equipe de trabalho da professora Naiara, há alunos de diferentes séries e idades. Ela conta que, no início, as relações eram difíceis, principalmente com os meninos. Mas isso mudou: "Com o PA, passamos a trabalhar junto e agora a gente se encontra para comunicar nossas descobertas, dividir material, trocar informações, ajudar na pesquisa do outro e pedir ajuda. A nossa relação com os meninos melhorou muito".

O principal compromisso da escola, espelhado no exemplo da Escola Municipal José Bento, é o desenvolvimento humano das novas gerações. Para alcançar esse objetivo, a diretora Lúcia não mediu esforços e, com sua equipe, traçou uma prática pedagógica fundamentada no desenvolvimento das quatro competências básicas para a vida, práticas que colocam a aprendizagem no centro de todo o processo educativo, permitindo que o aluno seja protagonista da própria história.

Referências

INSTITUTO AYRTON SENNA. Sua Escola a 2000 por Hora –Tecnologia para o desenvolvimento humano. Saraiva, São Paulo, 2004.

_____ Educação e tecnologia: Um caminho para a promoção do desenvolvimento humano. São Paulo: 2002. 14 p.

_____Disseminando tecnologias sociais por um Brasil vencedor. São Paulo: [2002]. 15 p.

_____ GUIA PARA INTERLOCUTORES DO PROGRAMA ESCOLA CONECTADA. São Paulo: [2008].

MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos; BEHRENS, Marilda Aparecida. Novas tecnologias e mediação pedagógica. São Paulo: Papirus, 2003.

_____ Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologia. 2000. Disponível em: < *www.eca.usp.br/prof/moran/inov.htm* >. Acesso em: 05 abr. 2010.

RAMOS, Kátia. Educação a Distância provoca mudanças na gestão da aprendizagem e do conhecimento. Disponível em: *http://www.educacaoetecnologia.org.br/?p=2508*. Acesso em: 05 abr. 2010.

_____ Vivenciando uma experiência de aprendizagem colaborativa (EAC) do Escola Conectada. Disponível em: *http://www.educacaoetecnologia.org.br/?p=553* Acesso em: 05 abr. 2010.

VALENTE, José Armando; PRADO B., Maria Elisabeth; ALMEIDA de, Maria Elizabeth (Org.). Educação a distância via internet. São Paulo: AVERCAMP, 2003. 204

Desafios e desafinos da educação

Ennio Candotti[1]

1. O pacto pela educação e os homicídios de jovens

Vivendo em uma democracia, por mais imperfeita que ela seja, sabemos que as decisões sobre as prioridades no investimento dos recursos públicos estão sujeitas ao escrutínio do Congresso, do Senado, das Assembleias Legislativas, das Câmaras Municipais e do Executivo, além de um acirrado debate público que tem alcançado amplas camadas da população, cada vez mais atentas e participantes.

Essas instâncias estão sempre prontas a afirmar o valor da educação, mas hesitantes em alocar recursos proporcionais à efetiva implementação de políticas voltadas a oferecer uma educação de boa qualidade uma vez que mais recursos não garantem que a educação oferecida alcance efetivamente a população de baixa renda (estimada em mais de 100 milhões de brasileiros).

Para mudar as prioridades do orçamento da nação neste sentido e sacrificar outros itens de investimento, deveríamos encontrar argumentos e propostas convincentes que mobilizem amplas camadas da população, hoje excluídas da repartição de benefícios auferidos com o crescimento da economia, o progresso do conhecimento e a ampliação do acesso à informação.

A gritante concentração de renda de nossa sociedade, amparada por um iníquo código penal e um violento aparato policial, tem dificultado sobremaneira a possibilidade de negociar em boa fé um amplo pacto por investimentos prioritários em educação.

1 Diretor Geral do Museu da Amazônia.

Estudos recentemente publicados (WAISELFISZ, 2010) mostram que os indicadores de concentração de renda guardam significativa correlação com os de homicídios dos jovens. O mapa da violência registra que a taxa de homicídios dos jovens entre 15 e 24 anos é de 50 em 100.000, mais que o dobro da que se atribui aos adultos e 50 vezes maior do que se verifica em países europeus.[2]

A morte violenta de 50.000 jovens a cada ano revela os obscuros subterrâneos do desafio educacional. Clareá-los é hoje imperativo, particularmente se desejamos estabelecer um amplo pacto pela educação, que inclua as camadas pobres da sociedade a que pertencem, em sua maioria, esses jovens.

Sendo a maioria desses jovens pobre e negra, podemos atribuir à persistência do estado de violência, nem sempre subterrânea, uma das principais causas da grande desconfiança com que pactos e alianças, para reforma das prioridades nos gastos públicos, são vistos pela população mais pobre.

Qual voto de confiança em um "futuro educado" se pode pedir a eles em uma sociedade que resiste de modo "mal-educado" a repartir os benefícios do progresso econômico, técnico, científico e, ao mesmo tempo, permite que jovens sejam fuzilados pela polícia por suspeita de roubo de uma barra de chocolate[3]?

Somente com respeito aos direitos humanos e sincera solidariedade poderemos negociar um pacto, explicitando com clareza o que queremos fazer. Com quais recursos vamos pagar a conta? Qual sua origem? E, finalmente, que educação que queremos construir juntos?

Com uma melhor educação, haverá de fato distribuição de renda? Mais justiça, menos violência nas relações humanas? Os princípios que regem a Carta Constitucional serão efetivamente respeitados? Os jovens continuarão a ser fuzilados por suspeita de roubar uma barra de chocolate?

Países que alcançaram níveis de convívio civilizado mais elevados que os nossos já descriminalizaram os pequenos furtos. É um exemplo, vamos incluir no pacto propostas de medidas semelhantes?

Teme-se, e com razão, que a um sensível aumento nos investimentos em educação não haja correspondência em justiça social e se tolere que a concentração de renda permaneça nos vergonhosos níveis em que se encontra hoje.

---

2 Registros indicam que, em média (2007-2009), no Rio e em São Paulo, as pessoas mortas por policiais em serviço em um ano somam 1.600. Considerando que 2/3 dessas mortes podem corresponder a jovens, temos a estimativa de mais de 1.000 mortes de jovens por ano, só nestas duas cidades, causadas por policiais em serviço.

3 Adolescente de 17 anos suspeito de roubar R$ 12 e algumas barras de chocolate é executado por policiais militares em São José do Rio Preto, em 23 de junho de 2006 . *http://www.ovp-sp.org/indice_exce.htm*

Mais um exemplo, a meu ver emblemático: na Constituição de 1988, havia um artigo que indicava a preocupação dos constituintes com os vínculos entre a justiça social e os crimes de usura, também conhecidos como lucros exorbitantes do sistema financeiro. Levava o número 192 e dizia:

> As taxas de juros reais, incluídas as comissões e quaisquer outras remunerações direta ou indiretamente referidas à concessão de credito, não poderão ser superiores a doze por cento ao ano; a cobrança acima deste limite será conceituada como crime de usura, punido, em todas as suas modalidades, nos termos que a lei determinar.

O artigo, *por supuesto*, nunca foi obedecido e, por pressão das instituições financeiras obedientes aos imperativos dos mercados da economia, dez anos depois foi sumariamente revogado na revisão da Constituição.

Passados vinte anos, nem as cinzas do espírito desse artigo da Lei Maior, sempre caras aos jurisconsultos e aos tribunais constitucionais, foram preservadas. O artigo 192 foi tratado como um equívoco.

Os elevados lucros do sistema financeiro, reconhecido sintoma de concentração de renda e conflito social, não encontram similar no mundo, e a posição que eles ocupam nas escalas comparativas com as de outros países civilizados rivalizam apenas com os números associados aos indicadores de homicídios jovens.

Sugiro aqui um teste para os bons propósitos educacionais das camadas dirigentes de nossa sociedade, que têm manifestado preocupação com a questão educacional. Vamos propor, juntos, ao Congresso a criação de um fundo setorial para a educação[4] alimentado com os depósitos de uma taxa de 2% do faturamento do sistema financeiro, de modo semelhante ao que vem ocorrendo com outros fundos setoriais vinculados a serviços públicos outorgados pelo Estado a gestores privados.

Atentos, observaremos o que acontecerá e, talvez, as informações e reações colhidas venham clarear a natureza do projeto que eles, as elites dirigentes, têm para a educação e como pensam em resgatar da pobreza jovens pobres e negros, que justamente se revoltam frente às estreitas oportunidades e às miseráveis perspectivas de vida e trabalho que lhes são oferecidas.

Seria este projeto semelhante ao que estamos aqui discutindo? E nossos filhos, o que diriam?

Mano Brown, *rapper* e poeta, tem a resposta:

4 Esta é uma primeira proposta concreta para ser discutida na 4ª CNCTI.

> Atrasado eu tô um pouco, sim, tô, eu acho, só que tem que / o seu jogo é sujo e eu não me encaixo // Eu sou problema de montão, de carnaval à carnaval / Eu vim da selva, sou leão, sou demais pro seu quintal /// Problema com escola eu tenho mil, mil fita / Inacreditável mais seu filho nos imita // No meio de vocês, ele é o mais esperto / Ginga e fala gíria. Gíria não, dialeto! /// Esse não é mais seu, oh! (fiu!) Sumiu! / Entrei pelo teu rádio, tomei, 'cê nem viu // Nóis é isso, é aquilo... O quê? 'Cê num dizia? / Seu filho quer ser preto, ah, que ironia! /// Cola o pôster do Tupac, aí que tal, o que 'cê diz? / Sente o negro drama, vai! E tenta ser feliz // Ei bacana, quem te fez tão bom assim / o que 'cê deu, o que 'cê faz, o que 'cê fez por mim?[5]

2. Diversidade e unidade nacional

Um dos mais poderosos agentes da unidade nacional é reconhecidamente o sistema educacional. No entanto, a equitativa distribuição dos recursos federativos defendida pelo Congresso Nacional não permite corrigir diferenças que têm raízes na história da construção da nação.

Apesar dos significativos avanços dos últimos anos, os estados mais pobres, periféricos, com complexa geografia, carência de infraestrutura e contando com um limitado quadro técnico-profissional residente, continuam exigindo programas de investimentos e capacitação diferentes daqueles dos estados centrais, que já alcançaram patamares mais elevados, mesmo que ainda insatisfatórios.

Ao persistir as desigualdades, alimentam-se hostilidades (legítimas ou oportunistas) que dividem perigosamente a sociedade brasileira, ampliando os mencionados efeitos perversos da iníqua distribuição de renda e do poder no país.

Há outro aspecto da equânime política educacional: apesar das diretrizes da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) e de os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) recomendarem atenção às diferenças culturais, históricas e temáticas regionais, os livros distribuídos para a rede de escolas públicas e as avaliações de desempenho e da aprendizagem são uniformes e semelhantes em todo o território nacional. Exige-se, assim, que os estudantes do Norte entendam como natural o uso do cachecol e que, em áreas onde predomina o transporte fluvial, devam saber o que é um metrô, como os metropolitanos, mas estes não sabem o que é uma rabeta (pequeno motor de popa usado nos barcos que levam os alunos para a escola, nas extensas regiões onde o transporte ocorre por via fluvial).

Devemos ainda aprender a escrever livros didáticos atentos às diferentes culturas, história e geografia locais e, ao mesmo tempo, capazes de contar e documentar os fatos que contribuíram

5 Mano Brown e Edi Rock, 'Negro Drama' – Racionais MCs, disco "Nada como um dia após o outro dia", 2003. Os autores e o texto foram sugeridos por Fabio Candotti. O recorte é de minha responsabilidade.

para a construção da nação. A significativa política de compras dos livros didáticos do MEC não pode, portanto, obedecer apenas a parâmetros de mercado ou diretrizes uniformes de consultas das preferências dos professores.

Uma política que induza a preparação de textos atentos às diferenças e interesses locais além dos nacionais (para uso na educação presencial e a distância) poderia ser objeto de cooperação renovadora do MEC com o MCT, o MINC, o MMA, as FAPs e secretarias de educação e C&T estaduais.

Vale a pena observar neste ponto a presença de uma articulada rede de rádio e TV, presente em todo país, com forte interferência no sistema educacional. Esta rede tem pasteurizado as informações e manipulado, no interesse de seus proprietários, as carências das políticas educacionais, agravando (quando não estimulando) o quadro de rivalidades e conflitos.

Uma política descentralizada de indução da produção de material didático genuíno poderia, mesmo que em parte, contribuir para mitigar o degradante impacto da publicidade pouco educada e da mercantilização das informações promovidos pelas redes de rádio e televisão.

3. O livre acesso à informação

Há, neste aspecto, outra nuvem cinzenta que paira no horizonte da educação e suas dimensões nacionais. Ela tem origem na política dos órgãos internacionais que regulam os direitos de propriedade intelectual e que vêm sendo estendidos à informação técnico-científica e ao material com fins educacionais.

Não apenas conhecimentos, descobertas de fenômenos naturais e soluções de equações matemáticas vêm sendo incluídos no domínio da proteção intelectual, mas também serviços e informações a eles associados.

No limite, estes regulamentos permitem proteger o comércio de pacotes educacionais, desenvolvidos em sua maioria em institutos de educação mercantil, localizados em centros afastados dos cenários em que a escola se encontra, muito pouco preocupados com as dimensões locais da formação dos cidadãos e da unidade nacional.

Além disso, a própria restrição da circulação de conhecimentos e informações, crescente nos tratados internacionais, limita as possibilidades de certificação pela comunidade científica de sua efetiva consistência e confiabilidade. Trata-se aqui não apenas de questão técnico-científica, mas que tem também profundas implicações éticas, culturais e educacionais por cercear o controle social sobre o uso de conhecimentos.

A discussão e a defesa do domínio público da informação e seu livre acesso interessam assim tanto à educação, à cultura e à difusão científica quanto à própria política de ciência e tecnologia e inovação. A Carta de Adelphi sobre criatividade, inovação e propriedade intelectual é uma referência importante para informar este debate.

Educação nas fronteiras

Uma população educada e tecnicamente habilitada para operar seus sistemas de produção, transporte, comunicação, saúde e capaz de "fiscalizar os fiscais" de governo é, a meu ver, o mais seguro sistema de defesa da democracia e das fronteiras de um país. A complexidade da rede de competências mobilizadas na defesa do território e dos valores expressos em sua Carta Constitucional exige a participação direta de uma população participante e instruída.

A defesa da biodiversidade da Amazônia[6], por exemplo, dificilmente pode ser garantida apenas por unidades do Exército, por mais bem treinadas e equipadas que sejam. Ela exige a articulação de uma extensa rede de comunidades, saudáveis e bem alimentadas, distribuídas pelo amplo território amazônico, capazes de operar e manter sistemas de comunicações, geração de energia, saúde, transporte e educação, conscientes do valor dos biomas e de suas culturas milenares, para além dos valores de troca da terra e da madeira que nela se encontra.

O programa educacional que deve ser desenvolvido na Amazônia – a exemplo do que estão tentando fazer os estado do Amazonas, do Acre e outros mais – é um exemplo da necessidade de promover programas educacionais diferentes em tempos, forma e conteúdo, em regiões socioambientalmente diversas.

Por outro lado, a bacia hidrográfica amazônica se estende a territórios pertencentes a países limítrofes com culturas, línguas e economias próprias.

A educação na região não pode desconhecer estes aspectos da geopolítica e deve contribuir para promover o entendimento e a cooperação entre as populações que muitas vezes desconhecem em suas práticas as linhas das fronteiras geopolíticas.

As diferentes línguas nacionais e das etnias indígenas faladas na região, particularmente nas áreas de fronteira, acrescentam, aos complexos desafios já existentes, novas dimensões pouco lembradas nos foros da educação e que têm sido objeto de tímidas iniciativas educacionais do governo central.

6 Insisto nos exemplos amazônicos. Vivendo em Manaus, não poderia ser diferente. Vista daqui, a Amazônia é muito diferente daquela que se descreve em Brasília ou nas metrópoles do centro-sul. Percebe-se com mais clareza o significado de seu papel geopolítico, das suas dimensões e a complexidade dos problemas políticos, culturais e educacionais a ela associados.

A oportuna criação de reservas indígenas na Amazônia tem contribuído não apenas para a preservação dos biomas, mas também das culturas que milenarmente ali habitam.

Programas educacionais de formação de professores bilíngues (que falam o português e a língua da própria etnia) têm contribuído para oferecer educação básica para os jovens das comunidades florestinas de diferentes etnias, no entanto, são raros os institutos, linguistas e antropólogos que têm se dedicado ao estudo dessas etnias e das mais de 100 línguas faladas na Amazônia.

A ausência de institutos, estudos e profissionais dificulta a própria formação dos professores indígenas e a educação nas aldeias. Fragiliza também a construção da rede de cooperação e solidariedade necessária para fomentar um equilibrado desenvolvimento socioambiental e contribuir para a proteção do território nacional naquela região.

4. Ciência, cultura e natureza

Uma primeira menção ao fato de que a questão ambiental transcende os seus aspectos culturais e técnico-científicos se encontra no artigo 225 da Constituição de 1988, que determina preservar para as presentes e futuras gerações o equilíbrio dos ecossistemas naturais.

Convenções internacionais, como a Convenção da Diversidade Biológica (CDB), de 1992, reformaram em seguida o princípio de que os recursos genéticos são propriedade da humanidade, atribuindo a eles o controle de cada nação para que os estude, conserve e explore de modo sustentável, soberanamente.

A convenção foi mais longe: reconheceu direitos de propriedade sobre os conhecimentos das culturas indígenas e de populações tradicionais, afirmando que com eles devem ser repartidos os benefícios obtidos com sua exploração econômica (art. 218 da CDB, § j).

Incorporou-se assim ao debate, nacional e internacional, um novo universo de questões com profundas raízes culturais, históricas e técnico-científicas, que envolvem, também, interesses econômicos relevantes.

Novas instituições estão sendo criadas, velhos conceitos e valores ganharam legitimidade renovada, como, por exemplo, o de natureza e cultura (CUNHA, 2010).

Novas formas de perceber e pensar a natureza e a sociedade foram sendo incorporadas ao projeto educacional ora em discussão e nos foros de discussão da política de ciência e tecnologia.

É oportuno lembrar uma dimensão epistemológica da questão ora levantada: ao modo de pensar conceitual, predominante na ciência moderna segundo as novas diretrizes das convenções internacionais, devem-se acrescentar as formas de pensamento que têm estrutura diferente (STRAUSS, 1989) e buscam no concreto e nas percepções sensoriais as referências de seu modo de conhecer e interpretar o mundo.

O estudo destas questões que preocupam a Antropologia e a Epistemologia antecede a CDB, que teve, no caso, apenas o mérito de recolocar a questão em pauta e atribuir-lhe renovadas dimensões políticas.

Elas também devem ser levadas em conta com rigor e bom senso em uma discussão de novas diretrizes para a política educacional.

5. O saber fazer e a ciência do concreto

Não é necessário recorrer aos antropólogos para reconhecer o papel dos odores, sabores, ruídos, cores e texturas na formação da concepção de mundo de todos os seres humanos, seja qual for sua história e cultura.

Vale a pena, porém, observar que a educação, na nossa escola, não trata as formas de percepção, conhecimento e expressão delas derivadas da mesma maneira que trata a língua, a Matemática, a Física e as demais matérias conceituais.

Assume implicitamente, por opção pedagógica ou simplesmente desconhecimento de seu significado, a responsabilidade de delegar à informalidade ou institutos de "artes e ofícios" a educação das habilidades associadas aos sentidos: tocar, dançar, pintar, plantar, cozinhar, usar um martelo, "o fazer com as mãos".

Sabemos que a apreensão das habilidades conceituais e técnico-sensoriais não evolui de maneira semelhante na formação das crianças e dos jovens. Alguns adquirem e exploram com maior facilidade as de caráter sensorial, enquanto outros, as de caráter conceitual; alguns se tornam bons matemáticos, outros, excelentes cozinheiros.

A parcimônia com que é tratada a educação dos sentidos e das técnicas de exploração do concreto nas escolas revela outras questões que deveriam ser incorporadas à discussão educacional, particularmente quando esta ocorre nos ambientes técnico-científicos.

É um fato que as habilidades práticas, manuais, são tratadas em nossa sociedade como habilidades de menor remuneração. Basta para isso lembrar que um bom cozinheiro ganha dez vezes menos que um matemático, igualmente habilidoso, ou que as engenharias são procuradas por uma pequena porcentagem dos alunos da escola média que podem frequentar a universidade.

Por quê? Seria útil entender as responsabilidades das diretrizes curriculares e pedagógicas por esta escolha e este descaminho da educação.

Como é possível que não consigamos equacionar em nosso sistema educacional a formação dos engenheiros ou mais simplesmente dos mateiros – ou parabotânicos –, essenciais para a pesquisa nos biomas naturais, uma vez que ninguém coleta, entra e sai da floresta, sem ser acompanhado e guiado por eles?

Não apenas o pensamento dos povos indígenas, como já mencionado, deveria ser mais bem estudado, tanto pelo seu valor etnográfico próprio quanto prático (como eles se movem na floresta sem usar sequer uma bússola), como também o modo de pensar, interagir com a natureza dos agricultores e artesãos, presentes e passados, de nossa própria cultura.

Menciono um parágrafo de um breve e lúcido "elogio ao trabalho manual", em que o antropólogo Claude Levi Strauss agradece um prêmio que lhe foi outorgado por uma instituição dedicada ao estudo e à preservação dos conhecimentos e das tradições camponesas:

> Subsiste ainda hoje uma cumplicidade entre a visão das coisas e a sensibilidade do camponês e do artesão tradicionais. Estes, efetivamente por seguir mantendo um contato direto com a natureza e com a matéria, sabem que não têm direito a violentá-las, pelo contrário, devem tratar pacientemente de compreendê-las, de atendê-las com cautela, diria quase de seduzi-las, através da demonstração permanentemente renovada de uma familiaridade ancestral feita de cognições, de receitas e de habilidades manuais transmitidas de geração em geração. Por isso o trabalho manual, menos afastado do que parece do pensador e do científico, constitui ele mesmo um aspecto do imenso esforço desempenhado pela humanidade para entender o mundo: provavelmente o aspecto mais antigo e duradouro, o qual, mais próximo das coisas, é também o mais apto para fazer-nos captar concretamente a riqueza destas e para alimentar o assombro que experimentamos frente ao espetáculo de sua diversidade.

6. As Oficinas de Ciências Cultura e Artes (OCCAs)

Uma sugestão concreta que poderia contribuir para estabelecer uma ponte entre o ensino formal das matérias conceituais e o informal das habilidades práticas, artesanais e artísticas é criar

uma rede de oficinas de ciências, cultura e artes: OCCAs[7], entendidas como espaços do ensino não formal onde crianças, jovens e adultos encontrariam oficinas equipadas, instrutores e monitores preparados para orientar trabalhos práticos de ciências, cultura e artes e debater temas de atualidade, criar e questionar. Espaços interdisciplinares a serem construídos com essa específica finalidade ou abertos em escolas, museus, jardins botânicos e institutos de ensino superior.

Estas iniciativas poderiam propiciar uma criativa colaboração entre órgãos de governo que já promovem iniciativas de educação não formal, como MCT, CNPq, MEC, Capes do básico, MINC, M. Justiça, MMA, Sebrae, TV Brasil, FAPs e secretarias de C&T e de educação, municipais e estaduais, além de fundações e institutos privados.

O MCT já promove com grande sucesso a Semana da Ciência e apoia museus, centros de ciências e os Centros Vocacionais Tecnológicos (CVTs). O MEC também apoia institutos tecnológicos, CVTs e numerosas iniciativas de formação técnica, artística e de inclusão digital; o MMA cria salas verdes; O MINC, pontos de cultura, etc.

O objetivo maior desta iniciativa seria mostrar nossa capacidade de articular e de oferecer programas efetivamente interdisciplinares aos alunos das escolas e aos jovens revoltados, que também são curiosos, espaços criativos onde mostraríamos que o saber fazer também é importante, a solidariedade existe e o viver juntos neste mundo é possível.

...e que os números dos homicídios de jovens, que silenciosamente retratam a tragédia da nossa educação, podem ser coisas do passado, recente.

Referências

Carlos. M. Corrrea, Protecting public Domain: access to and use os scientific data and information, Comite Nacional de Etica en la Ciencia y la tecnologia, Secyt, Buenos Aires 2006.

M. Manauela Carneiro da Cunha, Cultura com aspas, SP Cosac Naify 2010.

C. Levi Strauss, O pensamento selvagem. Campinas, Papirus, 1989

7 Projeto semelhante, restrito às ciências, foi elaborado por uma comissão do CNPq e aprovado pelo seu Conselho Deliberativo em 2002. Não chegou a ser implementado.

Ensino de ciências

Ernst W. Hamburger[1]

1. Histórico

O Manifesto dos Pioneiros da Educação Nova já proclamava, em 1932, a necessidade do poder criador e dos métodos de observação, pesquisa e experiência na educação, desde a escola infantil. Hoje, a rede escolar abrange quase toda a população, mas o ensino de Ciências é ainda deficiente. Desde a década de 1950, há iniciativas para introduzir experimentos no ensino, principalmente, no ensino médio, mas ainda limitadas a uma minoria de escolas (HAMBURGER, 2007).

Nos anos 1990, pesquisas cognitivas e pedagógicas nos Estados Unidos da América (BRANSFORD et al., 2000, 2007), na França (CHARPAK et al., 2006) e no Brasil (CARVALHO et al., 1998) mostraram que o Ensino de Ciências Baseado em Investigação (ECBI), que enfatiza o planejamento e a realização de experimentos pelos alunos, orientados pelo professor, é eficaz desde o início da escolaridade e pode ser realizado juntamente com a alfabetização e o desenvolvimento da expressão oral e escrita. Mais recentemente, as evidências favoráveis a esta metodologia foram reforçadas (DUSCHL et al., 2007) e as Academias de Ciências dos EUA, França, Brasil e muitos outros países passaram a apoiar projetos piloto em ECBI (TENENBLAT, K. et al., 2008). As obras citadas de Duschl et al. e de Bransford et al. são resultados de grupos de trabalho de especialistas nomeados pela Academia de Ciências, juntamente com o Conselho Nacional de Pesquisas dos EUA.

Nos EUA, vários projetos utilizam o ECBI, entre eles: em Chicago, escolas da rede municipal reformularam o ensino por intermédio de uma instituição especialmente fundada para formação de professores em serviço, *Teachers Academy for Science and Mathematics (TAMS)*, que funcionou

1 Professor aposentado do Instituto de Física da USP.

de 1991 a 2004 com resultados positivos tanto em educação quanto em inclusão social (LEDERMAN, L. et al. 2009). Vale notar que, em escolas degradadas, os efeitos de programas como este podem não aparecer imediatamente: dois anos após implantação, podem ser ainda imperceptíveis e aparecer claramente após seis anos (BRYK, A.S. et al., 2010).

Em Boston, Mass, foi desenvolvido o currículo de Ciências para a escola fundamental *Insights*, por Karen Worth, do *Education Development Center* (EDC) (WORTH, K. et al., 1996-2006), mais tarde traduzido para outras línguas.

Em San Diego, Califórnia, o programa de ensino de Ciências serviu também para integração de crianças de fala espanhola na sociedade norte-americana (AMARAL, O.M., 2002). Em Washington, DC, o *National Science Research Center (NSRC)* desenvolve o projeto *Science and Technology for Children (STC)*, que é utilizado em várias cidades nos EUA, no Chile e em outros países.

Na França, o ECBI foi introduzido graças à colaboração em pesquisa de Física de Altas Energias, de dois detentores do Prêmio Nobel, Leon Lederman, iniciador do *TAMS* em Chicago, e Georges Charpak, que levou o projeto, chamado *La Main à La Pâte* (*Mão na Massa*, equivalente a *Hands On*, utilizado originalmente em Chicago) para a *Académie dês Sciences* de Paris e para o Ministério da Educação Nacional francês. Inicialmente, utilizaram materiais traduzidos de *Insights*, depois materiais próprios. Após seis anos de projeto piloto, o ministério recomendou o projeto para todas as escolas. Em 2007, cerca de 20% das escolas adotavam. O ministério organizou 15 centros de difusão nas diferentes regiões do país, para dar formação e apoio aos professores que aplicam o projeto. Em geral, estes centros têm colaboração com universidades e institutos formadores de professores locais (*Institut Universitaire de Formation de Maitres – IUFM).*

2. Brasil

No Brasil, o programa se chama "ABC na Educação Científica – Mão na Massa" e é coordenado nacionalmente pela Academia Brasileira de Ciências (o ABC do nome representa tanto a academia quanto o abecedário, para enfatizar o aprendizado simultâneo do letramento e de conceitos científicos), e se iniciou em 2001 com uma colaboração com a *Académie* de Paris. Houve visitas de professores brasileiros a escolas na França e de formadores franceses a polos no Brasil. Há vários polos difusores do projeto em diversos estados. Os mais antigos estão na Universidade de São Paulo (USP), em São Paulo (na Estação Ciência), em São Carlos (no Centro de Divulgação de Ciência e Cultura), e na Fundação Oswaldo Cruz, no Rio de Janeiro, mas o maior polo atualmente é da Universidade de Viçosa (no Centro de Referência do Professor), Minas Gerais, que trabalha com escolas da rede escolar de todo o estado. Há polos ativos também na Universidade do Vale do São Francisco, na Universidade Federal do Espírito Santo e em outros estados que iniciaram os trabalhos, mas tiveram dificuldades de financiamento.

3. Estação Ciência da USP

Vamos relatar aqui a parceria entre a equipe da Estação Ciência e a Secretaria Municipal de Educação de São Paulo no período de 2006 a 2008, abrangendo 100 escolas de ensino fundamental no ciclo I (geralmente na 3ª série), que foi detalhadamente documentada em relatórios mensais e outras publicações, e contou com avaliações sistemáticas ao fim de 2007 e de 2008. A rede municipal conta com cerca de 500 escolas ciclo I, distribuídas em 13 Diretorias Regionais de Educação (DREs). Cada DRE conta com equipe técnica de formadores; além disso, cada escola tem em seu quadro um coordenador pedagógico (CP). Foi escolhida uma amostra de 100 escolas, entre as que se candidataram ao projeto, distribuídas nas 11 diretorias que aderiram ao projeto. Ao final de três anos, 70 escolas se submeteram à avaliação.

A formação dos professores para o ensino por investigação foi realizada pelos coordenadores pedagógicos em cada escola, por exigência da secretaria, para evitar a saída dos professores do prédio, o que poderia acarretar perda de tempo e eventual prejuízo às aulas. Note-se que, nesta rede, cada professor contratado para 40 h/semana ministra 25 aulas e tem livres 15 h/semana para estudos, preparação de aulas e outras atividades pedagógicas. A formação para o projeto de Ciências, denominado Jornada Especial Integral de Formação (JEIF), seria nesse horário. Os formadores das DREs dariam apoio aos CPs nessa tarefa.

A equipe da Estação Ciência ficou responsável pela "formação dos formadores", isto é, dos coordenadores pedagógicos e dos formadores das DREs. Além disso, fez um acompanhamento do trabalho dos professores em uma amostra de cerca de 30% das escolas, por intermédio de visitas de estudantes universitários especialmente preparados para essa tarefa.

A formação de professores e de formadores tem muitos objetivos comuns:

- Refletir sobre o ensino de Ciências por investigação;
- Realizar atividades investigativas para ensino de Ciências;
- Aprofundar o conhecimento de conceitos científicos;
- Desenvolver autonomia dos educadores para o ensino de Ciências;
- Adequar o projeto às necessidades da escola, do professor e dos alunos;
- Planejar atividades e preparar materiais didáticos de apoio aos educadores;
- Favorecer o contato das escolas com centros de ciências e universidades.

Os conteúdos abordam os fenômenos naturais e temas recorrentes nas escolas, como solos, meio ambiente, saúde, seres vivos, poluição, entre outros, a sua importância social e seu caráter interdisciplinar e a elaboração de módulos didáticos.

As estratégias de formação incluem vivências de atividades investigativas, no papel de aluno e de professor; relatos e discussão sobre a formação nas escolas; reflexões sobre as atividades de investigação para ensinar Ciências; os conceitos científicos envolvidos; as habilidades a serem desenvolvidas com os alunos; o desenvolvimento de autonomia do educador para planejar e realizar tais investigações com os alunos; a pesquisa bibliográfica e de mídia para esse fim; a elaboração de sequências didáticas e de atividades de temas diversos, bem como a adaptação de material didático existente.

A formação mais completa ministrada pela equipe da Estação Ciência foi para as 11 formadoras das DREs (fDREs), cerca de dez sessões por ano durante três anos, realizadas na Secretaria Municipal de Educação. Essas fDREs participaram também das formações das CPs na Estação Ciência e cada uma dirigiu uma série de formações das CPs de sua diretoria, na própria diretoria, em paralelo com as formações das CPs na Estação Ciência.

As CPs participaram das formações na Estação Ciência, em turmas de cerca de 20 pessoas e duração de 5 horas cada; ao todo, foram cerca de 20 sessões nos três anos. Em paralelo, participaram de formações dirigidas pela formadora de sua DRE, no prédio da DRE.

As CPs fizeram as formações das professoras de sua escola, nos horários de JEIF, em princípio uma vez por mês.

Esse esquema complexo de formação de professores em serviço foi adaptado à estrutura existente na Secretaria Municipal de Educação, que já conta com profissionais formadores. Para que o projeto se torne mais independente de apoio externo à secretaria, esses profissionais precisam assumi-lo. A alternativa de um processo direto de treinamento de professores pela equipe da Estação Ciência, como no TAMS, em Chicago, embora de concepção mais simples, é mais crítica no médio prazo, pois deixa a secretaria mais dependente de apoio externo permanente.

É imprescindível haver acompanhamento do desenvolvimento do projeto na escola, para ajudar as CPs a tornar as formações de professores frequentes e eficazes, auxiliar na elaboração de atividades investigativas, auxiliar na preparação e na aplicação de aulas e informar a equipe central da Estação Ciência sobre eventuais dificuldades surgidas. O acompanhamento foi realizado por estudantes de vários cursos da USP, especialmente preparados para esse fim e supervisionados de perto pela equipe central. Por falta de pessoal, somente foi possível acompanhar uma amostra de 30% das escolas em 2008.

4. Avaliação

Ao fim dos anos letivos de 2007 e 2008, foram realizadas avaliações diagnósticas ou formativas – isto é, que se destinam a avaliar se o projeto está funcionando e onde pode ser aperfeiçoado (embora funcionem por meio de uma avaliação do aluno, não é este seu objetivo). Foram organizadas conjuntamente pelas equipes da Estação Ciência e da Secretaria Municipal de Educação. Em cada escola foi sorteada uma classe, geralmente de 3ª série, para ser avaliada. Foram 70 escolas e cerca de 1.800 alunos. Os resultados foram positivos: cerca de 80% dos alunos realizaram satisfatoriamente a investigação proposta, registraram o processo e as conclusões e responderam corretamente às questões colocadas. Abaixo damos uma descrição mais detalhada.

Houve, em cada avaliação, quatro tipos de instrumento avaliativo, aplicados em dois dias sucessivos. No primeiro dia, foi definida uma situação de investigação sobre a qual cada grupo de cerca de quatro alunos deveria planejar e executar uma investigação, segundo a metodologia do projeto: discussão prévia da situação em cada grupo, levantamento de hipóteses individuais de solução, registro por escrito de cada aluno sobre sua hipótese; nova discussão, levando à conclusão do grupo e seu registro; realização do experimento idealizado por cada grupo; registro descritivo e do resultado; apresentação ao coletivo da classe dos diversos experimentos de grupo; discussão conclusiva coletiva. Os registros dos alunos constituem o primeiro tipo de instrumentos de avaliação. O segundo tipo é de protocolos de observação escritos pela CP e pelo professor de cada classe e, em algumas classes, pelo estagiário. O terceiro tipo é de questionários respondidos pelos formadores das DREs, pelos coordenadores pedagógicos e pelos professores das classes avaliadas.

O quarto tipo é instrumento individual de cada aluno: um teste de sete questões Falso/Verdadeiro e uma questão dissertativa, aplicadas no segundo dia. Há questões sobre a situação de investigação do dia anterior e outras sobre uma situação problema nova, todas elaboradas pela equipe central Estação Ciência/Secretaria Municipal de Educação. Há ainda uma questão livremente elaborada por cada escola, para permitir incluir atividades específicas daquela escola.

Em 2007, o desafio foi: "Como fazer para derreter uma pedra de gelo? Você terá que derreter o pedaço de gelo fornecido o máximo possível, durante 15 minutos." A figura a seguir mostra algumas respostas:

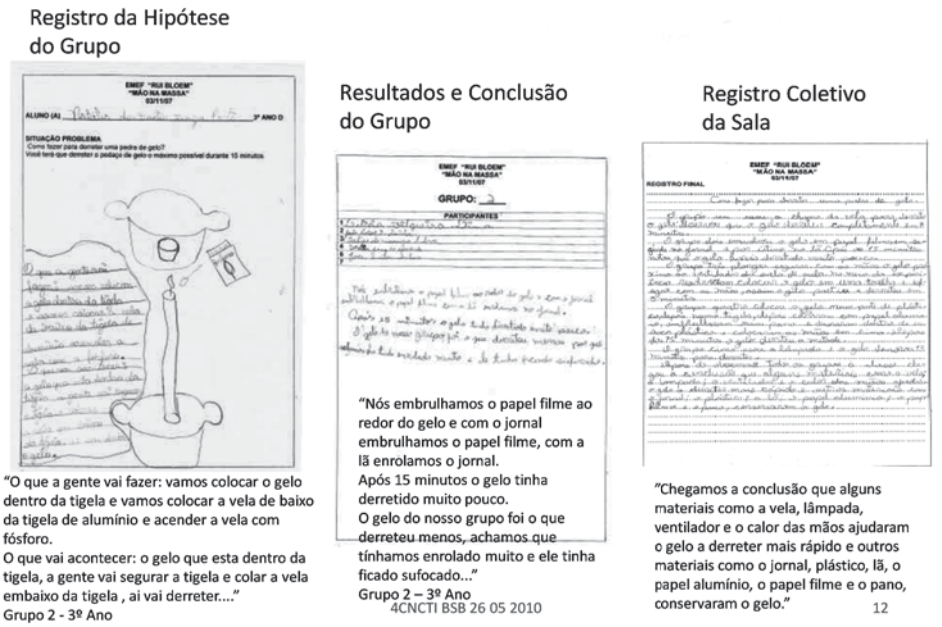


Figura 1. Atividade investigativa - 2007

Em 2008, a questão foi: "Muitas plantas crescem pra cima. O que sustenta esse tipo de planta para que ela fique em pé?"

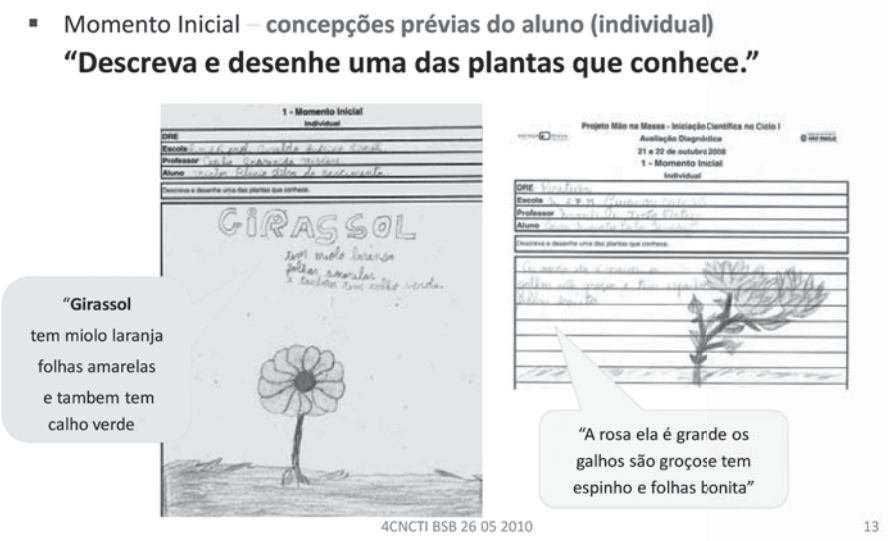


Figura 2. Atividade investigativa - 2008

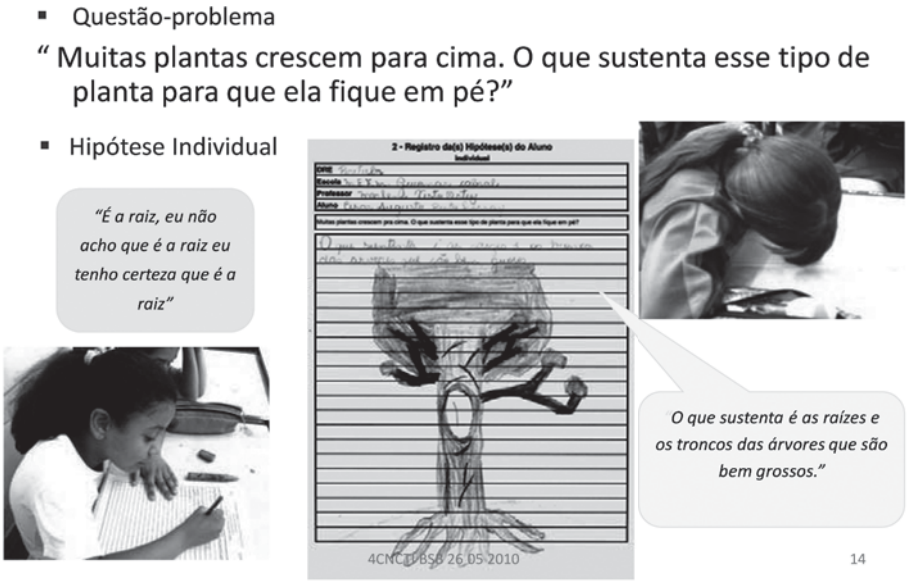


Figura 3. Atividade investigativa

Em seguida, as crianças desmontam a muda de flor fornecida para conhecer como são as raízes, para depois replantar em vaso ou no jardim da escola:

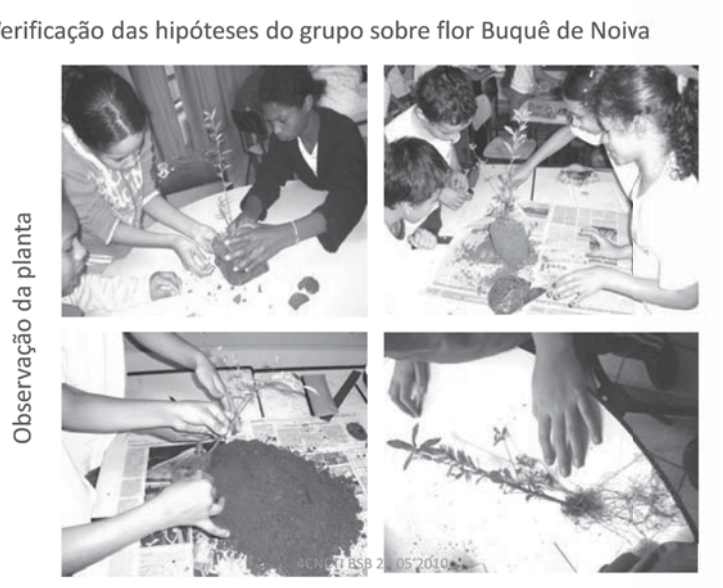


Figura 4. Atividade investigativa

Os registros e os questionários mostram que a maioria dos alunos confronta suas hipóteses com os resultados obtidos e dá explicação para o fenômeno; expressa suas ideias, observações e conclusões por escrito; participa da discussão do registro coletivo; relaciona fenômenos observados com outros de seu cotidiano.

Já os registros sugerem a apropriação de um novo conceito, mais próximo da ciência do que seu pensamento inicial.

A maioria dos professores indica que: o ensino de Ciências torna-se mais atraente para os alunos; atividades investigativas favorecem a aprendizagem dos conteúdos e a observação, a argumentação e a organização; fica mais prazeroso ensinar Ciências, embora as aulas sejam mais trabalhosas; o professor sabe conduzir o trabalho na sala para enriquecer conhecimento dos alunos; o professor auxilia os alunos na síntese da discussão coletiva.

As questões individuais do 2º dia tiveram maioria de respostas certas (a única exceção, questão 7, teve redação ambígua; a questão 2 foi anulada pela mesma razão):

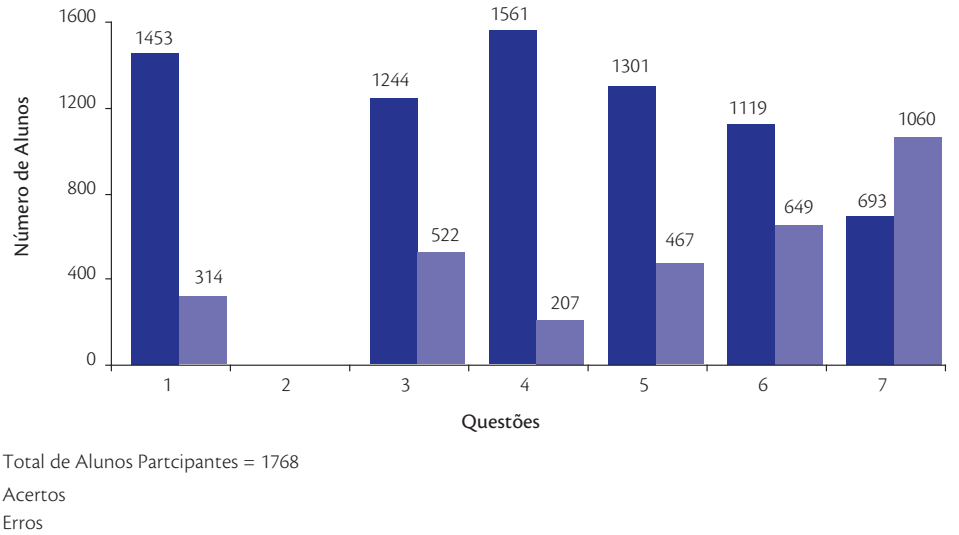


Figura 5. Questões individuais: Total de respostas por questão - 2008 - 2° Dia

De uma forma geral, a avaliação, tanto em 2007 quanto em 2008, indicou que o projeto conseguiu implantar a ideia de ensino por investigação nas classes e nas mentes dos professores. O elo fraco identificado foi a formação dos professores nas escolas, que em muitos casos não se realizou com regularidade – quando isso ocorreu, os resultados da escola na avaliação foram

fracos. Indica que em projetos futuros o acompanhamento deve ser feito em todas as escolas regularmente.

Muitas professoras indicam que o projeto não só ajuda a iniciação científica, mas também ajuda a alfabetização, a expressão oral e escrita, devido à prática de discussão e de redação de registros. Alunos com dificuldades especiais, sejam físicas, sejam mentais, reagem com entusiasmo às atividades e progridem no aprendizado. Os alunos gostam muito do projeto.

5. O professor

As obras de Bransford et al. e Duschl et al., citadas acima, comissionadas pela *National Academy of Sciences* dos EUA, apontam as exigências cada vez maiores feitas ao professor do ensino básico, inclusive as séries iniciais (antigo primário): deve ser capaz de ensinar múltiplas ciências e metodologias para crianças de culturas diferentes e habilidades variadas, adaptando o ensino às condições da escola e das famílias das crianças. Deve descobrir quais são, e levar em conta no ensino, as concepções iniciais das crianças sobre os assuntos tratados. Deve conhecer e aplicar ciências cognitivas, pedagogia, ciências, pesquisar literatura na bibliografia e na Internet, montar experimentos e demonstrações. Saber como alunos aprendem e como planejar uma instrução eficaz. Os autores consideram que muitos professores nos EUA não têm conhecimentos suficientes em um ou vários desses campos.

Na Universidade de São Paulo, esses conhecimentos e habilidades correspondem a um grau de mestre ou superior. No Brasil, ainda é raro que professores de ensino básico tenham grau de doutor ou de mestre. Entretanto, é esse o nível de capacidade profissional que devemos almejar para as novas licenciaturas do futuro.

Há uma tradição no país de que ser professor primário ou secundário exige baixa qualificação e merece baixo salário. Entretanto, um bom professor de ensino básico tem uma tarefa tão ou mais complexa e exigente, e igualmente ou mais importante para o progresso do país, quanto a do professor universitário, do médico, do engenheiro, do juiz, do economista.

O novo professor terá uma nova licenciatura muito mais completa. Além disso, precisará de formação continuada, como as outras profissões citadas. A experiência francesa e a norte-americana indicam que a perícia como professor que ministra o Ensino de Ciências Baseado em Investigação exige formação em serviço de alguns anos, mesmo para formados em licenciaturas reformuladas (p.ex. nos *IUFM*) e para professores experientes.

É uma exigência da sociedade do conhecimento, da inclusão social de toda a população, da qual a educação universal de boa qualidade é o maior instrumento.

Para a formação continuada de grande número de professores, será necessário aperfeiçoar também a formação de formadores e definir com maior clareza as características necessárias para um professor formador de sucesso (CARDOSO, Beatriz et al., 2007; ATHAYDE, B.A.C. et al.,2007; BORGES, R.C.P. et al., 2008 e a ser publicado).

6. Ensino fundamental ciclo II e ensino médio

O ensino fundamental ciclo I se distingue das séries subsequentes pelo fato de ter uma única professora responsável pelo ensino de todos os conteúdos, desde alfabetização e letramento, matemática elementar, ciências naturais e sociais, saúde, meio ambiente, artes. Já no ciclo II e no médio, há professores cada vez mais especializados, por exemplo, ciências se divide em biologia, física e química (sem contar geociências). Assim, a professora de ciclo I tem formação geral em todas as ciências, geralmente muito superficial. Entretanto, tem a vantagem de, por ministrar todas as matérias, poder promover naturalmente uma integração entre as matérias, evitando um ensino fragmentado, que muitas vezes não faz sentido para os alunos.

Já no ciclo II e no ensino médio, a grande dificuldade é justamente evitar a fragmentação, pois não há a tradição de os professores coordenarem entre si, em detalhe, as diferentes matérias que lecionam para a mesma classe. Mesmo nas universidades isso é raro, p. ex., a velocidade de um corpo como inclinação da curva espaço percorrido *versus* tempo decorrido durante o movimento e o conceito de velocidade instantânea como derivada da função espaço *versus* tempo. Se na universidade o aluno licenciando não percebe a compreensão mais profunda decorrente de utilizar o mesmo conceito em circunstâncias diversas, por que esperar que utilize esta estratégia mais tarde, como professor? As práticas e os experimentos realizados no curso universitário, às vezes, não são aproveitados em todo seu potencial para ajudar a compreensão de assuntos difíceis. Por exemplo, experimentos com uma roda de bicicleta que gira livremente em torno de um eixo servem para mostrar, e até sentir na mão do aluno que segura o eixo no ar, durante a rotação da roda, o comportamento surpreendente do eixo ao ser inclinado em várias direções. O aluno que segurou a roda e brincou com ela tem chance muito maior de compreender o conceito de momento angular do que aquele que não brincou. O aluno que teve tais vivências poderá saber melhor, quando for professor, extrair o máximo de compreensão conceitual de um experimento.

Os atuais professores das disciplinas científicas não têm, em geral, facilidade de realizar experimentos com os alunos na metodologia ECBI. A licenciatura não forneceu segurança (autonomia) para este tipo de trabalho. Em geral, precisam de um a dois anos de formação em serviço.

A formação inicial, na universidade, do futuro professor, é elemento chave para a melhoria do ensino de ciências, bem como a formação continuada depois. O ensino baseado em investigação já

deve ser introduzido na sua prática. Não é, entretanto, condição suficiente. O funcionamento da escola em horário de pelo menos seis horas de aula, a regularidade de presença de professores, a permanência de professores na mesma escola durante muitos anos, o ambiente construtivo na escola, sem violência, as condições materiais de salas de aula, são algumas das outras necessidades.

Referências

AMARAL, O. (2002). Helping English Learners Increase Achievement Through Inquiry-Based Science Instruction. *Bilingual Research Journal* , vol.26, n.2, p.213-239.

ATHAYDE, B. e. (2007). Estação Ciência; formação de educadores e acompanhamento para o projeto... *VI encontro Nacional Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis: ABRAPEC www.fae.ufmg.br/abrapec/viempec.

BORGES, R. e. (2008). Continuous Formation for teachers of the initial series of fundamental teaching. *5th International Conference on Hands-On Science Formal and Informal Science Education*. Olinda e Recife, Pernambuco.

BRYK, A. e. (2010). *Organizing Schools for Improvement*. Chicago: University of Chicago Press.

CARDOSO, B. e. (2007). *Ensinar, Tarefa de Profissionais*. Rio de Janeiro: Record.

CARVALHO, A. e. (1998). *Ciências no Ensino Fundamental - O Conhecimento Físico*. São Paulo: Scipione.

CHARPAK, G. e. (2006). *Los niños y la ciencia: la aventura de la mano en la masa* . Buenos Aires: Siglo XXI Editores.

HAMBURGER, E. W. (2007). Apontamentos sobre o ensino de Ciências nas séries escolares iniciais. *Estudos Avançados, Universidade de São Paulo, Instituto de Estudos Avançados* , vol.21 n.60 p.93-104.

LEDERMAN, L. e. (dez de 2009). *www.projectexploration.org/web/pdf/tams2009*. Acesso em 15 de abril de 2010, disponível em project exploration.

TENENBLAT, K. e. (2008). *O Ensino de ciências e a educação básica*. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências.

WORTH, K. e. (1996-2006). *Insights: An Elementary Hands-on Inquiry Science Curriculum*. Acesso em 24 de 4 de 2010, disponível em http://cse.edc.org/curriculum/insightsElem/.

Dez desafios da educação brasileira contemporânea: construindo um presente possível

Luciano Mendes de Faria Filho[1]

1. Introdução

Uma Educação Básica (EB) de qualidade para todos é condição para o desenvolvimento sustentável, como indica o documento referência da 4ª CNCTI, pois o país dificilmente avançará do ponto de vista do crescimento econômico, científico e tecnológico sem uma EB que contribua para a conservação ambiental, para a melhoria da qualidade de vida e para a redução das desigualdades sociais. Desde logo, cumpre notar que uma educação básica de qualidade deve, necessariamente, comportar, no mínimo, a garantia, ao aluno, do direito à entrada e à permanência na escola, à aprendizagem dos conhecimentos, das práticas e das culturas escolarizados, ao respeito à sua integridade física e psíquica e, finalmente, ao acesso a uma cultura escolar que dialogue com o seu meio social e com seu tempo histórico.

A universalização da EB de qualidade para todos constitui-se, assim, fator estratégico para a consolidação de um projeto de desenvolvimento econômico e social que contribua para a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos e para melhor distribuição de renda e igualdade social. Nessa direção, considerando o contexto de extrema desigualdade econômica e social a que assistimos no Brasil, torna-se imprescindível a ampliação de recursos públicos para a educação pública, gratuita e de qualidade para todos, visando contribuir para a resolução dos diferentes problemas que afetam a educação brasileira.

1 Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), coordenador do Projeto Pensar a Educação, Pensar o Brasil.

As ciências e a tecnologia, como dimensões constitutivas de diferentes formas de organização social produtiva, estão implicadas tanto no aparecimento de problemas quanto na proposição de soluções. Nesta perspectiva, a educação científica e tecnológica adquire um papel central no que diz respeito não só à compreensão do mundo físico e social, mas também às necessidades de constante reflexão crítica e ação propositiva de grupos de indivíduos.

No entanto, todos concordam que a formação escolar da maioria dos brasileiros está longe de ter um patamar desejado, e os resultados de vários sistemas nacionais e internacionais de avaliação apenas atestam o que é cotidianamente observado por todos. É, também, uma unanimidade reconhecer que o quadro de dificuldades educacionais se estende a todas as dimensões da formação humana.

Vários fatores continuam a afetar negativamente a qualidade da EB. Um conjunto destes fatores está relacionado ao próprio profissional que leciona, desde aquele que atua nos anos iniciais até os professores do ensino médio. A maioria dos professores da EB é mal remunerada, trabalha em condições muito desfavoráveis; em geral, teve uma formação inicial insatisfatória, tanto nos conteúdos da disciplina que leciona quanto no campo didático-pedagógico, e tem poucas oportunidades de continuar sua formação no decorrer de sua vida profissional.

Outro conjunto de fatores está vinculado à escola, que é o lugar privilegiado para o desenvolvimento da educação das crianças, dos jovens e dos adultos. Sabe-se que, em nosso país, é grande o número de escolas que são desvinculadas das suas comunidades e, até mesmo, que vivem em conflito com elas; que contam com infraestruturas físicas precárias; que apresentam problemas na gestão e na formulação e implementação dos projetos político-pedagógicos. Além disso, a duração da jornada escolar das crianças e dos jovens é muito curta, contrariamente às inúmeras recomendações dos estudos educacionais.

Neste contexto, é impossível analisar qualquer conjuntura ou propor qualquer solução sem considerar a complexidade das inter-relações entre educação e sociedade. Conforme reiteradamente afirmado por pesquisadores e ativistas sociais os mais diversos, qualquer política educacional, para ser efetiva, precisar estar conjugada a outras políticas sociais de combate à pobreza, de maior distribuição de renda e de melhoria das condições de vida das famílias que, hoje, mantêm seus filhos e filhas na escola pública.

Do mesmo modo, no que diz respeito aos aspectos inerentes às políticas educacionais, é preciso que avancemos na superação de dificuldades enfrentadas há anos pelos profissionais da educação, tais como aquelas relacionadas aos currículos, à formação de professores, à formação para o trabalho, à valorização da profissão docente, à diversidade cultural e às tecnologias de informação e comunicação.

É preciso considerar que o quadro de precariedades esboçado acima exige um esforço coletivo a ser compartilhado por todos os segmentos da sociedade, mas requer, acima de tudo, políticas públicas de Estado, duradouras, a serem cumpridas pelos governos federal, estaduais e municipais. Políticas que elevem o investimento em educação no país, procurando atingir percentuais do PIB equivalentes aos praticados em países desenvolvidos; que valorizem os educadores, do ponto de vista salarial, das condições de trabalho e de carreira; que desenvolvam formação inicial e continuada de professores para superar o déficit quantitativo desses profissionais em numerosas escolas do país e, mais importante, que garantam a qualidade no exercício da docência. É urgente que a alfabetização de nossas crianças nos primeiros anos de escolarização seja garantida e é necessário ampliar a jornada escolar dos estudantes para atingir a escola de tempo integral. É inadiável que as condições materiais e a gestão eficiente sejam asseguradas às nossas escolas.

2. Os grandes desafios da escola brasileira contemporânea

2.1. A construção de uma escola de qualidade

Não há dúvida de que existe hoje, na sociedade brasileira, um grande consenso sobre a baixa qualidade da escola pública, seja esta dimensionada por critérios internos ou externos ao sistema escolar. As tentativas recentes de melhorá-la e a acentuada melhoria em certas variáveis da cultura escolar, da qualidade dos livros didáticos, por exemplo, ainda não se fizeram sentir no conjunto do sistema. Felizmente, hoje, a qualidade da escola pública é uma questão que preocupa os governos nos diferentes níveis, os acadêmicos, os profissionais da mídia e a população de um modo geral.

Em muitos dos diagnósticos sobre a chamada "queda de qualidade da escola pública" no Brasil, está presente a ideia de que a qualidade caiu à medida que os mais pobres tiveram acesso à escola. Isso é apenas parte da verdade. Em primeiro lugar, porque a escola pública que existia no Brasil antes da massificação do ensino já era uma escola em que, de 100 crianças que entravam, apenas 50 ou 60 passavam na primeira série e, sobretudo, apenas 12 ou 14 chegavam à 4ª série primária. Era, portanto, uma escola de "qualidade" para muito poucos.

A acelerada e necessária democratização da escola pública em finais do século XX teve enormes impactos no sistema como um todo e é de grande significado para a qualidade da escola. Isso não apenas porque entraram os mais pobres, mas, sobretudo, porque, ainda hoje, temos pouca experiência no trato com as dificuldades daí advindas, tais como estrutura das escolas, currículos adequados, condições de financiamento, dentre outros.

Mas é, sobretudo, do ponto de vista cultural que a rápida expansão se faz sentir. Sabemos que a cultura escolar elaborada nos dois últimos séculos, ao mesmo tempo em que buscou convencer o conjunto da população de que a escola era o melhor lugar para a socialização das novas gerações, tornou, por outro lado, fundamental que a família participasse ativamente do acompanhamento escolar de seus filhos. Mas com a complexificação da escola, dos conhecimentos escolares e dos conhecimentos sobre a infância, para que os pais se relacionem de forma qualitativamente positiva com a escola, é necessário que detenham um conjunto de conhecimentos e experiências aprendidas justamente na escola. Assim, conhecer a "maquinaria escolar" passou a ser cada vez mais importante para influir sobre ela e acompanhar a escolarização dos filhos. Não podemos desconhecer este fato, pois é impossível pensar em escola de qualidade sem que as famílias estejam interessadas e engajadas na discussão acerca da qualidade que lhes interessa.

O que ocorre hoje no Brasil? Com a rápida expansão da escola, muitos dos pais de crianças que estão na escola não passaram pela escola ou, no mais das vezes, tiveram uma rápida experiência escolar. Assim, se as camadas populares não são politicamente inaptas para a discussão sobre os rumos da escola, a falta de conhecimento e de experiência escolares em muito dificulta um acompanhamento sistemático da escolarização de seus filhos e, sobretudo, uma discussão mais aprofundada sobre as características de uma escola de qualidade.

Mas é evidente que um diagnóstico sobre as raízes da baixa qualidade da escola pública não pode parar por aqui. Outro elemento de grande relevância, este sim, quase sempre ausente dos diagnósticos, é o impacto que teve na qualidade da escola pública o fato de a classe média ter abandonado a escola pública no Brasil. A começar, o impacto é grande porque é a classe média que poderia, com mais propriedade, discutir as características de uma educação de qualidade, pois é ela quem detém os códigos escolares necessários para tal. Mas não apenas por isso: ao abandonar a escola pública, a classe média – o que quer dizer, os profissionais liberais, os acadêmicos, os profissionais da mídia – passou a discutir a qualidade da educação dos filhos dos outros, pois os seus filhos estavam (e estão) na escola privada. O engajamento na defesa de uma boa escola para os outros é muito diferente do engajamento para a melhoria da escola para os "meus" filhos. Em terceiro lugar, houve o reforço da estrutura social e cultural brasileira, em que os nossos filhos não podem nem precisam conviver com os filhos dos outros, como se fosse possível construir, a partir dessa assertiva, uma sociedade mais democrática e menos desigual. Por último, o fato de a classe média ter abandonado a escola pública trouxe como consequência que um razoável volume de recursos públicos e privados é desviado para o custeio da escola privada, deixando, portanto, não só de ser dirigido à escola pública, mas também à compra de outros produtos culturais de grande relevância para a formação: livros, teatro, cinema, por exemplo. Talvez, sobre isso, pudéssemos pensar que uma escola pública de qualidade somente será possível se for uma escola NOSSA e não uma escola para os filhos dos OUTROS.

2.2. O resgate da escola pública como um valor na construção de um país de todos.

Em finais do século 19, em livro publicado na França, no qual procurava exaltar a ação do Império Brasileiro no terreno da instrução pública (e em contraposição aos defensores da República), o médico brasileiro José Ricardo Pires de Almeida afirmava que, no Brasil,

> As crianças das classes razoavelmente abastadas não vão à escola pública porque seus pais têm preconceito de cor ou porque temem, e com razão, pela moralidade de seus filhos, em contato com esta multidão de garotos cujos pais enviam à escola apenas para se verem longe deles algumas horas.[2]

Mais de 120 anos de experiência republicana e não fomos capazes, até hoje, de construir uma escola pública para todos. As palavras de Pires de Almeida soam aos nossos ouvidos como uma insistente e incômoda ... realizada para quem acredita na possibilidade de construir um Brasil para todos e não apenas para alguns.

No caso do Brasil, chama a atenção que, mesmo quando se discutem estes temas, e, sobretudo, quando se discute sobre as condições para o revigoramento da esfera e da participação públicas, ou, dizendo de outra forma, quando se propõe o fortalecimento da democracia e do jogo democrático entre nós, mesmo assim, muito pouco se discute sobre o papel da escola pública nesta tarefa. Há, por assim, dizer, um *esquecimento da escola pública* no debate público dos intelectuais brasileiros sobre a democracia, a esfera pública e a participação política. É como se, infelizmente, nossa intelectualidade estivesse acreditando que é possível construir uma sociedade democrática sem o concurso de uma escola pública de qualidade.

Dentre os indícios desse esquecimento, está, em primeiro lugar, o fato de nenhum dos intelectuais convidados para estes debates ter uma trajetória de reflexão sistemática sobre a sorte da escola pública, de nível fundamental, no Brasil. Quase todos trabalham em universidades e, talvez por isso, estão muito mais preocupados com as políticas de *cotas* para acesso à universidade do que com o que se passa na escola pública de ensino fundamental do país. Outro indício do *esquecimento* é a ausência, nos debates, de uma reflexão fundamentada e sistematizada sobre a importância da escola pública de qualidade para o jogo democrático no país.

Convém ressaltar, no entanto, que nem sempre foi assim. Ou seja, nem sempre os intelectuais brasileiros estiveram tão pouco preocupados com a escola pública que não seja a de nível superior. Desde o século 19, sobretudo a partir da independência, setores expressivos da intelec-

2 José Ricardo Pires de ALMEIDA. Instrução pública no Brasil (1500-. 1889). Trad. Antonio Chizzoti; ed. crítica Maria do Carmo Guedes. São Paulo:EDUC, 2000. 2a ed., p.90.

tualidade brasileira sempre estiveram convencidos da importância da democratização da escola como um índice da democratização da sociedade e como condição do aprendizado de uma cultura política pública também democrática.

Há, pois, que se perguntar sobre o significado do *esquecimento da escola pública* pelos intelectuais e pelas classes médias brasileiros. Por que será que já não se preocupam tanto com a sorte da escola pública, mesmo quando discutem as condições de possibilidade de fortalecimento da democracia? Será que pensam que a democracia brasileira prescinde da escola de qualidade para todos? Será que, definitivamente no Brasil, a escola pública foi abandonada pela classe média, estrado de onde vem a maioria dos intelectuais? Será que, uma vez mais, a escola pública é a escola dos *outros*, já que a nossa escola, a dos nossos filhos e filhas, é a escola privada?

O problema é que uma resposta positiva a qualquer uma das questões acima coloca-nos uma séria questão: com quem e para quem queremos construir a democracia neste país? Se abrirmos mão de uma defesa vigorosa da escola pública, estaremos, na verdade, abrindo mão da própria esfera pública como condição e possibilidade do jogo democrático. Por mais que a escola pública fundamental seja criticada hoje no mundo inteiro como insuficiente para a formação do cidadão apto para participar da vida pública, a democracia jamais será construída sem ela, pelo menos as formas atuais que conhecemos de democracia e de escola. Abrir mão do sonho de uma escola pública de qualidade para todos nós, e não apenas para os filhos dos outros, pode ser uma maneira de perpetuar as desigualdades imensas que hoje existem no país no que diz respeito à participação pública. O *silêncio sobre a educação* ou o *esquecimento da escola pública* por parte de nossos mais importantes intelectuais são, assim, os indícios de mais um dos grandes perigos que rondam a nossa já frágil democracia.

2.3. O aumento do financiamento público da educação pública

Um dos desafios centrais para a efetivação de uma educação pública de qualidade, no Brasil, está relacionado ao montante da riqueza nacional que queremos empregar na educação. Segundo dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), passamos de 3,9%, em 2000, para 4,7%, em 2008, do PIB aplicado à educação. O governo brasileiro e vários pesquisadores chamam a atenção para o fato de que este índice está próximo daquele dos países desenvolvidos cujo índice estaria em torno de 5%.

No entanto, levando-se em conta a situação da educação pública no país e os desafios a serem enfrentados nos próximos anos, setores expressivos que defendem a melhoria da qualidade da educação afirmam que pensar em 5% do PIB para a educação é pouco. Segundo o presidente da Campanha Nacional pelo Direito à Educação, Daniel Cara, em declaração ao Jornal O Globo (*on-line*), em 16/03/10:

> O déficit educacional brasileiro é muito grave para que se invista um percentual tão pequeno como 6%. A defesa que o ministro faz não garante um patamar mínimo de qualidade como preconiza a LDB (Lei de Diretrizes e Bases) e a Constituição Federal, é um valor insuficiente.

Por isso, dentre os defensores de um maior investimento na educação, há a indicação de que passemos a aplicar 7%, já em 2011, e cheguemos a 10% do PIB aplicado em educação em 2014.

No âmbito da Conferência Nacional de Educação recém-encerrada, os novos recursos públicos para a educação pública poderiam vir da ampliação dos recursos vinculados de 18% para 25% dos recursos da Uniãoe de 25% para 30% dos recursos dos estados e municípios e da destinação de 50% dos recursos do fundo social e dos royalties do petróleo e do pré-sal para a educação.

Do mesmo modo, defendeu-se que o aumento dos recursos deve vir acompanhado pela criação da Lei de Responsabilidade Educacional e por um Programa de Educação Fiscal para a cidadania.

A defesa do aumento das verbas para a educação não pode ofuscar, por outro lado, o alerta que muitos pesquisadores e ativistas sociais fazem de que é preciso gastar melhor os recursos de que já dispomos para a educação. Várias pesquisas e experiências educacionais demonstram que fazer uma boa gestão dos recursos financeiros, seja pelos sistemas (federal, estadual ou municipal), seja pelas unidades escolares, pode ser um fator de grande impacto na qualidade da escola ofertada à infância e à juventude.

2.4. A dignificação da profissão docente

A par da criação das escolas normais, é preciso aumentar os vencimentos dos professores. Não se pode esperar que procurem seguir carreira tão pouco retribuída aqueles que, depois de instruídos nas escolas normais, sejam convidados para outros empregos com esperança de um futuro lisonjeiro (Antonio Luiz Affonso de Carvalho, Presidente da Província de Minas Gerais, em 02/03/1871).

Desde há vários anos, a imprensa vem dando destaque a dados sobre o perfil etário dos professores brasileiros, que há muito vêm sendo discutidos pela comunidade acadêmica. Tais dados demonstram que os jovens estudantes já não escolhem a profissão docente como uma forma de "ganhar a vida honestamente e de contribuir para a sociedade", como se diz da profissão desde, pelo menos, o século XIX.

Mas o que os dados nos dizem? Em primeiro lugar, e obviamente, que, conforme a própria matéria aponta, daqui a alguns poucos anos, aquilo que já é uma realidade em algumas áreas (Física, Matemática, Geografia, dentre outras) será generalizado para toda a educação básica: faltarão professores para a escola básica brasileira. Mas não apenas isso. O mais grave é que, independen-

temente do número, verifica-se que a profissão perdeu, de vez, o poder de atrair/seduzir jovens talentos. Ou seja, a tarefa socialmente relevante e culturalmente fundamental de conduzir as novas gerações ao mundo adulto já não atrai parcela significativa (e necessária) de sujeitos dessa mesma sociedade. É como se os jovens estivessem dizendo: não vale a pena jogar o melhor das minhas energias nessa tarefa, apesar de sua relevância social e cultural.

Não podemos confundir, com isso, que os jovens que entram na universidade e buscam uma formação que lhes garantam a sobrevivência digna não considerem a profissão docente como relevante ou que aos próprios professores não gozem de considerável prestígio social. Em pesquisas realizadas no mundo inteiro, inclusive no Brasil, as populações consideram a profissão docente como uma das relevantes socialmente. Onde estaria o problema então?

Não há dúvida, e numerosos estudos o demonstram, de que a questão salarial é uma das mais candentes. Não há como convencer os jovens de que uma profissão que retribui economicamente tão mal os seus praticantes seja uma escolha sensata quando se vai escolher uma carreira. Mas esta também não é a única questão, inclusive porque os salários dos professores nunca foram dos mais altos na administração pública. Ao longo do século 19, por exemplo, os professores tinham que buscar outras fontes de renda para fazer frente às necessidades de manutenção de suas famílias, quando não das próprias escolas. Este aspecto não mudou muito no século 20.

Penso que outra dimensão do problema está na crescente complexificação do papel dos professores nas sociedades modernas e, diante disso, a manutenção de políticas de educação (e de atuação junto ao professorado) ultrapassadas. Hoje, talvez mais do que nunca, o professorado sabe que a "condução das novas gerações" implica um conjunto enorme de saberes e competências, continuamente explicitadas pelas políticas educacionais e pela literatura a que o professor tem acesso ao longo de sua formação e de sua atuação profissional. No entanto, ao mesmo tempo, as precárias condições de formação e trabalho e a baixa remuneração impedem que os docentes tenham acesso, de fato, a tais saberes e competências. Este é um dos aspectos que aumentam ainda mais a já tensa – por sua própria natureza – experiência docente.

Diante do crescente fracasso (secular) da escola em realizar bem as suas tarefas mais básicas, o Estado, principal responsável pelas redes públicas de ensino, sempre adotou as mesmas políticas: reforma dos cursos de formação e dos currículos escolares, mudanças dos livros didáticos e acenos de adoção de novas, e salvacionistas, tecnologias de ensino. Em comum, todas essas reformas têm o fato de imputar ao professor a maior responsabilidade pelo chamado "fracasso da escola". De tanto se dizer isso ao longo de pelo menos dois séculos de história da escola, essa é uma ideia que ronda os professores, como o é, também, a ideia de que é a educação que vai salvar este país. Quanto à melhoria dos salários e das condições de trabalho, isso sempre ficou para um futuro incerto que nunca chegou, inclusive porque o "serviço da instrução" reúne um

contingente tão considerável de profissionais que o aumento salarial, por pequeno que seja, repercute enormemente nas já combalidas finanças do Estado (estes são termos do século 19).

É evidente que as experiências dos professores marcam também as experiências dos alunos. E qual aluno, uma vez chegando a sua vez de escolher uma profissão, escolheria tal profissão, mesmo que ele a considere relevante socialmente? Depois de conviver ao longo de sua infância e parte de sua juventude com professores extenuados, desmotivados, mal remunerados... quem se atreveria a escolher a profissão? É evidente que sempre há exceções e, felizmente para muito de nós, elas foram e são muitas, mas a regra é que a profissão docente concentra, repito, desde o século 19, um altíssimo nível de adoecimento profissional.

A complexidade da questão demanda, tanto do Estado quanto do conjunto da sociedade brasileira, uma séria tomada de posição. Não porque a educação vá salvar o país ou coisa do gênero, pois dizer isso é faltar com a verdade. Mas porque o professor ocupa-se de uma tarefa das mais fundamentais em nossa cultura: a da apresentação e condução das novas gerações à vida adulta. Só por isso – e sabemos que a função social/cultural/econômica/política é muito maior – já seria motivo para uma maior valorização do professorado. Tal valorização, no entanto, não é problema apenas do Estado como empregador; é também um problema que se refere e todos e a cada um de nós. Convencer os jovens a escolher a profissão docente é uma tarefa que aponta para a necessidade de uma profunda revisão de nossas prioridades como sociedade humana, e esta é uma tarefa que nos envolve a todos.

2.5. Formação dos professores e dedicação exclusiva do professor a uma única escola

Se a formação dos professores não é o único e, às vezes, não parece ser o principal problema da escola pública brasileira, ele não deixa de ser um dos principais. As pesquisas mostram que os problemas de formação dos professores se localizam tanto na dimensão do domínio dos conteúdos a serem ensinados quanto no domínio das formas adequadas para o ensino e, mesmo, para a relação com os alunos e a comunidade escolar.

É óbvio para todos que o problema não é de responsabilidade apenas do professor; pelo contrário, como dizia um especialista sobre o tema ainda na década de 1980, um professor, por mais bem formado que seja, dificilmente conseguirá trabalhar bem ao longo de sua carreira se não forem modificadas as condições nas quais ocorre o exercício do magistério.

Parte da responsabilidade pelos problemas da formação dos professores é, inclusive, dos modelos de formação que hoje temos no país. Advoga-se, com coerência, que deve haver, na formação do

professor, uma articulação entre a docência e a pesquisa. No entanto, as universidades públicas, local onde se realiza boa parte da pesquisa no país, formam um número muito diminuto de professores e muitos deles, quando permanecem na profissão, vão trabalhar na escola privada. A maioria do professorado, no Brasil, é formada em instituições em que a prática regular da pesquisa, seja por parte dos professores, seja por parte dos alunos, é mais uma exceção do que uma regra.

Mas o problema não é apenas este: mesmo nas universidades públicas, a atenção de boa parte dos docentes está voltada para a prática da pesquisa acadêmica e para a formação do pesquisador, sendo a formação de professores muito pouco valorizada e deixada a cargo quase exclusivo das faculdades e centros de educação. A este respeito, não é raro ouvirmos os alunos de licenciatura dizerem que, para seus professores, os bons alunos deveriam mesmo é fazer bacharelado.

Urge, pois, pensarmos em formas alternativas e mais adequadas de formação de professores. O CTC-EB da Capes deu um importante passo nesse sentido, ao instituir o Programa de Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid). Mas é preciso avançar mais e criar mecanismos de incentivo aos professores que se interessem pela formação de professores nos diversos institutos e centros de pesquisa das universidades. É preciso, ainda, avançar na discussão de propostas de cursos de formação específica de professores da educação básica e de experiências de *residência docente*, ou de alguma alternativa parecida, de modo a criar condições para que, ainda na fase de sua formação, os professores tenham contato sistemático com a escola e que esta atuação seja supervisionada e remunerada condignamente.

Do mesmo modo, é crescente entre os pesquisadores, professores e gestores da educação que um dos aspectos que mais tornam precário o trabalho do professor na escola brasileira é, ao lado da formação, o fato de ele não ter dedicação a uma única escola. Sabemos que isso se deve a inúmeros fatores, mas não há dúvida de que a instituição da dedicação exclusiva do professor a uma única escola teria um grande impacto na elevação da qualidade da escola brasileira.

A dedicação exclusiva possibilitaria, muito mais do que hoje, a construção e a gestão de projetos coletivos de curto, médio e longo prazo, elemento imprescindível para a criação, na escola, de uma cultura escolar favorável à qualidade da educação nos termos que expusemos no primeiro item deste documento.

2.6. A expansão da educação infantil e o aumento do tempo de permanência na escola

Foi, dentre outros fatores, a construção de um consenso sobre a importância da escola para a inserção das novas gerações na vida moderna, mesmo que isso não tenha o mesmo sentido e

significado para os diversos sujeitos e grupos sociais, que possibilitou a efetiva realização da escolarização universal entre nós no final do século 20.

A responsabilidade pública pela educação das crianças pequenas em espaços escolares é, no mundo ocidental, a última etapa de um longo processo de institucionalização da educação escolar das novas gerações que começou com a organização das universidades medievais. Não por acaso, é recente entre nós a construção cultural dos sentidos positivos atribuídos à educação da criança pequena em espaços não domésticos.

No entanto, num curto período histórico, construímos um consenso sobre a positiva e necessária intervenção de outros sujeitos (adultos e crianças), além daqueles da família, para a elevação da qualidade da formação dos novos sujeitos que chegam ao mundo.

Mesmo não havendo um consenso sobre o modo como as instituições de educação infantil devem se organizar e funcionar, entende-se hoje que a experiência da criança no espaço extrafamiliar é benéfica para o conjunto das dimensões de sua formação.

Superada a ideia de que a educação infantil é um "mal necessário" para acolher as crianças enquanto as *mães* trabalham fora de casa, a expansão das redes de educação infantil, num esforço compartilhado de vários setores da administração pública (educação, saúde, assistência), é um dos grandes desafios que marcam a educação pública neste início de século.

Conjugando práticas que, simultaneamente, visam cuidar e educar, a educação infantil é mais do que antecipação da educação obrigatória. É, também, a criação de possibilidade para que as crianças passem um maior tempo na escola ao longo de suas vidas.

A respeito da necessidade da criação de possibilidades para que as crianças e os jovens permaneçam mais tempo na escola, todos concordamos que, desde o último século, as funções, os sentidos e os significados atribuídos à escola e à escolarização modificaram substancialmente. Uma das formas de perceber isso, dentre as inúmeras possíveis, é acompanhar as mudanças curriculares e dos planos de ensino ao longo dos últimos 120 anos, para ficarmos no "tempo da república". No período, houve um aumento substantivo dos conhecimentos e das práticas escolarizados, ao qual correspondeu, também, um significativo aumento do tempo considerado como necessário para que o cidadão possa ter uma "educação básica de qualidade". Passamos de uma média de quatro anos no início do século 20 para algo em torno de 13 anos um século depois.

Há, no entanto, um tempo escolar que permaneceu praticamente o mesmo ao longo do período: o tempo diário de permanência na escola. No Brasil, ao contrário de outros países, temos considerado sistematicamente, pelo menos do ponto de vista das políticas públicas, o tempo de quatro horas, ou quatro horas e meia, como um padrão que atravessou o século XX sem

nenhuma alteração (a não ser para menos, em algumas experiências de ocupação superintensiva do espaço escolar nos anos 1970 e 1980, quando algumas escolas brasileiras chegaram a funcionar em cinco turnos).

Penso que, hoje, um dos grandes desafios que se colocam para a escola pública brasileira é criar possibilidade para que as crianças e os adolescentes permaneçam um maior tempo diário na escola. Este não é um desafio pequeno se pensarmos que, imediatamente, isso recoloca no centro da discussão a necessidade não apenas de discutirmos as atividades pedagógicas e culturais que "preencheriam" este tempo alargado de escolarização, mas sobretudo a necessidade de construirmos espaços escolares e de instituirmos carreiras de profissionais da educação adequados a esta maior permanência dos sujeitos no cotidiano da escola.

2.7. A universalidade do ensino médio e a valorização do ensino técnico-profissional

No âmbito da educação básica, há, ainda, que considerar como um dos grandes desafios a universalização do ensino médio. Como já se disse, a qualidade da escola básica pública será sempre questionável se não garantirmos a possibilidade de entrada e permanência dos jovens no seu interior. Assim, embora a oferta de vagas e as matrículas no ensino médio tenham crescido nas últimas décadas, é ainda muito alto o índice de jovens entre 15 e 17 anos fora da escola – mais de 30%, segundo dados publicados pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea).

Outro dos grandes desafios que marcam a educação brasileira neste início de século é a valorização da educação profissional. O Brasil deixa entrever (e atualiza) a marca cultural e política de seu longo passado em sua continuada tradição escolar bacharelesca e, do mesmo modo, no pouco apreço com que dedica atenção ao ensino técnico-profissionalizante.

Entre nós, os cursos técnicos e profissionalizantes sempre foram entendidos como sendo para os *filhos dos outros*. Desde as escolas de artes e ofícios criadas deste o século XIX até as escolas organizadas pelo chamado "sistema s", sempre se supôs que estas seriam escolas que funcionariam quase que paralelamente ao sistema escolar regular e que seriam frequentadas apenas pelos filhos dos trabalhadores.

No entanto, como ocorre sempre no Brasil, as camadas médias sempre foram muito pródigas em se apropriar e refuncionalizar em seu beneficio as instituições públicas. Assim, as escolas de artes e ofícios criadas pela República no início do século 20, para educar os filhos dos trabalhadores, numa rara intervenção estatal na criação e manutenção de instituições para os mais pobres, foram, ao longo do século 20, apropriadas pelas camadas médias e terminaram o século

20 como ótimas instituições federais de ensino propedêutico e preparatório para a entrada na universidade pública.

Expandir a rede de ensino técnico-profissonal é um grande desafio a ser enfrentado hoje no Brasil. No entanto, essa expansão, inclusive a que está em curso, pode ser novamente refuncionalizada se não for acompanhada de uma necessária mudança de mentalidade acerca do lugar e da importância política, cultural e econômica dos profissionais oriundos do ensino técnico-profissional, inclusive, e, sobretudo, no mercado de trabalho brasileiro.

2.8. A expansão do ensino superior público de qualidade

Não há dúvida sobre a necessidade de expansão do ensino superior no Brasil. Parece também não haver dúvida de que o estado tem um papel importante a cumprir nesta expansão, inclusive porque o Brasil é um dos países com uma das maiores taxas de matrícula no ensino superior privado, em relação à rede pública, do mundo.

O governo brasileiro vem desenvolvendo esforços, sobretudo na última década, para a expansão do ensino superior, seja público, seja privado. No entanto, ao fazê-lo, tem sido muito pouco criativo na busca de novos modelos de expansão.

O modelo do Programa Universidade para Todos (Prouni) é uma atualização do sistema de subvenção estatal ao ensino privado adotado no Brasil desde pelo menos a metade do século XIX. De outro lado, o modelo do Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (Reuni) significa simplesmente a multiplicação de vagas e/ou de instituições dentro do mesmo modelo de universidade já existente. Mesmo assim, em termos numéricos, esta expansão, por significativa que seja, está aquém das necessidades sociais, políticas, culturais e econômicas brasileiras.

Há que se discutir com o conjunto da sociedade alternativas para a expansão do ensino superior público de modo a possibilitar um substantivo incremento de vagas neste nível de ensino. Ao fazê-lo, coloca-se de imediato o seu desafio corolário: a garantia da qualidade da formação oferecida. A naturalização (ou petrificação) do atual modelo de ensino superior público, como o único desejável, e dos atuais modelos de expansão, como os únicos possíveis, podem nos levar a uma situação em que, de fato, avançamos muito pouco na garantia do direito de nossa juventude a um ensino superior de qualidade.

2.9. A expansão de formação de mestres e doutores

Se numa das pontas do sistema está o desafio da expansão da educação infantil, de outro está o desafio do necessário aumento do número de mestres e doutores em todas as áreas do conhecimento. Há consenso entre os gestores do sistema de ciência e tecnologia, da comunidade acadêmica e, mesmo, entre setores do empresariado brasileiro de que não é possível garantir um significativo avanço científico e tecnológico brasileiro se, no curto e médio prazo, não houver um crescimento também significativo do número de mestres e doutores titulados em nossas universidades e centros de pesquisa. Alguns falam mesmo na necessidade de duplicar ou triplicar o número de doutores formados por ano na próxima década para alcançarmos os patamares dos países que, hoje, estão entre os últimos colocados no desenvolvimento de capacidade de produção científica e, sobretudo, tecnológica.

Dados compilados pelo professor Marco Antônio Zago, ex-presidente do CNPq e hoje Pró-Reitor de Pesquisa da USP, apresentados durante a 4ª Conferência Sudeste de Ciência, Tecnologia e Inovação (Vitória/ES, 30 e 31/02/2010), são eloquentes nesta constatação:

Tabela 1. Distribuição de Cientístas - 2007

	Total x 1000	% world	cientistas por milhão de habitantes
Mundo	7.100	100,0%	1.063
UE	1.342	20,0%	2.728
OCDE	3.414	61,8%	2.984
N. America	1.576	22,2%	4.654
L. America & Caribe	255	3,6%	450
Argentina	36	0,5%	978
Brasil	120	1,7%	625
México	50	0,7%	464

Fonte: Unesco Science Report 2009

Se há, felizmente, um consenso de que é preciso aumentar o nosso poder de conversão de ciência em tecnologia, para o que a estratégia de maior aproximação da academia do mundo da produção e a maior utilização, pelas indústrias brasileiras, dos mestres e doutores aqui formados (com as necessárias mudanças culturais que isso implica e acarreta), não parece haver dúvida, por outro lado, de que ainda formamos muito poucos mestres e doutores, quando comparado com as necessidades do país ou com o tamanho de nossa população.

O desafio aumenta se consideramos as necessidades de formação imposta para fazer frente à expansão do próprio ensino superior. Como sabemos, boa parte dos professores que ainda hoje trabalham nas instituições de ensino superior não são doutores, e uma expressiva quantidade deles nem mesmo concluiu o mestrado.

2.10. O aumento da produção do conhecimento em educação

A natureza dos processos de ensino e aprendizagem envolve, portanto, considerações para além dos tradicionais argumentos, abordagens e ações voltadas à promoção de atitudes favoráveis à ciência e à tecnologia, ao desenvolvimento de vocações científicas ou à instrumentalização dos indivíduos para uma atuação produtiva na sociedade de base tecnológica.

Dada a complexidade do fenômeno escolar, que envolve aspectos amplos e multidimensionais, as mudanças educacionais não se concretizam sem a contribuição da pesquisa científica de amplo espectro. De fato, a evolução do saber humano, em especial no século passado, mostrou que a compreensão dos fenômenos do ensino e da aprendizagem em todas as áreas não é acessível sem o aporte de saberes aprofundados em muitos campos: filosofia, linguística, psicologia, sociologia, história, pedagogia, entre outros.

Assim, uma política educacional que vise à elevação da qualidade da educação básica aos patamares necessários e desejáveis e que dê suporte a políticas nacionais de desenvolvimento científico e tecnológico, precisa estar, também, articulada a uma política nacional de ciência e tecnologia para a área de educação, política que propomos e passamos a detalhar a seguir.

2.11. Por uma política de ciência e tecnologia para a área da educação no Brasil

Se queremos superar todos os desafios postos acima, é preciso, no âmbito das políticas de ciência e tecnologia, priorizar a produção de conhecimentos e a formação de recursos humanos na área de educação. E é preciso que tal política envolva o fomento à pesquisa e formação de pesquisadores, mas também a formação inicial e continuada de professores.

Um elemento básico da política de ciência e tecnologia que aqui propomos é que deve ser concebida e operacionalizada por meio de uma maior articulação entre o *sistema nacional de educação e o sistema nacional de ciência e tecnologia*. Essa articulação favorecerá a integração de ações e de políticas de formação de professores e pesquisadores e de fomento à pesquisa que hoje existem isoladamente no Ministério da Educação (MEC) e no Ministério da Ciência e da Tecnologia (MCT), em âmbito federal, e nas secretarias de Educação e de Ciência e Tecnologia,

em âmbito estadual e municipal. Ela também potencializará a ação conjugada já existente dos pesquisadores da pós-graduação em educação com os professores da escola básica brasileira.

Neste sentido, defendemos a elaboração e a implementação de uma política nacional de ciência e tecnologia para a área de educação que estabeleça e contemple uma ação conjugada e recursos financeiros do MCT, do MEC e das secretarias de ciência tecnologia, ou de suas congêneres, nos estados e municípios. Tal política teria como objetivos principais:

1. Superar a fragmentação e a descontinuidades das ações de fomento à pesquisa em educação existentes nos distintos ministérios, nas secretarias estaduais e nas FAP;

2. Expandir a ação dos programas de pós-graduação em educação e em ensino de ciências e matemática, em especial, no campo da formação de professores;

3. Aumentar o investimento nas pesquisas científicas direcionadas ao fenômeno da aprendizagem escolar e não escolar, fomentando a formação de grupos de estudo e pesquisas envolvendo professores das escolas públicas, em especial de regiões economicamente menos favorecidas;

4. Apoiar o desenvolvimento de pesquisas realizadas nas escolas, tendo o professor e os demais agentes da comunidade escolar como colaboradores, participantes e produtores do conhecimento, em parceria com professores e estudantes de universidades e centros de pesquisa;

5. Criar linhas de investimentos que favoreçam a divulgação de estudos e experiências voltados à sala de aula, com a produção de material digital e/ou impresso a ser distribuído a todas as escolas brasileiras e aos centros de formação de professores;

6. Valorizar as especializações em nível de pós-graduação *lato sensu* regulamentadas e avaliadas pela Capes;

7. Criar melhores condições e ampliar o número de bolsas para que os professores da escola básica pública realizem cursos de pós-graduação *stricto sensu*;

8. Ampliar as bolsas de produtividade de pesquisa da área de educação, tanto para recém-doutores quanto para doutores seniores;

9. Fortalecer, ampliar e aperfeiçoar o Projeto Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (Pibid), de modo a promover ações de pesquisa e formação de professores, integradas entre as universidades públicas e as escolas públicas de educação básica;

10. Ampliar o número de bolsas de iniciação científica, particularmente no Programa de Iniciação Científica Júnior, ampliando seu foco, que atualmente é para o ensino médio e profissional, para o ensino fundamental;

11. Incentivar a pesquisa e a formação de professores relacionadas ao tema das diversidades sociais, de gênero, de raça/etnia, sexuais, das condições especiais, das altas habilidades etc.;

12. Fomentar a realização de eventos das diversas áreas da educação nas redes públicas de ensino;

13. Produzir e utilizar novas tecnologias na área de educação, em todos os níveis, de modo que se constituam em ferramentas de acesso a conhecimentos de ponta e de inclusão social;

14. Incentivar projetos de catalogação, conservação e disponibilização do patrimônio histórico escolar brasileiro e sua divulgação por meio de exposições sobre variados materiais escolares (livros, cadernos, móveis, utensílios/objetos escolares), com apoio para publicações ilustradas (como, por exemplo, catálogos analíticos das exposições);

15. Estimular a divulgação de conhecimento científico e das boas experiências em educação por meio de exposições e dos diversos meios de comunicação e informação existentes (revistas, jornais, rádios, televisão, Internet);

16. Fomentar tanto as investigações de levantamento das necessidades de formação e produção do conhecimento demandadas pelo sistema nacional de educação quanto de avaliação do impacto das pesquisas científicas na qualidade da educação básica e a respeito da implementação das recomendações advindas dos planos e políticas educacionais.

Finalmente, considerando a importância estratégica da educação básica para o desenvolvimento científico e social sustentável e a relevância da produção de conhecimentos e da formação de recursos humanos de alto nível para o enfrentamento e a superação dos problemas detectados, é de grande necessidade que o plano nacional de ciência e tecnologia a ser elaborado contemple, de forma explícita e prioritária, a necessidade de criação de um Fundo Nacional de Financiamento à Pesquisa e à Formação de Recursos Humanos para a Educação, bem como preveja o aumento dos recursos financeiros alocados para estas ações dentro das políticas estratégicas do MCT, do MEC, das secretarias estaduais e municipais de Educação e das secretarias estaduais e municipais de Ciência e Tecnologia.

Das grades às redes: curriculares, de formação de professores, de instituições, de ...

Nelson De Luca Pretto[1]

1. Introdução

Certa feita, em sessão de depoimento no Teatro da PUC no Fórum Social Mundial, no início do ano 2001, o escritor uruguaio Eduardo Galeano começou o seu depoimento, relembrando uma pichação que encontrou em uma das suas muitas viagens pelos países latino-americanos: "Quando encontramos a resposta, mudaram a pergunta."

Talvez seja esta a situação em que nos encontramos quando falamos em políticas públicas para ciência, tecnologia e inovação (CT&I), com particular foco no ensino das ciências. Pensar nas políticas públicas para a CT&I implica, de imediato, pensar em políticas públicas para educação, cultura, telecomunicações, entre tantas outras áreas.

Continuamos, como desde muito, a ver propostas que não se articulam, como se cada ministério fosse responsável pela solução dos problemas de forma isolada. Urge pensarmos o Brasil de forma mais global, coerente com o mundo contemporâneo. Na economia, isso já acontece, pois é praticamente impossível, nesta especulação financeira em que vivemos, pensar e agir de forma isolada, sob pena de um retumbante fracasso das políticas, que devem ser repensadas para ampliar o espectro de possibilidades e, com isso, não cair nas armadilhas das soluções simplificadas para complexos problemas. Temos dito, até com certa insistência, que o maior problema das políticas públicas federais (e vale *ipsis litteris* para as estaduais) é que, se continuarmos a fazer

1 Faculdade de Educação da Universidade Federal do Pará (UFPA) e Membro do Conselho Estadual de Cultura, Secretaria de Estado da Cultura da Bahia.

composição dos governos atendendo aos partidos políticos que loteiam os cargos, cada ministério (e secretaria) continuará fazendo a sua política específica, querendo "realizar" mais do que as demais e dificilmente conseguiremos políticas públicas que deem conta dos desafios contemporâneos em muitas áreas.

O que pretendemos aqui é fazer um exercício em torno de alguns pontos na expectativa de poder contribuir para que a 4ª CNCTI possa, a partir de ampla discussão política, delinear algumas diretrizes no campo da formação, da divulgação científica e do ensino das ciências, não se limitando obviamente a estes.

De forma categórica, o que precisamos é de pistas para a implementação de políticas públicas integradas e integradoras para a área da CT&I, sem, no entanto, ficar prisioneiros à própria área. Isso porque o desenvolvimento científico e tecnológico experimentado pela humanidade na segunda metade de século 20provocou mudanças profundas em todas as áreas do conhecimento. Estruturas de modelos não lineares, complexidade, caos, indeterminação, são os novos elementos que passam a fazer parte do nosso cotidiano. Manuel DeLanda (1992) considera que os 30 últimos anos do século 20 corresponderam exatamente a um grande salto de paradigmas, mostrando-nos como os sistemas conservativos passam a ser substituídos por sistemas de equilíbrio dinâmico, nos levando a refletir sobre mudanças de concepções em todas as áreas do conhecimento. A análise de reações químicas é idêntica a muitos outros processos em que o equilíbrio do sistema começa repentinamente a oscilar. Para ele, "oscilações não lineares têm sido observadas em campos tão diversos como a Eletrônica, a Economia e as relações ecológicas (tal como na relação presa-predador)" (1992, p. 135).

Esta ideia de complexidade dos sistemas demanda pensarmos também as políticas públicas com este outro olhar. Marcello Cini, físico da Universidade de Roma/Itália, reflete sobre como mudamos a forma de conceber o mundo e, em vez de tentar reduzir tudo à ordem, regularidade e continuidade, emergem categorias e perspectivas completamente opostas. Estudam-se a desordem, a irregularidade, os fenômenos que não se repetem, em vez de tentar unificar fenômenos muito diferentes pela explicação resultante de uma única lei fundamental. A individualidade começa a ser reconhecida, por exemplo, no fato de que sistemas estruturalmente idênticos podem revelar comportamentos radicalmente diferentes, ocasionados apenas por pequeníssimas diferenças que, até então, todos consideravam não essenciais (CINI, 1998).

Estão em mudança as formas como percebemos e analisamos o mundo, com as individualidades sendo cada vez mais reforçadas e, com isso, mesclando intensamente as concepções teóricas que analisam o mundo físico com aquelas usadas para a análise do chamado mundo social. Os sistemas computacionais digitais desenvolvidos nestes últimos anos têm sido responsáveis por muitas dessas mudanças paradigmáticas. Mais uma vez, como afirma Manuel Delanda, muitos

desses fenômenos permaneciam invisíveis antes do advento do computador (1992, p. 136). Para Marcelo Cini, estamos atualmente trabalhando com "todos os fatores que a ciência tentou exorcizar, minimizar, deixar fora de suas fronteiras" (1998: 111).

Nesse sentido, acreditamos que falta ao governo federal, em todos os âmbitos, uma maior articulação de suas ações. No que diz respeito à CT&I, educação e cultura, pensamos ser isso algo prioritário, acompanhado de uma profunda avaliação dos resultados dessas ações, com a busca de uma atuação mais integrada de todos os ministérios, com destaque para aqueles mais ligados à especificidade de nosso tema, como educação, ciência e tecnologia, cultura e comunicações, mas não se limitando a estes.

Partindo do pressuposto de que uma conferência nacional deve levantar pautas concretas a fim de serem debatidas exaustivamente, gostaríamos de destacar algumas frentes que consideramos básicas para pensarmos ciência, tecnologia e inovação para um desenvolvimento social sustentável.

2. Importância das conferências nacionais

A partir de levantamento realizado pela Presidência da República e apresentado no Fórum Nacional de Pontos de Cultura, ocorrido em Fortaleza/CE, em março de 2010, a primeira conferência nacional ocorreu no país em 1941. De lá para cá, foram poucas as conferências nacionais realizadas, sendo esta política intensificada nos últimos anos, no governo Lula, com ampla mobilização da sociedade. Pesquisa patrocinada pelo Ministério da Justiça (com apoio do PNUD), intitulada "Entre Representação e Participação: As Conferências Nacionais e o Experimentalismo Democrático Brasileiro", realizada pelo Instituto Universitário de Pesquisas do Rio de Janeiro (Iuperj), identificou "que houve um salto na realização de conferências nos dois mandatos do presidente Lula. Na amostra de 80 conferências, 56 ocorreram nos últimos sete anos; e de 33 temas identificados pela pesquisa, 32 foram tratados no período". Além disso, segundo matéria divulgada pela Fundação Perseu Abramo, com dados de outubro de 2009, a mesma pesquisa identificou "3.750 projetos de lei no Congresso Nacional que guardavam afinidade com 1.937 diretrizes resultantes das conferências".[2]

Nesse sentido, reverte-se de importância a participação da sociedade organizada na conferência de forma a poder discutir os temas cruciais para o desenvolvimento científico e tecnológico mais amplamente. Acreditamos que a realização da 4ª CNCTI possa se constituir em mais um desses importantes espaços de discussão de diversos pontos que contribuam para a elaboração de polí-

2 *http://www.fpabramo.org.br/conteudo/conferencias-nacionais-alteraram-modelo-de-democracia-afirma-pesquisadora-do-iuperj*, acesso em 25.04.2010.

ticas públicas que permitam avançar na formação do cidadão, especialmente no que diz respeito à sua formação científica, desde já compreendendo-a numa perspectiva ampla.

A partir deste momento, passamos a refletir sobre diversos aspectos que consideramos importantes e que não devem ser vistos como pontos isolados, mas como elementos de uma trama hipertextual que levam e trazem os pontos de um lugar a outro, constituindo-se uma rede multifacetada de vários nós. Também a sua ordem não está a indicar uma preferência ou uma linearidade, como se uns fossem pré-requisitos de outros. Urge pensarmos em ações simultâneas, com esforços de todos os ministérios.

Consideramos que seja importante, antes de qualquer coisa, resgatar alguns princípios básicos que deveriam estar presentes de forma muito intensa em todas as propostas de políticas públicas para ciência, tecnologia e inovação. Um inicial e fundamental princípio nos parece ser a defesa intransigente do acesso ao conhecimento como um direito de todos os cidadãos. Aqui, o acesso tem que ser entendido de forma mais ampla, não só na perspectiva de se consumir um conhecimento produzido externamente, em geral a partir de uma produção fechada e elitista, mas ser compreendido como, simultaneamente, um estimulo à produção de culturas e conhecimentos, pensadas aqui no seu plural pleno. Dessa forma, buscamos o fortalecimento da cidadania planetária, com fronteiras e bordas cada vez mais diluídas, possibilitando que as interações entre pessoas e culturas se deem de forma intensa, hoje favorecidas pela presença marcante das tecnologias digitais, especialmente as de informação e comunicação.

Com isso, pensamos na necessidade de um fortalecimento e enaltecimento das diferenças e não em continuar a pensar a ciência, a tecnologia, a cultura e a educação numa perspectiva de distribuição do conhecimento hegemônico, na busca da superação das diferenças, que são fruto das diversas formas de se perceber e relacionar com o ambiente e o conhecimento. Essa produção, utilizando-se de diversos suportes, como vídeos, fotografias, sons, textos, pré-textos e muito mais – por cada um individualmente ou nos coletivos a partir de suas próprias experiências e vivências – precisa estar conectada a um diálogo profundo e intenso com o saber estabelecido, com os avanços das ciências, com o conhecimento das tecnologias desenvolvidas, com as culturas, com os clássicos da literatura universal e nacional e com a chamada língua culta. Não se trata de isolamento; ao contrário, é ampliação, é construir novas tramas.

É nessa trama de saberes que novos conhecimentos vão sendo produzidos na perspectiva formativa que estamos aqui explicitando.

Dessa maneira, as políticas públicas precisam ser pensadas em função da complexidade das questões que estão postas na mesa, demandando um olhar amplo sobre toda a problemática, mas com a previsão de ações nas dimensões micro, mezo e macro a serem incorporadas nas po-

líticas. Dessa forma, resgata-se o papel do Estado como indutor das políticas públicas da mesma forma que demanda cidadãos ativos e participativos na cobrança das políticas e na sua execução.

A ideia da rede é fundamental para esse pensar. Rede que articule as diversas políticas tanto das ações dos ministérios quanto na sua esfera operacional. Rede que articule Estado e sociedade. Rede que respeite as diferenças e, com elas, busque compreender que essa construção se faz a partir de intenso diálogo e respeito às diferenças e não na busca de soluções homogeneizadoras.

Podemos considerar, do ponto de vista histórico, que o esforço realizado pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) na implantação da rede Internet no Brasil foi um desses exemplos de políticas pública que levou em conta essa perspectiva de rede ao seu limite, até mesmo pela característica do projeto em si. A Internet está presente no Brasil desde 1988, por iniciativa da Fapesp/SP, da UFRJ/RJ e do LNCC/RJ, ligando os computadores de redes das universidades e dos centros de pesquisa brasileiros aos EUA. Em 1989, com o crescimento da demanda acadêmica por conexão Internet, o MCT criou a Rede Nacional de Pesquisa (RNP), com a finalidade de estruturar e manter uma espinha dorsal nacional que integrasse as redes estaduais, viabilizasse o acesso à Internet ao interior, com o provimento de serviços educacionais, e estimulasse o surgimento de aplicações de redes em várias áreas do conhecimento. Mesmo que a maior demanda fosse acadêmica, é curioso perceber que foi quase nulo o envolvimento do Ministério da Educação, "responsável" pelas universidades públicas brasileiras, na implementação e manutenção da RNP nos seus primórdios. Hoje isso não mais ocorre, mas nos parece ser esse um exemplo clássico e emblemático do distanciamento dos diversos ministérios na elaboração e execução das políticas que aqui estamos a nos referir. Paralelamente à implantação da estrutura física, a RNP passou a divulgar os serviços Internet à comunidade acadêmica por meio de seminários, montagem de repositórios temáticos e treinamentos, buscando estimular a formação de uma consciência acerca de sua importância estratégica para o país, o que continua a ser feito até os dias de hoje. Não se quer com isso dizer que a implantação da RNP não foi feita sem crises e dificuldades, mas evidente ficou que um esforço conjunto de atuação em rede, envolvendo praticamente todas as Instituições Federais de Ensino Superior (IFES), que se tornaram e são até hoje os Pontos de Presença (POP) da RNP (da Internet, portanto), possibilitou a montagem dessa rede e, depois, em 1995, a sua abertura para o público em geral com a implantação da Internet comercial no país.

No entanto, a desarticulação das políticas é grande e, a título de exemplo, podemos verificar o caso das políticas preocupadas com a chamada inclusão digital. A Revista ARede[3], em seu número de dezembro de 2005, apresentou um levantamento de todos os projetos do governo fe-

3 *http://www.arede.inf.br*

deral e das estatais para a área. Em 2005, foram aplicados (efetivamente empenhados) R$ 213,38 milhões em programas e projetos de inclusão digital, sendo 18 programas ou ações de âmbito nacional, regional ou setorial, desenvolvidos por oito ministérios, uma secretaria, quatro empresas estatais e uma fundação. Ao total, diz a matéria, existiam no país mais de 4,4 mil telecentros. Cada um tocava o seu projeto e as ações de um não falavam com as demais.

Complementarmente, as ações da chamada inclusão digital demandam que também qualifiquemos o que entendemos por inclusão. Apenas constatar o crescimento no número de acessos não basta, uma vez que não podemos reduzi-la a isso e muito menos ao fornecimento de aulas para o uso de planilhas eletrônicas ou processadores de texto, muitas vezes com *softwares* proprietários. Se pensamos que a inclusão digital deva significar uma imersão no universo da cibercultura, podemos ver que as experiências vividas em muitos telecentros ou similares (existem muitas exceções a essa observação) certamente não contribuirão significativamente para essa imersão dos jovens na cultura digital, uma vez que, apesar da boa vontade e do grande envolvimento dos participantes desses projetos, algumas das experiências são cercadas de muitas restrições ao uso. Mais uma vez corremos o risco de alimentar o fosso entre pobres e ricos, já que os jovens de maior poder aquisitivo têm acesso individualizado em casa – quase sempre em banda larga –, interagindo plenamente com a cibercultura e vivendo, em seus quartos fechados, todas as possibilidades, da cópia à manipulação de músicas (com os conhecidos formatos mp3 e ogg), aos vídeos, bate-papos e sítios de toda natureza.

Outro importante aspecto nesse campo diz respeito à conectividade. No mundo todo, estão ocorrendo discussões tecnológicas e políticas sobre as conexões em banda larga e, por isso, precisamos ter claro o que compreendemos sobre o tema. Para a União Internacional de Telecomunicações (UIT), só podem ser consideradas conexões em banda larga aquelas com velocidade superiores as 256 kbps (kilobits por segundo) e, no Brasil, considerando dados apresentados pelo jornal Folha de São Paulo, 90% das conexões brasileira estão abaixo dessa velocidade. Por outro lado, o país apresenta baixo índice de penetração de banda larga, já que, de acordo com pesquisa realizada pelo Barômetro Cisco, em dezembro de 2008, de cada 100 habitantes, apenas 5,2 têm conexão em banda larga[4]. A definição de um plano nacional de banda larga – anunciado pelo governo no momento de fechamento deste texto – seguramente pode se constituir num importante avanço, e o MCT precisa estar atento e acompanhar a sua implantação, trazendo para o conjunto de discussões sobre o tema a experiência da implantação da RNP na década de 80 do século passado, já referida anteriormente.

Outra frente aberta tanto em termos de pesquisa & desenvolvimento quanto em termos de possibilitar a chamada inclusão digital foi a da implantação da televisão digital terrestre. No

4 *http://www.vermelho.org.br/blogs/outroladodanoticia/?p=7650*, acesso em 10.12.2009

início do governo Lula, uma profunda mudança de rota foi introduzida a partir do Decreto nº 4.901, de 26/11/2003, que instituiu o Sistema Brasileiro de Televisão Digital – SBTVD (BRASIL, 2003). A questão fundamental que se colocou quando da edição deste decreto e a mudança de rumo referida é que, a partir de então, o governo brasileiro passou a trabalhar não mais na perspectiva da escolha entre os sistemas disponíveis – o norte-americano (ATSC), o europeu (DVB) e o japonês (ISDB) –, mas, sim, na busca de uma definição mais precisa sobre o sentido de se implantar a televisão digital. O objetivo era evitar cair na solução de, simplesmente, investir no aperfeiçoamento das tecnologias de transmissão e recepção com o objetivo de aumentar a qualidade de transmissão do que já se produz. Buscaram-se alternativas porque, se assim não se fizesse, não seria possível que as importantes expressões da cultura brasileira, mesclada e interagindo com a planetária, pudessem ter mais espaço "de forma a garantir a primazia do interesse público em detrimento de interesses privados" (INTERVOZES, 2006). Mesmo com a escolha do padrão japonês e com o praticamente desmonte do esforço coletivo das universidades e empresas envolvidas com a temática, muito ainda tem a ser feito, e essa não é, seguramente, uma questão que diz respeito somente ao Ministério das Comunicações. Cabe agora resgatar as ações desenvolvidas e pensarmos em políticas de produção de conteúdo e desenvolvimento tecnológico com o objetivo de viabilizar a construção de um projeto nacional para a televisão digital.

3. Formação de professores

Um dos pontos críticos para a educação brasileira diz respeito à formação de professores. Não podemos continuar a pensar em políticas que busquem simplesmente treinar professores e muito menos certificá-los em cursos de formação normalmente aligeirados. Pior que isso, é lamentável a possibilidade de mecanismos de certificação que tenham como princípio o estímulo à competição entre os profissionais da educação, mediante pagamento de bolsas de incentivo, como temos visto ser proposto, até com certa insistência, como política de avaliação por mérito. Parece que a lógica do *ranking* e da competição terminou sendo inculcada em nossa sociedade de tal forma que as políticas públicas terminam, também elas, sendo vistas como competidoras entre si, como já mencionamos e que aqui não custa repetir, em todos os campos, especialmente quando falamos em educação, tema que todos consideram fundamental para a superação das gritantes desigualdades mundiais.

A formação de professores é um antigo problema e, desde muito, retorna ao centro do debate graças à necessidade de uma maior valorização desses profissionais, considerando um tríplice enfoque: formação, salário e condições de trabalho. Deixando a questão do salário e das condi-

ções de trabalho para outros fóruns – sem, no entanto, insistir que elas são absolutamente fundamentais – vamos nos concentrar na formação dos mestres.

A esse respeito, necessário se faz retomar o papel das faculdades de educação (Faced), no mínimo, se pensarmos naquelas das universidades públicas, sejam elas federais ou estaduais. São as Faced responsáveis pela formação pedagógica dos professores de todas as áreas do conhecimento, atendendo aos graduandos de todas as licenciaturas. Urge pensarmos na implantação de uma rede de comunicação e aprendizagem que possibilite a montagem de um sistema que inclua todos os níveis de educação.

As faculdades de educação das instituições públicas de ensino superior constituem-se num potencial incomensurável de transformação. Não resta a menor dúvida de que sofrem de todas as conhecidas mazelas do sistema público de ensino superior. Mas, no seu conjunto, encontramos experiências muito ricas que podem e devem ser estimuladas e, mais que isso, cabe aos ministérios – e não só ao MEC – provocar e potencializar ações para serem desenvolvidas no momento da formação dos futuros professores. Associar a formação pedagógica com o conteúdo específico desde o começo dos cursos é básico para a compreensão de um professor que veja a ciência, a tecnologia e a inovação como parte do processo social de construção do conhecimento. Com isso, acreditamos ser possível deixar de considerar as disciplinas específicas no campo da CT&I como meras fornecedoras de conhecimentos prontos – quando não apenas informações – que precisam ser seguidos e, pior, ensinados de forma não crítica.

A relação dos conhecimentos científicos com as demais formas de saber presentes no mundo passa a ser, dentro desta perspectiva, um elemento central na construção de uma formação sólida de professores. Professores que possam exercer o papel de protagonistas privilegiados desses processos, ou, nas palavras de Henry Giroux (1997), "professores como intelectuais". Peter McLaren, no prefácio do livro de Henry Giroux, afirma que:

> [o] professor como intelectual transformador deve estar comprometido com o seguinte: ensino como prática emancipadora; criação de escolas como esferas públicas democráticas; restauração de uma comunidade de valores progressistas compartilhados; e fomentação de um discurso público ligado aos imperativos democráticos de igualdade e justiça social (GIROUX, 1997).

Assim, pensamos que, para a formação desses profissionais, necessário se faz pensar em professores universitários que compreendam as dimensões da cibercultura. Desta forma, a formação inicial e continuada – seja ela presencial ou a distância – se dará como parte desta rede, em que, por exemplo, MCT, MEC e MinC poderiam implantar, em conjunto com as IFES, amplo programa em rede para a formação de professores, para as diversas áreas do conhecimento. Podemos pensar em redes de comunicação e aprendizagens, em que a produção de

conhecimentos e culturas seja o foco central, em que professores e escolas – e aí o importante é o envolvimento da escola como um todo e não somente o professor enquanto indivíduo – possam estar articulados para desenvolverem projetos em rede. Esses projetos poderiam estar articulados em um conjunto de atividades organizadas de tal forma que se constituíam em programas de especialização para os professores das redes estadual e municipal num ato de formação contínua e permanente.

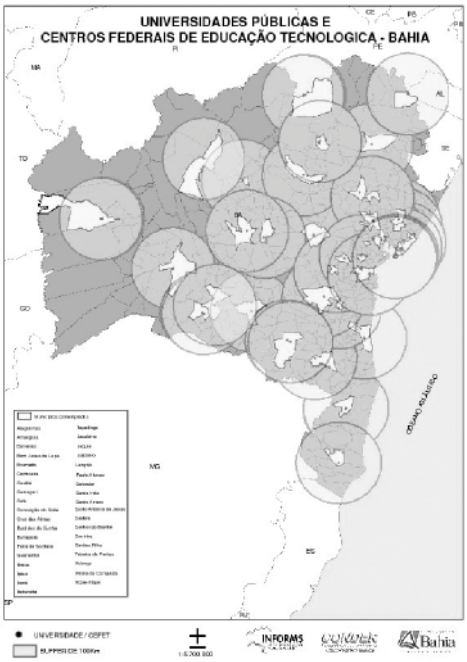
O desenvolvimento de experiências referências precisam ser estimuladas em paralelo a apoios de outras iniciativas articuladas com as demandas e necessidades de cada região, estado ou município, ficando o governo federal com a importante tarefa de articular o andamento desses projetos de forma a possibilitar a avaliação em processo de todas elas, com seminários regulares de trabalho com todos os implicados no processo. Assim, as pesquisas sobre o tema estariam, de forma permanente, sendo consideradas para o repensar do próprio caminhar das políticas públicas. As ações nessa linha exigem o estabelecimento de um estado da arte da produção acadêmica sobre a formação continuada de professores e a produção de um termo de referência sobre a temática, que balizaria as políticas – no plural – e as ações.

Permitam-me apresentar uma situação muito particular do estado da Bahia, mas que pode ser ilustrativa das enormes potencialidades que temos. No ano de 2006, fizemos um levantamento do número de universidades públicas na Bahia e da localização de todos os seus *campi* universitários espalhados pelo estado, principalmente por causa da Universidade do Estado da Bahia (Uneb), e do antigo Cefet, hoje IFBA, ambos multicampi.

Com a colaboração da Companhia de Desenvolvimento Urbano do Estado da Bahia (Conder), plotaram-se todos esses *campi* no mapa do estado e, a partir deles, traçou-se um círculo com um raio máximo de 100 km para podermos visualizar a amplitude da cobertura das IES públicas baianas no estado.[5]

O gráfico a seguir mostra a cobertura do sistema universitário baiano em termos geográficos.

5 Foram as seguintes as unidades consideradas no ano de 2006: Universidade Federal da Bahia (Salvador, Barreiras e Vitória da Conquista); Universidade Federal do Recôncavo Baiano (Campus de Cruz das Almas, Campus de Santo Antônio de Jesus, Campus de Cachoeira e Campus de Amargosa); Universidade do Vale do São Francisco (Campus Juazeiro – BA); Universidade do Estado da Bahia (Salvador, Alagoinhas, Juazeiro, Jacobina, Santo Antonio de Jesus, Caetité, Senhor do Bonfim, Paulo Afonso, Barreiras, Teixeira de Freitas, Serrinha, Guanambi, Itaberaba, Conceição do Coité, Valença, Irecê, Bom Jesus da Lapa, Eunápolis, Camaçari, Brumado, Ipiaú, Euclides da Cunha, Seabra e Xique-Xique); Universidade Estadual de Feira de Santana (Feira de Santana, Lençóis e Santo Amaro); Universidade Estadual de Santa Cruz; Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (Vitória da Conquista, Jequié e Itapetinga); Cefet-BA (Barreiras, Eunápolis, Vitória da Conquista, Valença, Salvador, Simões Filho, Santo Amaro, Porto Seguro, Camaçari) e as Escolas Agrotécnicas Federais na Bahia (Catu, Guanambi, Santa Inês e Senhor do Bonfim).



Observa-se claramente que, se pensamos em termos estaduais, praticamente todo o estado está coberto por pelo menos um *campus* de uma universidade pública, numa distância máxima de 100 km.[6] Tanto nas sedes quanto nos *campi* universitários, encontramos as unidades voltadas para a educação, sejam as próprias faculdades ou centros ou então os departamentos de educação. Elas constituem-se, portanto, num potencial incomensurável de transformação já que ali estão os profissionais que, teoricamente, pensam a educação em nosso país. Como já afirmamos, sabemos que temos muitos problemas nesses *campi* e particularmente nas Faced. No entanto, esta poderia ser, ao mesmo tempo, um possibilidade para, ao aproximar as unidades de educação com os outros níveis de ensino, avançarmos no encaminhamento de muitos dos problemas dessas faculdades. Complementarmente, esse é um enorme potencial e poderia incluir o fortalecimento de redes de bibliotecas, de produção de materiais culturais (consequentemente educacionais), de um sistema de comunicação pública, entre tantos outros de que ainda vamos tratar neste texto. O estabelecimento de uma rede com múltiplos pontos sem uma hegemonia permanente de um em relação ao outro, típico dos sis-

6 Não é o nosso objetivo aqui discutir as políticas de expansão das universidades Federais no Estado, nem mesmo as políticas de expansão da UFBA, mas nos parece óbvio que este mapa, por outro lado, seria o definidor do "para onde expandir" das IES no Estado e não que a implantação de novas universidades ou campi fossem resultados de ações meramente político-partidárias como lamentavelmente vem acontecendo.

temas de distribuição de comunicação, é de fundamental importância para que seja possível adotar outra perspectiva para as universidades e para o sistema educacional. São novas possibilidades que se instalam e que modificam os tradicionais vetores de desenvolvimento que sempre apontam da capital para o interior, como se o interior fosse constituído de espaços virgens que as redes resgatariam e tirariam da sua pureza e da sua ingenuidade. Dessa forma, pensar a conexão de um *campus* universitário pode e deve corresponder à conexão da região onde a universidade está inserida na própria rede. E ao conectar mais uma região à rede, ela própria se transforma, mas também a rede sofre transformação com a sua presença. Como afirma Leila Dias (1995, p. 148), pesquisadora da Universidade Federal de Santa Catarina, "as redes não vêm arrancar territórios 'virgens' de sua letargia, mas se instalam sobre uma realidade complexa que elas vão certamente transformar, mas onde elas vão igualmente receber a marca". Dentro das regiões, novamente a rede se estabelece, articulando as universidades com as demais unidades do sistema público de ensino. Implanta-se, potencialmente, um processo contínuo e permanente de troca, de formação continuada em serviço, com a rede desenvolvendo programas de formação (em rede) para as diversas áreas do conhecimento, em que a produção de conhecimentos e culturas sejam priorizadas.

4. Relação com a cultura

A cultura, no momento atual, especialmente a denominada cultura digital, demanda uma maior aproximação da ciência e tecnologia com todos os elementos da mesma. Mais uma vez, uma maior articulação entre esses dois ministérios torna-se premente.

Com o potencial que o MinC tem, em termos de museus, patrimônio histórico, política audiovisual, etc., seria possível pensar em ações conjuntas no sentido de formar professores e professoras com uma outra perspectiva profissional. Nossos professores não vão ao cinema, ao teatro, a museus, usam muito pouco bibliotecas, estas, por sinal, muito pouco equipadas com temas da C&T. Isso precisa ser atacado de forma global com a implantação de mecanismos catalisadores de ações nesse sentido.

É preciso pensar em algumas iniciativas do tipo implantação de um programa de apoio à ida de professores a eventos a partir de uma negociação mais ampla com os produtores e distribuidores, de impacto nacional, da mesma forma como poderíamos pensar em uma política de leitura para os professores. Nesse aspecto, as discussões em andamento, capitaneadas pelo Ministério da Cultura para a implantação do Procultura (Lei nº 6.722/2010, cria o Programa Nacional de Fomento e Incentivo à Cultura), projeto de lei já encaminhado pelo executivo ao Congresso Nacional como substituto à denominada Lei Rouanet (Lei nº 8.313/1991), pode

constituir importante mecanismo que garanta a distribuição dos produtos culturais para contribuir com a formação de professores, crianças, jovens e adultos, além de viabilizar o acesso de professores a eventos de natureza cultural. Como o objetivo na proposta da nova lei é diversificar os mecanismos de financiamento, visando desenvolver e intensificar a denominada economia da cultura, aqui podemos visualizar uma importante aproximação da CT&I com a cultura. A proposta apresentada pelo Executivo, fruto de mais de seis anos de diálogo do MinC e com a sociedade civil por meio de consultas públicas, audiências e intenso uso das redes sociais, traz significativos avanços em termos de implantação, controle e formas de financiamento da cultura, o que se constituiu numa importante metodologia de auscultar a sociedade e que indica um importante caminho para se pensar, em todas as áreas, em como elaborar políticas públicas.[7]

5. Por uma política de informação: bibliotecas, periódicos, materiais educacionais

O momento contemporâneo demanda o estabelecimento de uma política nacional de informação para o país, articulando diversas áreas. Esta política não deveria estar centrada apenas no registro e na disseminação da informação, mas na criação de uma infraestrutura que permita à sociedade de uma forma geral ter acesso à informação e ser estimulada à sua produção em todos os espaços sociais. Esta seria uma política básica e fundamental para a geração de conhecimentos e culturas e deveria ter como base o seu compartilhamento. Assim e de forma integrada, necessitamos de políticas para as bibliotecas públicas, para os periódicos e para a produção de materiais educacionais abertos.

O potencial brasileiro nesse campo é enorme e um programa de fortalecimento das bibliotecas públicas – incluindo aí a das faculdades de educação com a perspectiva de intensificar a formação dos professores, mas não só elas – com livros da literatura brasileira, com programas de televisão e filmes apoiados pelo MinC, MCT e MEC e que não chegam a esse tipo de público, com a montagem de videotecas da cultura brasileira e com a história da ciência brasileira, em muito poderia contribuir para que os professores, em sendo conhecedores e leitores críticos desses produtos, possam estimular seus alunos para um maior contato com elementos culturais e científicos.

7 Poderíamos aqui avançar na discussão em torno da criação, produção e veiculação dos conteúdos da cultura digital (animações, filmes, simulações), fortalecendo com isso a produção local, fomentando os arranjos produtivos que viabilizariam novos "negócios", associando com a necessária discussão sobre a veiculação dos mesmos no sistema de comunicação – público e privados, já que são concessões públicas - para garantir conteúdos locais e diversidade de conteúdos com já é feito em outros países.

6. Publicações científicas e de divulgação – Portal de Periódicos da Capes

Importante investimento vem sendo feito pelo governo brasileiro por intermédio da Capes com a aquisição dos direitos para o acesso da comunidade científica e para os processos formativos nas universidades públicas com o Portal de Periódicos da Capes. Seguramente, essa é uma política que tem que ser fortalecida como a única forma de viabilizar, nesse momento, que os resultados das pesquisas científicas desenvolvidas em todo o mundo estejam acessíveis, e de forma fácil, para todos. No entanto, precisamos pensar em políticas públicas nesse campo que atuem em pelos menos duas grandes frentes concomitantes: melhoria na infraestrutura das bibliotecas públicas e fortalecimento da política de arquivos abertos.

É fato que, desde a implantação do Portal de Periódicos, praticamente mais nada se investiu nas bibliotecas públicas brasileiras para a aquisição dos periódicos nacionais e muito menos estrangeiros. A velocidade com que se tem acesso aos artigos recém-publicados é apenas uma importante razão para o privilegiamento das versões digitais pelo Portal de Periódicos. Está nos objetivos do projeto que ele:

> foi criado tendo em vista o déficit de acesso das bibliotecas brasileiras à informação científica internacional, dentro da perspectiva de que seria demasiadamente caro atualizar esse acervo com a compra de periódicos impressos para cada uma das universidades do sistema superior de ensino federal."[8]

No entanto, com a não aquisição das versões impressas dos periódicos, o que terminou acontecendo foi que, para aqueles usuários, notadamente os mais pobres em recursos financeiros e que não têm acesso doméstico à infraestrutura de comunicação com banda larga, computadores e impressoras, ficou praticamente impossível o acesso aos artigos acadêmicos porque também as nossas bibliotecas não estão equipadas com infraestrutura suficiente para permitir a leitura em tela e a impressão dos referidos artigos. Dessa forma, cria-se um quase paradoxo: o grande investimento para viabilizar o acesso ao conhecimento produzido é inviabilizado para aqueles que mais precisam justamente porque na ponta do sistema não está garantido esse acesso à banda larga, a computadores e a impressoras. Não podemos esquecer que, no campo da formação de professores, são os nossos alunos os mais carentes e que, normalmente, de pouco tempo dispõem para a leitura em tela desses artigos, sendo fundamental, pelo menos em um primeiro momento, a impressão dos artigos para o seu estudo em lugares distintos e sem conexão.

8 *http://novo.periodicos.capes.gov.br/index.php?option=com_pcontent&view=pcontent&alias=missao-objetivos&mn=69&smn=74, acesso 05/05/2010*

De outro lado, necessário se faz intensificar a política de fortalecimento dos arquivos abertos, movimento (teórico, acadêmico e político) internacional em torno das tecnologias livres que vêm possibilitando a produção colaborativa de conhecimentos (também livres), a partir da utilização dos chamados arquivos abertos (*open archives*), por meio de projetos como o Projeto de Conhecimento Público (*Public Knowledge Project*), que desenvolve um sistema livre e aberto para administrar publicações e indexações de revistas acadêmicas (*Open Journal Systems - OJS*)[9], favorecendo a publicação livre e sem restrições de uso da produção científica mundial e viabilizando com isso que, cada vez mais, os resultados das pesquisas, notadamente financiadas com recursos públicos, possam ser oferecidos sem custos à sociedade que, em última instância, já pagou por eles.

Necessário se faz intensificar a importante política pública do governo federal por meio do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict), instituto da estrutura do Ministério da Ciência e Tecnologia. Necessitamos de maior apoio e investimentos para o trabalho de disseminação e implantação do Sistema Eletrônico de Editoração de Revistas (SEER), que realizou a tradução e deu suporte às instituições para a sua instalação e utilização plena e também, com a implementação do INSEER, criou uma incubadora de revistas para dar suporte àquelas instituições e grupos que já possuem publicações impressas, mas que não contam com as condições institucionais para realização da migração para o novo sistema[10]. O que se está conseguindo com isso é a criação de novas possibilidades para a ampliação do acesso para toda a população dos países falantes da língua portuguesa, da produção científica nacional e internacional. Hoje, já temos 777 revistas em acesso aberto no país e esta ação precisa urgente ser fortalecida.

Esse importante movimento precisa estar acompanhado, no entanto, de outra iniciativa – essa ainda em passos curtos – que é a implantação dos repositórios institucionais. De acordo com Helio Kuramoto, do Ibict,[11] para o crescimento dessa iniciativa, necessário se faz uma regulamentação que defina o repositório institucional como o espaço do depósito oficial dos resultados das pesquisas realizadas com recursos públicos. Segundo ele, já existia esta percepção quando, em 2005, foram submetidos projetos à Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), assim como quando, em 2007, articulou-se junto ao deputado Rodrigo Rollemberg o Projeto de Lei 1.120/2007, que tornaria obrigatório às universidades públicas e aos centros de pesquisa científica a construção ou o desenvolvimento de repositórios institucionais. Desde 2005, está-se promovendo, por intermédio do Ibict, a construção de repositórios institucionais nas universidades brasileiras, associado com um trabalho de sensibilização e articulação junto a todos os setores

9 *http://pkp.sfu.ca*

10 Por um período inicial de dois anos, o Ibict fornece suporte e espaço em seus servidores para a publicação de mais revistas acadêmicas brasileiras.

11 *http://kuramoto.blog.br/ acesso 05/05/2010*

da comunidade científica.[12] No entanto, todo o processo de sensibilização e construção de repositórios nas universidades tem se mostrado muito lento e necessita de ação mais contundente em termos de política pública. O mesmo acontece com a aprovação do já referido PL 1.120/2007, que, submetido há três anos, ainda hoje se encontra na Comissão de Constituição, Justiça e Cidadania da Câmara dos Deputados. (KURAMOTO, 2010).

Mais uma vez, aqui indicamos a necessidade de articulações com possíveis interfaces das políticas públicas, incluindo a necessidade de um maior envolvimento da ciência e tecnologia nas discussões e na execução do Plano Nacional do Livro e da Leitura (PNLL)[13], ação do Ministério da Cultura e do Ministério da Educação. Com relação ao MEC, importante salientar que as ações ligadas ao acesso aberto necessitam estar integradas com os programas de informatização das escolas (Proinfo) e com o projeto Um Computador por Aluno (UCA), mediante ações que congreguem atividades que articulem essas políticas.

Complementarmente, e talvez aí tenhamos uma das ações de maior impacto, necessário se faz que a Capes passe a considerar as publicações que adotam o acesso aberto como sendo aquelas que merecem maior avaliação – não deixando de lado o rigor científico – nos mecanismos institucionais de avaliação de professores e programas de pós-graduação. Assim, o sistema Qualis de avaliação de periódicos e livros[14] precisaria pontuar favoravelmente editoras e publicações que tivessem como critério o acesso livre, fazendo com isso um movimento indutivo no fortalecimento desta política.

Paralelamente a esta questão, e associado com a implantação de um plano nacional de banda larga, torna-se importante repensar o Programa Nacional do Livro Didático, para que, como parte do programa, possamos pensar em mecanismos de produção de material educacional a partir de outras bases.

Refiro-me aqui à implantação de uma política pública de apoio à produção de Recursos Educacionais Abertos (REA, que voltaremos a nos referir adiante), política que necessita do envolvimento de pelo menos quatro ministérios: Educação, Cultura, Ciência e Tecnologia e Telecomunicações. Outro destaque precisa ser dado no sentido de uma ação contundente da ciência e tecnologia de apoio ao processo que o MinC vem desencadeando em resposta à perigosa e poderosa campanha empreendida por aqueles que são contra a necessária mudança na legislação de direito autoral, lei que, na prática, cerceia as possibilidades da democratização do conhecimento em nome de uma pseudodefesa dos autores. Neste aspecto, que retomaremos ao final do texto, para a educação, a

12 Em novembro de 2009, conseguimos distribuir 33 kits tecnológicos às universidades e institutos de pesquisa públicos brasileiros.

13 *http://www.pnll.gov.br*

14 *http://qualis.capes.gov.br/webqualis*

atual legislação torna impeditivo o uso de obras e produções científicas e intelectuais nas salas de aula em todos os níveis, demandando uma reformulação da Lei nº 9.610/98, que vem sendo levada à frente pelo Ministério da Cultura, numa importante ação, e que não pode ser tratada apenas como um interesse da Cultura. Neste sentido, a Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia tem que se manifestar de forma contundente em apoio a essas transformações na legislação do direito autoral no Brasil, com um explícito apoio às ações do MinC.

7. Produção de materiais – Recursos Educacionais Abertos (REA)

A formação de professores pode se constituir em importante espaço para uma reflexão mais ampla sobre a produção de materiais educacionais. Aqui, mais uma vez, a articulação com o MEC e com o MinC pode se constituir em importante mecanismo alavancador de outras frentes de trabalho e formação: ações que incentivem a produção de materiais didáticos, bem verdade melhor seria dizermos materiais culturais e científicos, como livros, sítios na Internet, filmes, programas de TV, *softwares*, entre tantos outros, que destaquem a cultura brasileira e sua relação com o planeta, o ambiente, as tecnologias populares, a ciência das coisas, entre tantos outros temas e abordagem. Essa produção, se compreendida na perspectiva aberta que estamos a nos referir, pode vir a se constituir num importante mecanismo de produção cultural e científica em paralelo aos processos de formação de professores e alunos além de constituir-se em conteúdo para o sistema de televisão pública brasileira.

Isso porque temos que evitar, de forma contundente, a ideia de que essa produção deve se dar de forma centralizada, unicamente a partir de especialistas que não dialogam com ninguém e que produzem materiais fechados sem possibilidades de sua reutilização e remixagem. O que temos visto é o surgimento dos chamados portais para dar apoio ao trabalho dos professores, que se constituem, como já temos dito, em portais-currais. André Lemos, em um artigo denominado "Morte aos Portais" (2000), conceituou os portais como uma "estrutura de informação (conteúdo) que nos trata como bois digitais forçados a passar por suas cercas para serem aprisionados em seus calabouços interativos."

Se pensamos em escolas equipadas e conectadas com banda larga efetiva, precisamos pensar também na possibilidade de a escola ser protagonista dos processos formativos e de produção de culturas e conhecimentos. Se não fortalecermos as escolas, continuaremos a pensar em políticas públicas de alto nível, mas que não funcionam por conta da realidade. Retoma-se a ideia de imputar aos professores a culpa pelo não funcionamento do sistema. Culpam os professores pelo desânimo, pela falta de interesse em usar as tecnologias digitais, enfim, continua-se com o

mesmo e conhecido discurso. Nossas pesquisas na década de 1980 sobre livros didáticos já indicavam exatamente o mesmo discurso (PRETTO, 1985 e 2008). Os editores diziam que faziam livros ruins porque era essa a demanda dos professores. Isso era a desculpa para termos – como ainda hoje – livros de tão baixa qualidade e aulas pífias. Sempre os mesmos argumentos para não enfrentarmos o problema de frente: o necessário fortalecimento da escola e do professor. Enquanto o centro das políticas públicas não for a escola e os professores, não teremos mudanças substanciais. Se não forem oferecidas condições concretas de trabalho para os professores, é evidente que os equipamentos vão ficar subutilizados, como nossas atuais pesquisas têm demonstrado. Um medo natural de alguém que, sobrecarregado de trabalho – e isso em todos os níveis[15]. Maria Cristina Davini, pesquisadora da Universidade de Buenos Aires, falando sobre as políticas públicas lá e cá, em uma reunião da Associação Nacional de Pesquisa e Pós Graduação em Educação (ANPEd), em Caxambu, alguns anos atrás, dizia que, com essa pressão do FMI e do Banco Mundial, a lógica das políticas de descentralização é cruel e muito direta: se der certo, o mérito é da política; se der errado, a culpa é do professor.

Mudar esse panorama demanda políticas educacionais, científica e tecnológica que considerem o professor e a professora, diferentes entre si e entre todos, como sujeitos capazes de liderar todo o processo escolar. Não adianta distribuir diretrizes, parâmetros, vídeos, computadores, livros ou parabólicas se não tivermos professores bem pagos, escolas bem equipadas e, principalmente, conectadas para, em rede, articulando-se uns com os outros, possam montar uma verdadeira cruzada de transformação radical da educação em nosso país. Mais ainda, precisamos é de projetos e políticas que fortaleçam os locais, as regiões, e não que sejam elaborados por especialistas iluminados e distribuídos em broadcasting para o conjunto dos brasileiros que estão na escola e fora dela.

Aqui é importante pensarmos, mesmo que de forma muito breve sobre a questão curricular. Currículo se faz na escola, por aqueles que fazem o cotidiano escolar. Não podemos continuar a pensar na elaboração de currículos e programas centrados em uma lógica iluminista de distribuição de informações. Pierre Levy, no livro Cibercultura (1999), destaca a importância do reconhecimento das experiências adquiridas nas relações sociais e profissionais. Afirma Levy:

> Se as pessoas aprendem com suas atividades sociais e profissionais, se a escola e a universidade perdem progressivamente o monopólio da criação e transmissão do conhecimento, os sistemas públicos de educação podem ao menos tomar para si a nova missão de orientar os percursos individuais no saber e de contribuir para o reconhecimento dos conjuntos de saberes pertencentes às pessoas, aí incluídos os saberes não-acadêmicos (LEVY, 1999, p. 158, negrito nossos).

15 Sugestivo ver o trabalho dos professores Valdemar Sguissardi e João dos Reis Silva Jr intitulado *O trabalho intensificado nas federais: Pós-graduação e produtivismo acadêmico.*

Escolas e universidade perdem o monopólio, destacamos, mas não a sua importância. Ao contrário, adquirem ou trazem uma importante centralidade como sendo o espaço da troca e da interação social, da experimentação da convivência das diferentes culturas e, ao professor, cabe a função de ser um "negociador permanente das diferenças" e não um mero emissor de informações. (PRETTO, 2008). O diálogo entre as culturas e os saberes passa a ser intensificado, com escola, professores e comunidade do entorno – seja esse o "pequeno" entorno físico do bairro ao redor da escola, seja o "enorme" universo das redes sociais estabelecidas pelas redes tecnológicas. Mais uma vez Levy:

> O saber-fluxo, o saber-transação de conhecimento, as novas tecnologias da inteligência individual e coletiva mudam profundamente os dados do problema da educação e da formação. O que é preciso aprender não pode mais ser planejado nem precisamente definido com antecedência. Os percursos e os perfis de competências são todos singulares e podem cada vez menos ser canalizados em programas ou cursos [currículos] válidos para todos. Devemos construir novos modelos do espaço dos conhecimentos. No lugar de uma representação em escalas lineares e paralelas, em pirâmides estruturadas em "níveis", organizadas pela noção de pré-requisitos e convergindo para saberes «superiores», a partir de agora devemos preferir a imagem de espaços de conhecimentos emergentes, abertos, contínuos, em fluxos, não-lineares, se organizando de acordo com os objetivos ou os contextos, nos quais cada um ocupa uma posição singular e evolutiva. (LEVY, 1999, p 158).

É no que temos insistido: precisamos pensar em educações, em um plural pleno (PRETTO, 2008 e 2005; BONILLA e PICANÇO, 2005).

Assim, para pensarmos nessa perspectiva plural, mais uma vez, e não custa repetir, retomamos ao papel dos docentes. O professor é um profissional e como tal deve ser considerado. Por isso, as políticas não podem prescindir de uma fortíssima articulação com as universidades e faculdades que formam os professores, sobretudo as públicas, que se constituem num arsenal de mão de obra qualificada para enfrentar coletivamente essa mudança. As discussões curriculares ganham, nesse momento, outra dimensão, pois partem dos valores locais e com o conhecimento estabelecido dialogam de forma intensa e permanente. É nesse diálogo que se instituem os processos de produção de materiais educacional, cultural, científico e tecnológico. Nesse campo, podemos retomar a ideia de rede apresentada anteriormente com uma ação integrada de todo o sistema de educação pública do país, numa ação federativa que inclua os governos federal, estaduais e municipais.

O movimento em torno dos Recursos Educacionais Abertos (*Open Educational Resources – OER*), termo cunhado pela Unesco em 2002 e que tem como princípio a disponibilização de recursos educacionais *on-line* para que os usuários, notadamente professores e estudantes, pos-

sam usá-los, remixá-los, reconfigurá-los, criando novos produtos que também ficarão disponíveis para a comunidade (GURELL, 2008). Yochai Benkler, em um importante texto denominado *Common Wisdom: Peer Production of Educational Materials*, partindo da ideia de que informação, conhecimento e cultura são bens públicos, propõe a produção de objetos discretos que possam ser disponibilizados na rede (BENKLER, 2005), associados com o que já vem acontecendo com as revistas acadêmicas e principalmente com os repositórios institucionais que aumentam de forma veloz em todo o mundo (WILLINSKY, 2006 e HALL, 2008), possibilitando que o próprio autor arquive seu produto nesses repositórios, com um sistema de *tags* (metadados) facilitador das buscas. Essa produção, com uma política explícita de apoio e financiamento, deveria conter obrigatoriamente cláusulas que garantissem o licenciamento aberto tanto de suportes quanto de conteúdo, com a produção por pares de "objetos discretos" com a possibilidade e incentivo à remixagem.

Assim, estaremos pensando em apoio à produção descentralizada de recursos educacionais que possibilitem a articulação de todos os suportes na produção de bens discretos para serem usados na formação científica da juventude. Isso significa que não é necessário produzir-se localmente um vídeo ou uma animação completa. Trabalhando com a "filosofia hacker" (HIMANEN, 2001), pode-se pensar na produção de pequenos trechos que, disponibilizados na rede, possibilitariam que outras pessoas em outros lugares pudessem trabalhar com esses trechos e produzirem outros elementos em vídeo, construindo outros vídeos, aplicando a lógica da produção por pares e da remixagem.

Pesquisas e desenvolvimento no campo dos diversos formatos para áudio, vídeo, objetos digitais, *wikis*, entre tantos, além do incentivo ao uso de ferramentas em *software* livre para a elaboração, manutenção e gerenciamento de recursos educacionais abertos, deveriam ser induzidas de forma a constituir-se, paralelamente, em grande oportunidade de trabalho para milhares de jovens *hackers* interessados no tema. Aqui, o espírito e a filosofa do *software* livre deveria presidir essas políticas de forma a possibilitar a constituição de comunidades de desenvolvimento de aplicações, articulando profissionais de todas as áreas do conhecimento, da Engenharia, da Matemática, da Computação, entre outros.

Políticas já em andamento nesse campo precisam ser fortalecidas e destacamos o Portal do *Software* Público Brasileiro[16], Domínio Público[17], Banco de Teses e Dissertações[18], observando, no entanto, para que a concorrência entre esses projetos não terminem inviabilizando um ou outro.

16 *http://www.softwarepublico.gov.br*

17 *http://www.dominiopublico.gov.br*

18 *http://bdtd.ibict.br*

8. Uso de *software* livre

Como acabamos de apresentar, a "filosofia *hacker*", centrada na colaboração e na generosidade, precisa ser considerada como um elemento estruturante de políticas para esse campo da implantação do *software* livre no país. Algumas ações já estão em andamento, como no caso do Ministério do Planejamento, a Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação (SLTI), coordenadora do programa de governo eletrônico, com políticas de inclusão e política de migração para *software* livre do governo federal, que publicou um guia para facilitar esse processo. Esse movimento da sociedade civil em articulação com o governo federal possibilitou a implantação do Portal do *Software* Público Brasileiro[19], criando um novo conceito – o *Software* Público Brasileiro (SPB) – com o objetivo de contribuir com a política de uso e desenvolvimento para e pelo setor público no Brasil. Segundo o site do projeto:

> a ideia para estruturação de um portal de soluções livres surgiu no ano de 1995 em função de uma proposta feita pela Associação Brasileira de Entidades Estaduais de Tecnologia da Informação e Comunicação (ABEP), durante um encontro entre a diretoria executiva da entidade e o Conselho Nacional de Secretários de Administração (Consad).

Todos os produtos disponibilizados no *site* estão licenciados em *General Public License* (GPL), podendo ser usados, aperfeiçoados e redistribuídos, sob a mesma licença por todos os interessados.

Mais uma vez, apontamos a necessidade de algumas articulações, e uma que nos parece fundamental é a que deve se dar entre o projeto do Portal do *Software* Público Brasileiro (Ministério do Planejamento), o CulturaDigital.br[20] (Ministério da Cultura) e as ações nesse campo do MCT, MEC (e Capes). Uma ação conjunta desses projetos poderia levar a uma maior articulação entre esses ministérios de forma a induzir de maneira mais sólida a implantação de uma política de *software* livre associada com uma política de arquivos abertos.

No particular dos processos de migração para *software* livre na administração federal e em todo o sistema educacional público, o que se percebe é uma enorme carência de profissionais para o desenvolvimento e suporte. Aqui, outra ação, desta feita integrada com o Ministério do Trabalho, poderia avançar simultaneamente nessas questões e na montagem de uma política de emprego para a juventude. Já tivemos o exemplo disso quando da ação conjunta do Ministério da Cultura e do Trabalho com a criação dos agentes de cultura para atuarem nos pontos de cultura (que mencionaremos adiante). Essa nos pareceu uma política bem-sucedida e que, lamentavelmente, não foi levada adiante. Recebendo uma quase simbólica bolsa por um período pequeno

19 *http://www.softwarepublico.gov.br*

20 *http://www.culturagital.br*

– em torno de sete meses –, foram selecionados jovens para atuarem no campo da cultura digital dentro dos pontos de cultura. Com isso, o que pudemos perceber, e usamos aqui o exemplo do que sucedeu na experiência que a faculdade de educação desenvolve no município de Irecê[21], é que esta pode se constituir numa importante política de formação e de trabalho para a juventude. Dos 50 jovens que lá atuaram no ano de 2006 e que, após esse período de atuação e formação dentro do ponto de cultura Ciberparque Anísio Teixeira, tão logo saíram do projeto, foram empregados na região, alguns deles atuando como profissionais de suporte e, em alguns casos desenvolvimento, em *software* livre. Essas atividades foram mobilizando um grupo de jovens envolvidos com o *software* livre na cidade, inclusive gerando a criação de uma Cooperativa do Grupo Linux de Irecê (COGILIX), que lamentavelmente não conseguiu agregar um número suficiente de usuários, mas que se desdobrou na criação de uma empresa, a Orca Linux Consultoria e Serviços de Informática, que se constituiu na primeira empresa com foco em *software* livre no interior da Bahia. O primeiro projeto da nova empresa foi a implantação de uma rádio *web* com *software* livre, e isso aconteceu na Câmara de Vereadores de Irecê, a partir da qual eram transmitidas todas as sessões e audiências públicas, ficando os áudios disponíveis na página para *download*. Lamentavelmente, em função de mudanças políticas na Câmara Municipal, esse projeto foi descontinuado e a própria empresa terminou fechando. Mas, mesmo assim, consideramos esse um importante exemplo de possibilidades de políticas públicas que associem formação com *software* livre, primeiro emprego e atuação no campo da cultura digital.

9. Licenciamento aberto e padrões abertos de documentos

Com uma citação atribuída a Geroge Bernard Shaw, Imre Simon e Miguel Said Vieira abrem o livro Além das redes de colaboração: Internet, diversidade cultural e tecnologias do poder (PRETTO e SILVEIRA, 2008), com o capítulo O rossio não-rival[22]: "Se você tiver uma maçã e eu tiver uma maçã e trocarmos as maçãs, então você e eu teremos, cada um, uma maçã. Mas se você tiver uma ideia e eu tiver uma ideia e se trocarmos essas ideias, então cada um terá duas ideias".

Com o objetivo de implantar uma política de compartilhamento, todos os esforços do governo federal necessitam estar articulados para uma atuação conjunta em diversas frentes. Destacamos aqui algumas dessas frentes. Uma necessária articulação com o MinC na discussão sobre a Reforma da Lei de Direito Autoral (lei 9.610/98) é urgente, uma vez que esta é uma legislação fechada, que não possibilita avanços na formação e no desenvolvimento científico e tecnológico (vide adiante manifesto de diversas entidades sobre o tema).

21 Município localizado a 500 km de Salvador.

22 Faço aqui um singela homenagem ao falecido professor Imre Simon - que lamentavelmente tive pouco oportunidade de conviver - pela sua contribuição à luta em defesa do acesso livre ao conhecimento.

Necessário se faz, como já afirmado, uma política de apoio à publicação de livros com licenças abertas (*Creative Commons e Copyleft*) e isso só se dará se for acompanhada de uma forte valorização dessas publicações com esse tipo de licenciamento nas avaliações do sistema de C&T do país, especialmente na avaliação da pós-graduação pela Capes. Capes e CNPq já haviam anunciado uma política de dar preferência os arquivos de padrões abertos, mas efetivamente não se avançou nessa questão. Precisamos envidar todos os esforços no sentido de garantir a adoção de padrões abertos de documentos (odt) e dos codecs de áudio (Ogg Vorbis, FLAC) e vídeo (Ogg Theora, Dirac) livres de patentes, garantindo com isso que a circulação de arquivos entre os entes públicos sejam feitas exclusivamente por esses de padrão aberto.

10. Pontos de ciência e tecnologia

Enfatizamos aqui mais um aspecto que demanda uma necessária aproximação para que possamos aprender com a experiência – dura, pelo que acompanhamos – do Ministério da Cultura no apoio a grupos populares para que sejam fortalecidos e possam produzir mais cultura. Um verdadeiro exercício de como o Estado pode e deve tratar com todas as camadas da população e não somente com aquelas organizadas e capacitadas para a produção de projetos e prestações de contas. A experiência do MinC na implantação dos pontos de cultura é muito importante para uma política de CT&I que pense na formação científica da nossa juventude. O que lá pudemos observar é que, efetivamente e com todas as dificuldades possíveis, a política de pontos de cultura conseguiu efetivamente fortalecer o fazer cultural nas mais diversas regiões do país a partir do fortalecimento das experiências já existentes. Poderíamos pensar, para CT&I, algo articulado e semelhante para promover a formação cientifica e tecnológica a partir das comunidades que se organizam, por exemplo, na Amazônia, em torno das comunidades ribeirinhas, com a criação de museus de ciência, parques de observação da natureza, laboratório de experimentação de tecnologias sustentáveis.

Associado a isso, poderíamos pensar na formação dos professores brasileiros que, de fato, não conhecem a realidade brasileira em função das suas condições socioeconômicas. Nossos professores não viajam. Como podemos imaginar ser educador num país do tamanho do nosso sem conhecer as realidades de nossas regiões, tão díspares e tão ricas? Um programa em associação com os ministérios do Turismo, da Educação, da Cultura, da Ciência e Tecnologia poderia ser implantando, buscando viabilizar a mobilidade de professores para realizar excursões pelo país, com um turismo voltado para uma formação integral do cidadão profissional da educação, no sentido de que se tenha um amplo conhecimento das realidades geográficas, culturais, ambientais, científicas e sociais de cada recanto do país. Evidentemente, todos esses programas demandam recursos financeiros, mas uma ação articulada de diversos ministérios poderia minimizar os

custos dessas políticas, que seriam, essas sim, efetivamente inclusivas. Isso, associado com a outra perspectiva de implantação de museus e espaços de C&T, poderia constituir-se num programa de conhecimento desses profissionais das experiências em andamento em outras regiões e, com isso, estabelecer uma saudável troca entre os diversos saberes, associados às culturas locais.

Complementarmente, é importante pensar no fortalecimento dos grupos já existentes que desejassem enveredar pelo mundo da C&T e, com isso, associarem-se a outras ações no campo da cultura e da educação como, por exemplo, cineclubes, grupos de jovens, clubes de ciência e similares, pontos de cultura, telecentros, núcleo de tecnologias educacionais, espaços onde se pudesse produzir ciência a partir das realidades locais e, com isso, estimular o diálogo entre os saberes e as ciências estabelecidas, cotidianamente. Mais uma vez defendemos a necessária articulação da cultura digital com as escolas, envolvendo e estimulando professores e alunos das escolas da região para produzirem materiais e programas de divulgação científica como forma de apoio e suporte à formação científica da juventude. Podemos retomar a discussão da produção dos recursos educacionais abertos, ampliando-a com o envolvimento, nesses projetos, dos já existentes Núcleos de Tecnologia Educacional (NTE) no sentido de se constituírem também em polos produtores de material educacional, cultural e científico.

Mas aqui não podemos pensar penas em popularização da ciência, já que estamos falando de algo muito maior. De fato, falamos em formação. A popularização não pode ser tratada como algo com um fim em si mesmo, mas algo associado à formação e à capacitação. Pensamos que, com isso, a distância entre o não formal (extracurricular) e o formal (curricular) possa ser reduzida. Dessa forma, estaríamos pensando em formação (de professores e da juventude) e divulgação científica, na perspectiva de construir uma política nacional de informação para o país, política que não deveria se centrar apenas no registro e na disseminação da informação, mas na criação de uma infraestrutura que permita à sociedade ter acesso à informação. Esta política seria fundamental para a geração do conhecimento e de seu compartilhamento.[23]

Para finalizar, alguns aspectos ligados ao marco regulatório da cultura, da educação, das comunicações e da CT&I precisam ser olhados de forma integrada pelo governo e não apenas pelos ministérios de forma isolada. Mesmo sabendo que esses projetos de lei, antes de serem apresentados ao Congresso Nacional, circulam por todos os ministérios para que estes opinem sobre o seu conteúdo, o que se observa, em diversos dos aspectos que aqui estão sendo considerados, é que os projetos são tratados, dentro dos ministérios que não são os "pais" (ou "mães") da proposta original, de forma mais burocrática do que numa perspectiva mais "ativista" de transformação do marco legal.

23 Agradeço a Helio Kuramoto por esta última formulação.

São apenas alguns exemplos do momento a questão do FUST, Marco Civil da internet, da reforma da Lei de Direito Autoral, do Procultura (Lei nº 6.722/2010 – Programa Nacional de Fomento e Incentivo à Cultura) e do Plano Nacional de Banda Larga.

11. Alguns aspectos do marco legal

Sabemos que esforços estão sendo feitos para que se utilizem os recursos arrecadados pelo Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações (Fust), criado pela Lei Geral das Telecomunicações em 1997. Os imbróglios no governo e os interesses, explícitos ou não, têm impedido o uso dos cerca de 650 milhões de reais, de acordo com o Tribunal de Contas da União (TCU), órgão responsável pela fiscalização da aplicação dos recursos públicos no país, a partir de auditoria realizada para compreender o porquê de esses recursos não estarem sendo utilizados. Segundo esse relatório, na proposta orçamentária encaminhada ao Congresso Nacional pelo governo federal para o exercício de 2006, "quase todos os recursos do Fust – a arrecadação anual média do fundo é de cerca de R$650 milhões – estavam contingenciados" (AREDE, 2006: 34). Um uso imediato desses recursos possibilitaria a rápida conexão das escolas, utilizando-se da malha disponível, pelo menos nas regiões metropolitanas. A RNP dispõe de dados que indicam ser de cerca de 70% a ociosidade das fibras óticas nessas regiões metropolitanas além de um projeto que pode viabilizar a montagem de uma rede para a educação, por meio de servidores e terminais distribuídos pelas escolas em torno de polos. Consideramos fundamental aproximar-se urgentemente dessas propostas e projetos desenvolvidos pela RNP. Além disso, numa articulação mais ampla, pode-se desenvolver um plano que inclua projetos que articulem ações múltiplas no sentido de montar, por exemplo, um conjunto de bibliotecas virtuais e digitais, associadas aos projetos de bibliotecas reais – a parceria com a cultura faz-se necessária e urgente –, visando intensificar a formação dos cidadãos brasileiros enquanto leitores críticos e produtores de culturas e de conhecimentos. Pensemos no potencial que temos pelo fato de que já temos 110 editoras vinculadas às instituições de pública de ensino superior que, se articuladas de forma mais intensa, poderiam em muito contribuir com o avanço de políticas de democratização da informação que estamos a nos referir.

O Plano Nacional de Banda Larga (PNBL), que está em discussão na Presidência da República, precisa contar com o efetivo envolvimento do Ministério da Ciência Tecnologia[24].

A governança na Internet é um dos temas candentes no mundo contemporâneo, especialmente no Brasil, já que, em última instância, mexe com todos os demais aqui referidos, e necessário se faz um maior envolvimento da do MCT na discussão destas questões.

24 O referido plano foi lançado no momento da finalização deste texto e por isso não será aqui analisado.

Por último, a reforma da Lei de Direito Autoral. Sobre essa temática, e em função da atualidade da mesa, é significativo o movimento da sociedade civil em defesa de profundas reformas na legislação sobre o direito autoral, e cremos ser oportuno simplesmente reproduzir trechos de um manifesto entregue ao ministro Juca Ferreira no encerramento do seminário Políticas Públicas para Arquivos Digitais, depois encaminhado à Casa Civil da Presidência da República:

> A reforma do direito autoral é provavelmente a mais importante das reformas propostas pela atual gestão, com a participação de diversos setores da sociedade civil. Como sabemos, a Lei 9.610, de 1998, hoje não responde mais aos desafios colocados pela sociedade da informação, pelas novas tecnologias, pelas novas formas de produção e distribuição de informação, cultura e conhecimento.
>
> O direito autoral se constitui como o principal instrumento jurídico organizador da cadeia produtiva da cultura. É ele, basicamente, que regula a distribuição dos dividendos das atividades econômicas da cultura entre criadores e intermediários. É ele também que regula o acesso do público à cultura e ao conhecimento. Toda e qualquer postergação nesse momento pode colocar em risco o esforço hercúleo empreendido pelo Ministério da Cultura, o governo e os setores da sociedade envolvidos na construção dessa nova proposta ao longo dos últimos quatro anos. É público e notório que, nos próximos meses, o país estará imerso em atividades e debate público relacionados à Copa do Mundo e às eleições. É fundamental que a Casa Civil contribua para que esse processo democrático se concretize e impulsione a consulta pública do projeto de reforma da lei. Isso implicará, certamente, trabalho consistente, num momento em que o governo, já em final desse mandato, ainda encara um significativo desafio com diversas reformas e programas em andamento. No entanto, essa ação governamental nunca se fez tão necessária.
>
> Estamos num momento crítico na tramitação desta reforma. Se não a encaminharmos nos próximos dias, com a publicação do texto para consulta pública, esse grande esforço de debate e construção coletivos terá sido em vão. E o saldo de todo esse trabalho, zero.
>
> A modificação da lei que está sendo proposta reflete o anseio de estudantes, pesquisadores e professores que buscam acesso a conhecimento, de instituições que precisam preservar o patrimônio nacional, de consumidores que adquirem produtos culturais, de criadores que precisam ser reconhecidos por sua produção intelectual e artística, com uma relação equilibrada com os intermediários da cadeia.
>
> O texto que resultou de todo este debate é agora, com todas as suas imperfeições, um texto da sociedade civil, tanto quanto do ministério. É uma questão de honra para esse mandato que essa proposta seja encaminhada urgentemente para consulta pública

e ao Congresso. Abrir mão disso, agora, só servirá aos interesses daqueles que não querem a reforma da lei, dos que temem a reorganização do setor produtivo da cultura, dos que hoje estabelecem os gargalos na distribuição da informação e do conhecimento. Não há momento ideal para empreitadas dessa natureza. Mas só há uma forma de se obter o pleno êxito nesse projeto essencial à democratização da cultura e da educação no Brasil: coroar esse processo com o projeto de lei sendo discutido com toda a sociedade. Contamos com a Casa Civil nesse momento decisivo. E nos colocamos à disposição para contribuir no que for preciso.

Seguramente, ainda não temos as respostas para as antigas perguntas. Mas certamente, se adotarmos outros enfoques para enfrentar os desafios contemporâneos, não nos preocuparão as constantes mudanças nas perguntas já que, como não estamos presos às grades, sejam elas as conceituais, curriculares, de programação ou das políticas engessadoras das ações, estaremos preparados para dar respostas a todas as questões que nos forem apresentadas. Respostas que não sairão da reflexão isolada de especialistas, mas que terão nos mecanismos democráticos de participação popular, como as conferências nacionais, o seu respaldo mais fundamental.

Essa é a nossa expectativa, esperança e trabalho intelectual e ativista.

Referências

BENKLER, Yochai. Common Wisdom: peer production of educactional materials. Utah, Estados Unidos. Center for Open and Sustainable Learning (COSL), Universidade de Utah, EUA, 2005. Disponível em:<*http://csol.usu.edu*>. Acesso em: 12 dez.2008.

BONILLA, Maria Helena S. PICANÇO, Alessandra Assis. Construindo novas educações in PRETTO, N. L. Tecnologia se novas educações, Salvador, Edufba, 2005, p. 217-230.

BRASIL. Decreto nº 6.424, de 4 de abril de 2008. Altera e acresce dispositivos ao anexo do Decreto 4.769, de 27 de junho de 2003, que aprova o plano geral de metas para universalização do serviço telefônico fixo comutado prestado no regime publico – PGMU. Brasília, 2008. Available *http//www.senado.gov.br*. Access 17.03 2009.

CINI, Marcelo. Un Paradiso Perduto: dall'universo delle leggi naturali al mondo dei processi evolutivi, Feltrinelli, 1998.

DELANDA, Manuel. Kwinter, J. C.; Sanford & Jonathan Crary, Michel Feher, S. K. R. N. (ed.)Incorporations - Zone 6, Nonorganic Life, MIT Press, 1992, 6, 128-167

HALL, Garry. Digitize this Book!: The Politics of New Media, Or why We Need Open Access Now University of Minnesota Press, 2008.

HIMANEN, Pekka. A ética dos Hacker, São Paulo: Campus/Elsevier, 2001

INTERVOZES. Coletivo Brasil de Comunicação Social. TV digital: princípios e propostas para uma transição baseada no interesse público: uma contribuição do Intervozes ao debate sobre o modelo de TV digital a ser adotado no país. Disponível em: <*http://www.intervozes.org.br*>. Acesso em: 31 jan. 2006.

LEMOS, Andre. Morte aos Portais-Currais. *http://www.facom.ufba.br/ciberpesquisa/andrelemos/portais.html*.

LEVY, Pierre. Cibercultura, São Paulo: 34 Letras, 1999.

SGUISSARDI, Valdemar; SILVA JÚNIOR, João dos Reis. O trabalho intensificado nas federais: Pós-graduação e produtivismo acadêmico. São Paulo: Editora Xamã, 2009.

WILLINSKY, John. The access principle, MIT Press, 2005. versão 0.3 - arquivo: pretto_4cncti_v0_6formato_enviado.odt

Ensino de Ciências - Relatório

João Lucas Marques Barbosa[1]

A preocupação dos membros da sessão em contribuir de forma objetiva para a 4ª CNCTI levou a uma troca de *e-mails* sobre as ideias que seriam apresentadas durante o evento na Capes. Ficou estabelecido que o assunto "ensino de ciências" estava sendo entendido por todos como o ensino de Matemática e das ciências físicas, químicas e biológicas, bem como assuntos a elas relacionados que geralmente são empacotados sob o nome de ciências naturais. Não incluía, por exemplo, o ensino das ciências sociais. Além disso, o tema estaria restrito ao ensino básico com possíveis menções de suas conexões com o ensino superior.

Como pano de fundo para o que foi apresentado durante a sessão, a preocupação com a busca da qualidade do ensino em nossas escolas, particularmente nas escolas públicas, admitindo-se, como axioma, que as recomendações do documento, elaborado pela Academia Brasileira de Ciências sobre o ensino de ciências, deveria ser incluída no documento final preparatório da CNCTI. Tal documento preconiza que as políticas educacionais devem ser políticas de Estado e não de governo, recomenda que o percentual de recursos destinados à educação alcance progressivamente 6% do PIB, sugere que a escola pública adote o regime de tempo integral de estudo para seus alunos e sustenta a necessidade de que os salários dos professores sejam elevados ao ponto de tornar a profissão de professor do ensino básico competitiva com outras profissões liberais.

São apresentados a seguir pequenos trechos desse documento, cujo conteúdo foi mencionado de uma forma ou de outra pelos palestrantes.

1 Coordenador da pós-graduação em Matemática da Universidede Federal do Ceará (UFC).

"A precariedade da formação científica dos jovens brasileiros faz parte de um problema muito mais amplo, que é a precariedade da educação básica brasileira. A educação pública só entrou para a agenda nacional no Brasil nos anos 20, a partir das conferências nacionais promovidas pela Associação Brasileira da Educação, da criação do Ministério da Educação e da Saúde em 1931 e da publicação do *Manifesto dos Pioneiros da Nova Educação*, assinado por Fernando de Azevedo, Anísio Teixeira e tantos outros. Infelizmente, estas iniciativas não foram suficientes para dar à educação a prioridade que ela deveria ter."

"Os indicadores mais gerais sobre as dimensões do sistema educacional de um país são as taxas de matrícula. A taxa bruta compara o número de alunos matriculados com o número de jovens da população na idade de referência (7 a 14 anos para a educação fundamental[2], 15 a 17 anos para a educação média); e a taxa líquida compara o total de matriculados nas idades corretas com a mesma população de referência. Ao longo dos anos 90 do século passado, a taxa líquida de matrícula na educação fundamental brasileira se aproximou dos 95%, enquanto que a taxa bruta se elevou de 103% para 125%, caindo depois para cerca de 120%."

"A taxa líquida revela que a quase totalidade das crianças entre 7 e 14 anos está na escola, enquanto que a diferença entre as duas taxas reflete uma das grandes distorções do sistema educacional brasileiro, que é o grande número de estudantes retidos nas séries iniciais, por problemas de repetência e atraso escolar. Se esta deformação não existisse, a educação fundamental brasileira teria 20% a mais de recursos por estudante do que tem atualmente."

"No nível médio, para jovens entre 15 e 17 anos de idade, a taxa bruta próxima de 90% mostra que o sistema já tem o tamanho necessário para atender a quase toda a população de referência; no entanto, a taxa líquida é de 50% e parece estar se estabilizando neste nível, o que significa que metade dos estudantes de nível médio, aproximadamente, já deveria ter completado seus estudos. Por causa das altas taxas de abandono, somente 43% da população brasileira de 20 anos de idade havia completado o ensino médio em 2005 (PNAD 2005)."

"Análises mais aprofundadas revelam dois problemas centrais e interligados, de altas taxas de evasão e má qualidade do ensino, que requerem novas abordagens. Entre 8 e 14 anos de idade, a quase totalidade das crianças estuda, sendo que uma pequena percentagem, de 10 aos 12 anos e aumentando a partir daí, também tem algum tipo de trabalho produtivo. A partir dos 14 anos, a percentagem de jovens que estuda começa a cair rapidamente, chegando a menos de 50% aos 18 anos de idade."

2 Recentemente, o ensino fundamental foi ampliado legalmente de oito para nove anos, iniciando-se aos 6 anos de idade. No entanto, as estatísticas ainda refletem, principalmente, a prática do regime de oito anos.

"A explicação convencional para o abandono da escola por parte dos jovens é a necessidade que teriam de trabalhar. Mas a evidência mais recente mostra que as oportunidades de trabalho rentável para jovens com baixa educação se tornam cada vez mais limitadas com a demanda crescente do mercado de trabalho por pessoas com maior nível de educação."

"A má qualidade da educação básica, combinada com as altas taxas de retenção que afetam, sobretudo, os jovens de famílias de baixa renda, parece ser a causa principal do abandono escolar dos adolescentes. A partir dos 17 ou 18 anos de idade, aproximadamente 15% dos jovens nem trabalha, nem estuda, vivendo em uma ociosidade que pode ter graves consequências para sua inserção na sociedade, aumentando a probabilidade de marginalização e de criminalização entre os jovens."

Explicitamente sobre o ensino de ciências e matemática, o documento menciona:

"A matemática é ferramenta fundamental para o desenvolvimento do raciocínio lógico. O ensino da Matemática oferece elementos enriquecedores quer para a formação intelectual do aluno, quer pela exatidão do pensamento lógico-demonstrativo que ela exibe, seja pelo exercício criativo da intuição, da imaginação e dos raciocínios por indução e analogia que utiliza."

"É fato conhecido que o domínio dos conteúdos e das habilidades matemáticas presentes no ensino fundamental é essencial para o pleno exercício da cidadania. Portanto, o ensino da Matemática, neste nível, deve visar dotar o aluno do instrumental necessário ao trato das atividades práticas que envolvem aspectos quantitativos ou qualitativos da realidade. Entre eles incluem-se, por exemplo, as operações básicas com números inteiros e racionais, a geometria euclidiana básica, a linguagem das funções e o entendimento dos seus gráficos, os cálculos de percentagens, o entendimento da noção de probabilidade e as noções de estatística que se utilizam no dia a dia das ciências experimentais e sociais."

"Sendo a matemática parte essencial da linguagem de todas as ciências, seu ensino deve oferecer o suporte adequado para as outras disciplinas do currículo, por meio do ensino de tópicos que permitam exprimir de forma adequada, por exemplo, as leis da física, os fenômenos químicos, biológicos, econômicos e sociais e as aplicações tecnológicas à vida diária."

"Além disso, o ensino da matemática não pode perder de vista a preparação dos indivíduos para a formação profissional, particularmente em nível de terceiro grau. Vale ressaltar que o domínio de algum conhecimento matemático é parte essencial na formação de quase todos os profissionais formados pelas universidades. Mais ainda, existe uma deficiência de pessoal qualificado nesse nível em áreas essenciais para o desenvolvimento do país. Por exemplo, estudos recentes sobre a necessidade de recursos humanos para a área de tecnologia têm enfatizado a necessidade de se multiplicar o número de engenheiros e técnicos para que o

nosso país possa progredir e enfrentar um mundo cada vez mais competitivo. E, para atrair mais jovens para a área tecnológica, é preciso multiplicar o número dos que bem dominam as ferramentas matemáticas da escola básica."

"A ênfase do ensino de ciências naturais deve ser no sentido da compreensão da natureza e do meio em que vivemos. A compreensão deve se assentar sobre a noção de que todo o conhecimento nas ciências naturais se deriva da observação e da experimentação e que ainda há muito a ser estudado. Assim, desde o início do ensino fundamental, os alunos devem aprender a observar, tirar conclusões, formular hipóteses, experimentar e verificar suas conclusões. A curiosidade natural e a criatividade dos alunos devem ser estimuladas. Esse é um processo lento – incompatível com programas de conteúdo extenso –, mas que deixa uma base sólida sobre a qual o futuro poderá ser construído. É importante que o aluno compreenda fenômenos que ocorrem ao seu redor, razão pela qual começar pelo estudo da realidade do aluno é um instrumento desejável e eficaz."

"O ensino das ciências naturais na escola média, assim como o de outras disciplinas, depende da educação prévia dos alunos na escola fundamental. Se os alunos têm boa expressão oral e escrita e se já realizaram observações da natureza e experimentos na escola, a situação é mais favorável, permitindo começar desde a 1ª série do ensino médio a realização de experimentos de laboratório, medições e observações, e mesmo pequenos projetos experimentais. O entrosamento com as aulas de matemática é muito desejável."

"Se os alunos estão menos preparados, deve-se começar com exercícios e experimentos mais simples, do tipo proposto por programas como ABC na Educação Científica – Mão na Massa, já nas primeiras séries do primeiro ciclo. Neste programa, apoiado pela Academia Brasileira de Ciências e por muitas outras academias de ciências em seus países, cada experimento é longamente discutido pelos alunos na classe, orientados pelo professor, antes de ser definido e realizado. O raciocínio independente dos alunos deve ser estimulado, bem como a discussão livre e objetiva, que estimula a expressão oral e a clarificação dos conceitos. É importante que cada aluno registre os resultados do debate por escrito. Depois de os alunos mostrarem firmeza nestes trabalhos mais simples, pode-se avançar para atividades mais complexas em laboratórios."

Os últimos dois parágrafos do documento, acima mencionados, foram originalmente redigidos pelo coordenador da sessão, professor Hamburger, que centrou sua apresentação exatamente sobre o Programa Mão na Massa.

1. Ernest Hamburger

Segundo o palestrante, é preciso ao mesmo tempo educar a todos e estimular os mais interessados e talentosos a avançar mais.

Salientou que o ensino de ciências está cada vez mais exigente. O professor deve ser capaz de ensinar múltiplas ciências e metodologias a crianças de habilidades e culturas variadas, adaptando o ensino às concepções iniciais dos alunos e às condições da escola, bem como, no dia a dia de sua profissão, conhecer e aplicar ciências cognitivas, pedagogia e ciências, pesquisar a literatura e montar demonstrações.

Para ter sucesso no ensino de ciências, o professor precisa adaptar as exigências curriculares para um grupo de alunos em dado período. Isso exige conhecimento das ciências, de como os alunos aprendem e de como planejar instrução eficaz. A realidade é que muitos professores da escola fundamental têm conhecimentos insuficientes em um ou vários desses campos. Esta é uma afirmação feita sobre o ensino nos Estados Unidos (*Taking Science to School*, *NRC/NAS*, *EUA*,*2007*), que é também verdadeira no Brasil.

O Brasil é capaz de produzir professores com competência para realizar de forma própria e com sucesso o ensino fundamental. A USP produz este tipo de professor no final de um curso de mestrado. Evidentemente, com tal título, os formados procuram empregos que os remunerem condignamente, o que lamentavelmente não ocorre na Escola Pública. De fato, as licenciaturas já iniciaram um processo de reforma em todo o país, objetivando a formação de um novo tipo de professor capaz de responder com sucesso as demandas atuais do ensino. Mas tal precisa ainda de muito incentivo por parte dos governos federal e estaduais. É preciso lembrar que a lei permite atualmente o retorno dos profissionais para atualização nas universidades, e tal pode ser utilizado para transformar os professores antigos, dando-lhes um novo perfil. O professor Hamburger manifestou a sua certeza de que o "novo professor" precisa e vai alcançar o prestígio e o nível socioeconômico dos formados em profissões valorizadas, como médicos, engenheiros, economistas, professores universitários etc.

O programa ABC na Educação Científica – "Mão na Massa" (ABCEC-MnM) tem como objetivo incentivar o ensino de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental, utilizando atividades experimentais, propiciando o desenvolvimento da linguagem oral e escrita, investindo na formação de docentes e na implementação da proposta do programa em sala de aula. Atualmente, existem iniciativas no ensino infantil e na educação de jovens e adultos.

O programa aborda, de forma diferenciada, o ensino de ciências, no Ciclo I (crianças de 7 a 10 anos), por meio de uma metodologia investigativa e indagadora, em que o aluno deixa de ser um mero observador-receptor e passa a participar da construção do seu conhecimento.

A proposta visa a uma parceria da universidade com as escolas por meio das secretarias de educação, além do fato de que a maior parte dos polos de difusão do programa no Brasil está ligada a centros de ciências, com o apoio da Academia Brasileira de Ciências (ABC). Os polos de implementação e difusão do programa são: Estação Ciência, Centro de Divulgação Científica e Cultural, USP, São Carlos (CDCC), Secretaria Municipal de Educação de São Paulo, Instituto Oswaldo Cruz (Fiocruz), Rio de Janeiro, Museu Vivo de Ciência e Tecnologia de Campina Grande (PB), Núcleo de Ciências da Universidade Federal do Espírito Santo, Curso de Pedagogia do Centro Universitário de Jaraguá do Sul (SC), entre outros. O projeto já atinge cerca de 70 (setenta) escolas e 1.800 (mil e oitocentos) alunos (uma turma em cada escola). Seus resultados têm sido positivos, gerando-se um interesse no estudo de ciências.

A metodologia do projeto é a do ensino de ciências baseado em investigação. O programa sugere uma estrutura de aula em momentos que visam organizar o trabalho do professor e dos alunos, bem como a interação entre os alunos por meio da argumentação, da investigação e do registro da atividade. Estes pontos caracterizam o seu principal diferencial, que se refere ao trabalho específico com a atividade experimental, com todos os benefícios trazidos por esta prática. Desta forma, alunos e professores realizam e observam juntos as ações da atividade de investigação e conversam sobre os resultados, formulando hipóteses e conclusões.

A motivação para o desenvolvimento deste tipo de iniciativa vem do fato de que a língua portuguesa e a matemática são normalmente priorizadas nesta etapa da formação, cabendo às ciências apenas um espaço restrito, inclusive nos cursos de formação de professores. Portanto, entre outros objetivos, o programa busca dar a estes profissionais subsídios para uma abordagem interdisciplinar dos temas.

O programa teve início na Estação Ciência em 2001, com o tema "Água", com o módulo (material escrito com atividades práticas) "Mudanças de Estado Físico" e posteriormente com o módulo "Flutua ou Afunda". Em 2004, o tema foi "Solos" e, no ano de 2005, Escola e Meio Ambiente, que foi composto por atividades sobre terrário, horta, pomar e jardim, tipos de poluição, compostagem e localização dos ecossistemas brasileiros.

2. Roseli Lopes

A exposição versou sobre o aproveitamento das tecnologias de informação e comunicação (TIC) nas escolas. Inicialmente, ela observou que o número de engenheiros que o país vem formando está muito abaixo do necessário para promover o desenvolvimento tecnológico adequado do país. Tal deficiência tem levado também os engenheiros a preocuparem-se com a formação básica de nossa juventude e sugerir que se deva instigar a curiosidade dos estudantes, incentivar o uso de metodologias que incluam a realização de experimentos e projetos, destacando as etapas de investigação, experimentação, observação, e criar um ambiente que desenvolva atitudes de "querer conhecer", entender e participar para melhorar o mundo em que se vive.

Há 40 anos, o homem pisou na Lua com a ajuda de computadores com interfaces rudimentares que eram menos potentes do que os computadores pessoais de hoje. Observou-se que a evolução tecnológica e de mercado, associada a políticas públicas, está ampliando o acesso às tecnologias de informação e comunicação (TICs) (equipamentos e conectividade) pelas famílias. Mas, por outro lado, as famílias não estão preparadas para fomentar o seu uso em favor da educação dos jovens, cabendo à escola o papel de assumir essa responsabilidade.

Deve-se registrar que os governos têm feito um esforço no sentido de dotar as escolas do instrumento básico da tecnologia da informação e comunicação que é o computador. Nas principais capitais brasileiras, mais de 70% das escolas já contam com um laboratório de informática. No entanto, a maioria dos professores dessas escolas não se sente preparada para utilizá-lo como instrumento pedagógico, ou então considera o número de equipamento disponível insuficiente para permitir seu uso como instrumento pedagógico (pesquisa da Fundação Victor Civita em parceria com LSI e Ibope, a ser publicada em 2010).

Está comprovado que a simples presença do laboratório de informática na escola não provoca impacto positivo na aprendizagem. Também está comprovado que o foco da utilização do computador como instrumento pedagógico não pode situar-se nas ferramentas de informática. A disponibilidade baixa por aluno é apontada por muitos como causa de seu uso para atividades de consulta rápida, com pouca reflexão e pouca autoria dos alunos.

Foram então apresentados três exemplos de projetos nos quais as TICs são utilizadas a favor da qualidade da educação. Primeiramente, o Projeto de Educação Musical (Portal EduMusical), iniciado em 2001; Febrace e a Cidade que a Gente Quer – Investigação Científica/Tecnológica, iniciado em 2002; e Projeto Laptop Educacional, iniciado em 2005.

O Portal EduMusical (*www.edumusical.org.br*) é um projeto de cunho sociocultural, cujo objetivo é usar a tecnologia para incentivar o desenvolvimento musical de crianças, adolescentes e adultos.

Para isso, reúne atividades interativas de literatura, apreciação e composição musical, individuais ou colaborativas, em que o usuário aprende brincando na Internet e em redes locais. Em alguns casos, é possível interagir em tempo real com indivíduos que estejam em espaços físicos diferentes.

O EduMusical é fruto de uma pesquisa desenvolvida no Laboratório de Sistemas Integráveis (LSI) da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Epusp), com o apoio da Coordenadoria de Programas Educacionais da Orquestra Sinfônica do Estado de São Paulo (Osesp) e do CNPq. A equipe é multidisciplinar, especializada em áreas como programação distribuída, educação a distância, ensino colaborativo/cooperativo assistido por computador, computação gráfica, computação musical, informática educacional, educação musical e interação humano-computador. Os aplicativos são periodicamente testados junto ao público-alvo, para verificar se os objetivos propostos estão adequados às necessidades e interesses dos usuários.

Na versão 1.0 do portal, os usuários dispõem de um ambiente motivador e de estímulo à criatividade, que pode ser utilizado por educadores e alunos para geração de novos conteúdos digitais. Com o editor musical, por exemplo, é possível criar trechos de composição, que podem ficar disponíveis *on-line* para apreciação de outros usuários. Educadores (principalmente os da área de artes e, especificamente, de música) também encontrarão ferramentas de apoio para trabalharem com seus alunos atividades de composição e apreciação musical no próprio computador.

Febrace e a Cidade que a Gente Quer – Investigação Científica/Tecnológica é um sistema de incentivo à criatividade e de premiação dos melhores trabalhos de investigação científica ou tecnológica realizadas por alunos. Neste sistema, são promovidas exposições públicas: na escola, na região, nacionais e internacionais. Foram apresentados vários casos de sucesso evidentes:

- Projeto Ergorelhão (2006) (Lucas Sodré e Wellington Barbosa – SP): Um equipamento de uso público (telefone e Internet), com sistema mecatrônico que permite ajuste automático conforme a altura do usuário.
- Consciência e ação! (2009) (Ana Claudia Cassanti, Felipe Seara, Ana Clara Cassanti – SP): Metodologia de educação ambiental e realização de atividades criativas para conscientizar alunos a respeito do aquecimento global.
- Motor a reação por compressão através de ondas de choque e aceleração autônoma (2009) (Rafael Gazzin – Belo Horizonte – MG): Motor de avião com baixo custo de fabricação e manutenção, que usa biocombustíveis.
- Análise numérica e experimental de um sistema de conversão direta da energia térmica para o tratamento de recursos hídricos. (2008) (Denilson Luz Freitas – Vitória da Conquista – BA): Sistema para dessalinização da água, que se fundamenta na utilização da energia solar convertida em energia térmica com utilização de materiais de baixíssimo custo (a maioria proveniente de reciclagem).

- Auxílio a deficientes visuais totais a partir de estímulos transcranianos (2007) (Lucas Remoaldo Trambaiolli – SP): Projeto que permite cegos perceberem formas básicas por meio de um equipamento eletrônico e sem intervenção cirúrgica.
- Antibióticos em ovos de aranha (2009) (Ivan Lavander – SP): Estudo da atividade antimicrobiana de substâncias encontradas em ovos de armadeiras.
- Ação Gastroprotetora do Extrato Etanólico das folhas de Mormódica Charantia. (2005) (Ana Débora Pinheiro e Samuel Verter, Fortaleza – CE): Testes com os frutos de Mormódica na gastroproteção – atividade antiulcerativa.
- Algumas propagandas de cerveja veiculadas no meio televisivo analisando a questão ética (2003) (Luis Fernando Silva – SP): Análise de algumas propagandas de cerveja, focando a questão ética na propaganda; Análise da resolução do Conselho Nacional de Autorregulamentação Publicitária (Conar).
- Sucatas de máquina para lavar roupa viram sovador de pão (2008) (Cleiton Silva Soares, Gleberson Sena Souza e Pitter Wesley dos Santos Oliveira – Cuiabá – MT): Sovador de pão desenvolvido a partir de peças de máquinas de lavar roupa usadas. Busca solucionar problemas nutricionais e econômicos da região.

Todos estes trabalhos foram apresentados com fotos da equipe que o executou, tiradas em momentos em que o apresentavam em alguma exposição ou em que recebiam alguma premiação.

O projeto tem a grande vantagem de colocar o professor como orientador de trabalhos de investigação científica/tecnológica, desde as séries iniciais, ao mesmo tempo em que situa o aluno na posição de protagonista em ciência e tecnologia. Deste modo, o aluno aprende a gerar conhecimento a partir de problemas e observações que ele mesmo formula, segundo o método científico investigativo. Aprendendo a pensar de forma organizada, aprende a aprender.

Houve uma impressão geral de que este projeto é muito semelhante ao apresentado pelo professor Hamburger, seguindo a mesma metodologia.

O Projeto Laptop Educacional tem essencialmente duas vertentes: a primeira, a de sua utilização em sala de aula ou em ambientes especiais nas escolas, favorecendo a formação continuada dos professores, o planejamento e discussão coletiva das atividades pedagógicas e as interações assíncronas entre os professores. Também favorece a realização de atividades coletivas, com mais possibilidades de respeito aos diferentes tempos das crianças, e sua mobilidade permite a realização de atividades em diferentes espaços dentro e fora da escola. Na segunda vertente, a própria máquina, pela sua simplicidade, permite ser aberta e mantida pelos próprios alunos, despertando o interesse pela sua arquitetura e pela criação de seus componentes.

3. Lucas Barbosa

Confirmando o que já havia sido dito por outros expositores, no que diz respeito à matemática, o déficit de professores é uma constante em todos os níveis de ensino, desde o ensino fundamental até o ensino pós-graduado. A necessidade de expandir a universidade brasileira, principalmente voltando-a para o interior, mostrou o quão agudo é este problema. A falta de professores de Matemática para a escola básica é uma das dores de cabeça de nossos secretários de educação. Nos primeiros anos, quando o ensino polivalente é a regra, a falta de conhecimento matemático por parte dos professores é sem dúvida um problema dos mais graves, com a componente perversa de afastar a maioria das crianças desta ciência, incapacitando-as a progredir em matéria de ciência e tecnologia.

Consequentemente, as estratégias subjacentes a qualquer projeto que tente fazer atuar professores da universidade, particularmente os de pós-graduação, juntos às escolas, devem ter em vista esta realidade e devem buscar multiplicar as ações de um grupo pequeno para que alcance o universo das escolas brasileiras.

Na busca de tais estratégias, foi criado pelos professores Lucas Barbosa, Helio Barros e Sofia Lerche o Projeto Linguagem das Letras e dos Números – Leituralizar e Numeratizar, implantado há sete anos no Ceará. Este projeto nasceu do entendimento de que, se o jovem domina as duas linguagens – a nossa língua materna e a linguagem da matemática –, dominará sem grande esforço os demais assuntos que são tratados na escola básica. Partiu também da ideia de que o domínio destas duas linguagens é essencial para o exercício da cidadania. A metodologia utilizada foi centrada na aplicação de olimpíadas de matemática e de língua portuguesa, criadas como uma forma modificada das olimpíadas tradicionais de matemática, aplicadas em muitos países, inclusive no Brasil.

As grandes mudanças introduzidas na olimpíada tradicional foram as seguintes:

- Aplicação universal da prova na escola como um projeto da escola;
- Premiação das escolas pela qualidade do ensino que praticam;
- Participação de toda a comunidade escolar no projeto da olimpíada;
- Aplicação da prova em duas fases, sendo que a primeira serve para balizar a escolha do time da escola para a segunda fase.

Além disso, o projeto incluía a concessão de bolsas para os alunos medalhados, a oferta de cursos para os professores dos melhores alunos e a criação de um portal de acompanhamento a distância dos professores e dos alunos (premiados ou não). O texto seguinte é parte do relatório do projeto apresentado em 2004.

> Preocupadas com a má qualidade do estudante universitário cearense e a pequena quantidade de estudantes com capacidade para desenvolver atividades profissionais tecnológicas, de pós-graduação e de pesquisa científica, de um lado, e com a situação geral da educação no estado, a Secretaria da Ciência e Tecnologia (Secitece) e a Secretaria da Educação (Seduc) decidiram desenvolver projeto conjunto para a melhoria da qualidade do ensino básico no território cearense. O fundamento da proposta baseia-se na ideia de que, se nossos alunos do ensino fundamental conseguirem pensar bem nas linguagens das letras e dos números, tudo mais em educação far-se-á com os esforços e os avanços que, de certa forma, já foram absorvidos pela escola brasileira. Em síntese, o Ceará pretende corrigir esta situação, dentro de uma concepção de desenvolvimento com qualidade, a partir da ideia de que tudo dependerá do desenvolvimento do capital humano em seu território, cuja meta inicial é a correção definitiva da qualidade do ensino fundamental de Matemática e de Português.
>
> A característica do projeto é ser de longo prazo (oito anos), com atividades e ações de treinamentos que se sucedem continuamente, apoiadas por uma rede composta por instituições de alto nível encabeçadas pelo Departamento de Matemática da UFC, com apoio nacional da Sociedade Brasileira de Matemática e do Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA), do MCT. Ademais, as atividades e ações visam estimular a identificação dos problemas e emular uma ação competitiva entre escolas e professores que seja capaz de induzir uma demanda por educação que não se baseie na tradicional medida representada pelo interesse de mais um certificado, um adicional que pode representar uma promoção e mais salário, mas quase nunca representa melhoria na sala de aula. O ponto central da metodologia do projeto é combinar o despertar do interesse do aluno para o estudo com o treinamento dirigido do professor. As ações do projeto se concretizam em duas fases. A primeira é constituída de uma olimpíada realizada com alunos da rede pública dirigida a alunos da 5ª série do ensino fundamental e da 1ª série do ensino médio. A segunda visa oferecer treinamento para os alunos que se distinguirem na primeira fase, e seus professores, na forma de ensino tutorial, por um período de um ou dois anos. No caso do professor, o programa de estudos será formulado pelo próprio professor e seu tutor.

O projeto funcionou durante dois anos. No terceiro ano, chegou ao conhecimento do presidente da República, por meio do então ministro de Ciência e Tecnologia, sendo então transformado em um projeto de governo e aplicado em todo o país, atingindo em sua primeira versão mais de 10 milhões de estudantes. Este número chega atualmente a 19 milhões e a entrega de prêmios desta olimpíada tem contado com a presença do presidente Lula nos últimos três anos.

Este projeto nacional manteve as características da versão original, exceto a participação da comunidade escolar. O projeto tornou-se um projeto da Presidência da República, do MEC e do

MCT, mas não inclui as secretarias de educação, embora faça parte do calendário escolar. São concedidas bolsas e são ofertados cursos para alunos e professores – para os 300 mais bem qualificados. Estas bolsas prosseguem e são garantidas mesmo depois da entrada do aluno na universidade, não obstante, a premiação é percentualmente menor do que no projeto original.

Este projeto precisa tornar-se um projeto de Estado e precisa evoluir incluindo o seguinte:

- Criação de um elenco de cursos para professores e alunos medalhados, ofertados pelas instituições de ensino superior em todo o Brasil.
- Criação de experimentos de matemática, com a participação destes alunos e professores, para compor a exposições de museus de ciências, clubes de matemática e outros assemelhados, orientados pela universidade.
- Estabelecimento de portais na Internet que incentivem a aprendizagem da matemática e ajudem os professores a melhorar o seu ensino.

4. Luca Pretto

A exposição do professor Luca Pretto versou basicamente sobre o acesso às informações publicadas de ciência e tecnologia.

Inicialmente, enfatizou a necessidade de uma articulação maior entre as áreas de C&T, educação, cultura e comunicação. Considerou o Portal da Capes um investimento importante para a área de C&T, mas apontou defeitos na aquisição dos direitos autorais e na viabilização do acesso aos usuários. Apresentando o portal dentro um contexto mais geral de informações científicas, tecnológicas, culturais, educacionais, etc., ele apontou outras intervenções necessárias na área de comunicação e informação:

- A necessidade de criação de infraestrutura nas bibliotecas públicas que permita o acesso digital e a impressão dos arquivos de livros e trabalhos;
- O apoio e o envolvimento da área na definição do PNBL;
- Articulação com Proinfo e UCA.

Assinalou também a necessidade de um investimento de igual monta na política de arquivos abertos e mencionou questões subjacentes relativas à discussão do licenciamento aberto e de padrões abertos de documentos.

Enfatizou a importância de uma articulação com o Ministério da Cultura na discussão sobre a Reforma da Lei de Direito Autoral, Lei nº 9.610/98, consulta pública em abril de 2010, bem como o apoio à publicação de livros com licenças abertas e adoção de padrões abertos de documentos.

No que se refere a materiais educacionais e culturais, recomendou o incentivo à produção de materiais com licenciamento aberto, a intensificação no uso de suportes diversos como: áudio (rádio *web*), vídeo, objetos digitais, e o apoio ao Portal do *Software* Público Brasileiro. Sugeriu a intensa incorporação de redes sociais nos processos educacionais e a interação entre C&T e cultura por meio do estímulo a professores e alunos, objetivando a produção de programas de divulgação científica como forma de apoio e suporte à formação da juventude.

5. Principais questionamentos do público participante

Ao final das exposições, o público se manifestou, mas não fez perguntas ou contestou o que havia sido apresentado. Fez apenas algumas sugestões. Por exemplo, foi sugerida a inclusão do documento "Subsídios da Área de Ensino de Ciências e de Matemática para a 4ª Conferência Nacional de Ciência Tecnologia e Inovação – Sudoeste", elaborado por uma série de sociedades científicas, entre as quais a SBF, mas que não contou com a participação da SBM. Tal documento era essencialmente desconhecido dos palestrantes da sessão e por isso não fez sentido que se tomasse qualquer decisão sobre a proposta. Outra sugestão: as escolas estão sendo mobilizadas por uma série de projetos. Seria razoável sugerir a integração de tais projetos? Logo em seguida, um membro do público declarou que tal integração pode ser impossível devido à burocracia, tendo em vista que esta (burocracia) é um arcabouço legal impeditivo e excludente que praticamente impossibilita ações do tipo sugerido.

6. Síntese das recomendações

As recomendações apresentadas a seguir não foram discutidas explicitamente durante a sessão. De fato, o tempo para tal foi considerado por todos insuficiente. Entretanto, elas sumarizam a essência do que guiou os expositores em suas apresentações.

1. Recomenda-se a incorporação das recomendações do documento preparado pela Academia Brasileira de Ciências sobre ensino de ciências.

2. Recomenda-se o forte incentivo a todas as ações e metodologias que tenham por objetivo o ensino das ciências naturais por meio da realização de experimentos e observações realizados pelo próprio aluno sob a supervisão e orientação do professor.

3. Recomenda-se o forte incentivo a todos as ações e metodologias que tenham por objetivo o incentivo aos estudantes com maior potencial para prosseguir estudos de ciências e engenharia. Três das exposições revelaram experimentos bem-sucedidos dentro deste contexto. Eles necessitam ser ampliados e consolidados. No caso da Obmep, o texto acima contém proposta de recomendações concretas para sua consolidação. No caso do Projeto Mão na Massa, sua ampliação poderia ser feita em termos gradativos, na medida da velocidade do treinamento dos professores para sua utilização.

4. Recomenda-se o incentivo a todas as ações que visem colocar em contato professores universitários ligados às pós-graduações com os professores do ensino básico.

5. Recomenda-se o apoio a ações que tornem mais efetivo o trabalho realizado pelas bibliotecas públicas e universitárias. Em um mundo com o nível de informatização crescente, em velocidade acelerada, é fundamental que o material que esteja sendo disponibilizado na rede mundial de computadores possa ser acessado pelos usuários das bibliotecas, tanto pela leitura direta em terminais quanto pela versão impressa. Para isso, existe a proposta de dotar cada biblioteca de equipamentos computacionais que tornem isto realidade.

6. Recomenda-se um estudo aprofundado sobre a produção de *software* livre no país, bem como a sua difusão ampla nas escolas e nas instituições públicas.

Parte 2
Seminários temáticos

Democratização e cidadania

CT&I, desenvolvimento social e demandas locais: o papel da extensão universitária

Laura Tavares Soares[1]

1. Relação CT&I e desenvolvimento

A entrada dos temas "redução das desigualdades", "inclusão social" e "desenvolvimento social" na atual agenda da política de CT&I[2] representa uma relevante inovação política e teórico-metodológica.

Segundo o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT):

> [...] o Desenvolvimento Social é uma das vertentes mais importantes das atuais políticas de Estado. Sua consolidação representa a promoção, a popularização e o aperfeiçoamento do ensino de ciências nas escolas, bem como a produção e a difusão de tecnologias e inovações para a inclusão social. Neste contexto, estão a realização da Olimpíada Brasileira de Matemática das Escolas Públicas (OBMEP), a promoção da Semana Nacional de Ciência e Tecnologia, a implantação de Tecnologias Assistivas, os Centros Vocacionais Tecnológicos (CVTs), o apoio aos Telecentros e Arranjos Produtivos Locais (APLs), bem como a P&D para a Segurança Alimentar e Nutricional.[3]

1 Professora da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) (atual Pró-Reitora de Extensão). Doutora em Economia do Setor Público – Área de Política Social.

2 Ver temas da IV Conferência Nacional de CT&I.

3 Portal do MCT: *http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/73413.html*.

O documento base para o eixo IV (CT&I para o Desenvolvimento Social) da 4ª Conferência Nacional de CT&I afirma que a ciência, a tecnologia e a inovação podem contribuir para elevar os níveis de educação, saúde e qualidade de vida da população, ampliar o acesso ao conhecimento, além de possibilitar a expansão e a qualificação de postos de trabalho e contribuir para a democratização e para a cidadania.

No entanto, a relação entre CT&I e desenvolvimento pressupõe algumas definições preliminares importantes para a definição de propostas para este eixo temático na 4ª CNCTI.

A primeira delas é a recusa da visão do desenvolvimento como um processo linear de modernização.

A segunda trata de alterar o padrão de desenvolvimento, responsável, até hoje, pela estruturação histórica de uma sociedade desigual no Brasil.

A terceira premissa é que o adjetivo *social* supõe a existência de outras dimensões do desenvolvimento, além da econômica, e que a dimensão econômica deveria estar subordinada à dimensão social (e não o contrário).

A primeira premissa pertence à matriz sociológica da modernização por difusão, em que supostamente os chamados países em desenvolvimento se aproveitariam dos efeitos da modernização alcançada pelos países desenvolvidos. O conceito de transição ou de em desenvolvimento que nos é transmitido pela maioria dos organismos internacionais traz consigo uma ideia de evolução: estaríamos deixando para trás coisas que pertencem ao passado e evoluiríamos em direção a uma situação mais avançada, mais moderna, em que se supõe uma melhoria global, em nome de uma modernização capitalista.

Não por acaso, o processo de modernização excludente do período neoliberal que atravessamos provocou muito mais estragos aqui do que nos países centrais tanto pelo seu caráter mais ortodoxo quanto pela base estrutural de desigualdade que encontrou em nosso país. A condução desse processo se deu por uma elite econômica e política disposta a continuar depredando ainda mais o Estado brasileiro, concentrando seus recursos e seus instrumentos de poder para os ricos: os de sempre e os novos donos do capital financeiro.

Também a desigualdade se modernizou: manteve-se a miséria estrutural de sempre e gerou-se uma nova pobreza, excluindo setores da população que de algum modo se encontravam protegidos por sua inserção no mercado de trabalho.

No campo, manteve-se o latifúndio ao lado da modernização agrícola com o *agrobusiness*, expulsando um contingente ainda maior de trabalhadores rurais que ficaram sem terra e sem trabalho.

Nas cidades, cujo processo de urbanização foi acelerado e caótico, agravaram-se mais ainda as condições de vida, extremamente sensíveis à ausência prolongada de recursos de investimento em habitação e saneamento, bem como no transporte urbano. Os processos de periferização se ampliaram, criando novas periferias dentro das antigas periferias das regiões metropolitanas. A ausência de infraestrutura pública; o desmonte de políticas sociais de saúde, educação, assistência social, cultura e lazer; e a falta de trabalho fazem que as novas gerações de jovens (em franco processo de ampliação demográfica) fiquem totalmente sem perspectivas, tornando-os vulneráveis às escassas oportunidades de incorporação social e econômica que se apresentam (como o tráfico de drogas).

A segunda premissa diz respeito à reprodução de um padrão de desenvolvimento responsável pela estruturação histórica de uma sociedade desigual em nosso país.

Historicamente, o Brasil manteve um padrão de desenvolvimento socialmente excludente, perpetuando a desigualdade, apesar dos períodos de crescimento econômico.

Assim, a principal marca histórico-estrutural do padrão de desenvolvimento no Brasil é a desigualdade social. Sua constituição tem raízes históricas que vão desde o colonialismo à escravidão; raízes políticas, ligadas ao profundo conservadorismo das elites mantenedoras do poder econômico e político; e raízes econômicas, determinadas por um desenvolvimento capitalista tardio, periférico e dependente, cujo modelo econômico sempre foi, ele próprio, concentrador e gerador de desigualdades. Essas raízes se combinam entre si e seus componentes estruturais se reproduzem ao longo da história do nosso país. Além da sua configuração estrutural, a análise da desigualdade social brasileira também precisa levar em consideração o impacto que as diferentes conjunturas históricas, políticas e econômicas tiveram sobre essa base social profundamente desigual. A própria desigualdade apresenta diversas expressões na nossa sociedade, com um traço comum: a má distribuição e a correspondente concentração da renda, dos recursos produtivos, da terra, dos bens e serviços e do emprego. Suas manifestações se dão no âmbito territorial e populacional. Sua geografia apresenta grandes contrastes regionais e diferenças urbano-rurais. Essa perpetuação da desigualdade no Brasil faz que ainda persistam regiões e grupos populacionais em situações caracterizadas como pobreza extrema, miséria ou indigência.

A terceira premissa apontada acima indica a existência de outras dimensões do desenvolvimento, além da econômica, e que a dimensão econômica deveria estar subordinada à dimensão social (e não o contrário).

Os efeitos negativos da estrutura econômica sobre o social são: a excessiva concentração dos ativos com repercussões na pobreza estrutural; e a estrutura concentrada da renda. A estes efeitos estruturais se superpõem os efeitos negativos da política econômica sobre as políticas sociais: sobre-exigência das metas da política social devido a mecanismos regressivos da política econô-

mica; cortes lineares do gasto social; redução da receita disponível devido a contrações no emprego; elevação das pressões sobre o gasto para atender a setores que não podem satisfazer suas necessidades devido a fatores da distribuição da renda; efeitos regressivos da política econômica, com destaque para a política tributária e a de salários; e participação desigual de diversos grupos econômicos e sociais no financiamento do gasto social.

Para superarmos as marcas da desigualdade estrutural bem como as consequências da recente modernização excludente, além da implementação das inevitáveis medidas de curto prazo no enfrentamento da miséria extrema, temos também a obrigação de pensar alguma perspectiva de futuro que comece a ser construída no presente. Nessa perspectiva, mais do que nunca, torna imperativa uma verdadeira política de desenvolvimento social que deixe de ser residual e que represente, ela mesma, uma alternativa real de desenvolvimento, capaz de incorporar nos circuitos de cidadania aqueles que nem tão cedo terão condições de incorporar-se pelo mercado (nem o de trabalho nem o de bens e serviços).

Isso implica pensar, formular e implementar a política social como parte integrante do processo de desenvolvimento que se quer para este país. O singular aqui não é aleatório. É preciso superar o somatório de políticas, programas e projetos sociais – isolados e fragmentados –, construindo uma política social que se constitua numa metapolítica, determinando e integrando as diretrizes das demais políticas públicas, inclusive a política econômica. O princípio da unicidade da política social é o que permite garantir o alcance de patamares mais igualitários de desenvolvimento social, superando as enormes desigualdades que ainda persistem no Brasil.

Pensar a política social como parte integrante do desenvolvimento social significa assumir que seus projetos, programas e ações constituem um investimento necessário, indispensável e prioritário. Trata-se de inverter a equação de que o desenvolvimento social decorre naturalmente do crescimento econômico, retirando a política social de sua posição tradicionalmente subordinada à política econômica.

O que seria uma política pública social que fosse ela mesma parte de um projeto estruturante de sociedade e não apenas um complemento da política econômica? Quais algumas das condições para a sua existência capazes de ir além dos programas de combate à pobreza?

A primeira condição é que a política social propicie uma dimensão de igualdade em um país tão desigual como o nosso. Essa dimensão seria garantida pelo seu caráter universal.

Isso significa resgatar os âmbitos nacional e regional de intervenção, superando a exclusividade ou a supremacia do local.

Junto com o anterior, é preciso repensar a noção de escala da política social para garantir sua efetividade. As experiências pulverizadas têm contribuído para a fragmentação e a dispersão das ações e dos recursos. O somatório de pequenas experiências aqui e acolá não resulta em uma política social, além de não dispor de uma sinergia suficiente para mudar as condições de vida de uma população como a brasileira.

Associado ao caráter universal está o caráter público da política social, que não pode estar mediada pela mercantilização. Portanto, o poder de compra não pode ser a única condição para o acesso a bens e serviços essenciais. Tampouco a relação com o mercado de trabalho – cada vez mais precarizado – pode ser definidora de um sistema de proteção social que se pretenda universal.

O acesso a políticas sociais universais passa a ser uma questão de direitos e de cidadania, sem o estigma da exigência de uma comprovação de pobreza.

Acesso universal não implica realizar os mesmos programas sociais para todo e qualquer grupo populacional ou território. Os pobres no Brasil estão situados em espaços/territórios bem definidos[4]. Não é preciso procurá-los com lupa. Uma vez definida a população prioritária do projeto ou do programa social (como, por exemplo, mães e crianças, idosos, jovens, etc.) e os seus espaços/territórios, o acesso deve ser universal[5], sem restrições nem condicionalidades.

Dessa forma, o acesso a esses programas realizado de modo universal não poderia estar associado exclusivamente a critérios monetários. O fato de se estar alguns reais acima da chamada linha de pobreza não significa sair das situações de precariedade ou de vulnerabilidade social, que incluem múltiplos e, ao mesmo tempo, complexos fatores determinantes.

Os programas sociais não podem ser apenas emergenciais e precisam assumir seu caráter de mudança estrutural.

Para superar o dilema emergencial-estrutural, é preciso que as políticas e os programas sociais tenham continuidade. A oferta de bens e serviços públicos requer permanência no tempo e no espaço/território objeto de sua ação.

E, finalmente, é preciso superar a ideologia supostamente moderna que prega a autossustentabilidade para os pobres – em que depender do Estado é visto como algo negativo –, denunciando a hipocrisia em não se enxergar nenhum problema em que empresas privadas dependam de subsídios e isenções fiscais. Idem para a classe média alta, cujas isenções de imposto de renda

4 Josué de Castro já nos falava disso em sua "Geografia da Fome" na década de 1940.

5 É o que a autora tem chamado de universalização territorial. Ver em Soares, L.Tavares, "O Desastre Social", Ed. Record: Rio de Janeiro, 2003, p.110.

para seguros privados de saúde, de previdência e educação não são questionadas. Os dominantes impõem aos dominados regras que eles mesmos não cumprem.

Essas três premissas nos levam à conclusão de que uma mera difusão da CT&I para o desenvolvimento social induziria, apenas, a reprodução de um determinado padrão de desenvolvimento vigente.

Isso significa que permanece como desafio a construção de outro padrão de desenvolvimento para o Brasil – em um cenário em que o capitalismo ainda prevalece – com a criação de outro modelo de geração e incorporação de CT&I capaz de promover e sustentar essa mudança.

2. Algumas considerações sobre um projeto radicalmente democrático de desenvolvimento social

Um projeto radicalmente democrático de desenvolvimento social no Brasil pressupõe uma reforma radicalmente democrática do Estado, indissociável de uma mudança radicalmente democrática da sociedade.

A perigosa separação entre sociedade e Estado faz parte de uma visão (neo) liberal, acompanhada hoje de alguns pós-modernos, que pressupõe a existência, de um lado, de uma sociedade civil totalmente abstrata: homogênea, idônea, cheia de boas intenções, impoluta, eficiente e capaz de resolver, ela mesma, seus próprios problemas, desde que o Estado não atrapalhe; e, de outro lado, um Estado separado dessa sociedade que cumpre um papel opressor, interventor, que é ineficiente e, além de tudo, corrupto.

Essa visão de sociedade não faz nenhuma referência ao poder e à hegemonia; aos interesses contraditórios econômicos, políticos, sociais e ideológicos; à luta por esses interesses (já que não é politicamente correto falar em luta de classes) no interior dessa mesma sociedade – os quais estão representados no interior do Estado.

Infelizmente, essa tese simplificadora tem tido consequências funestas para aqueles que estão fora do real jogo de poder e para os quais se apregoam as alternativas societárias – sempre e quando a riqueza, a propriedade e o próprio Estado que as protege sejam preservados tal como estão e nas mãos dos de sempre.

A rigor, a verdadeira novidade social está por ser construída nesta nossa periferia capitalista[6]. Por outro lado, como diz Emir Sader, se alguma mudança radical está ocorrendo no mundo, ela se dá na América Latina. Se as experiências de mudança, com a eleição de novos governos com compromissos populares nessa região, têm experimentado limitações, ou mesmo frustrações, aquelas de mudar o mundo sem tomar o poder idem idem. Talvez porque, em ambos os casos, não se conseguiu, exatamente, mudar as relações de poder no interior dos nossos Estados, cujas estruturas são bem mais amplas, complexas e conservadoras do que os governos.

No entanto, a eleição desses governos ainda incomoda muita gente – exatamente àqueles que não querem abrir mão do poder de Estado – mesmo quando o modelo econômico vigente foi preservado e as normas que sustentam o *status quo* no aparato institucional e político – histórica e estruturalmente ligado a interesses privados – ainda não foram objeto de uma ruptura radical.

Para tornar o aparato estatal verdadeiramente público, é preciso criar mecanismos de controle social.[7] Na perspectiva da reconstrução democrática do Estado e da sociedade, o controle social deve ser exercido de forma independente e autônoma pela sociedade organizada, cuja participação deve nortear e fiscalizar a ação governamental, e não substituí-la – em falsas versões de participação comunitária.

Em síntese, um projeto radicalmente democrático de desenvolvimento social passa por mudanças radicais na sociedade brasileira e pela construção de um Estado verdadeiramente democrático e popular.

Mais do que uma mudança econômica, essa é uma tarefa essencialmente política.

3. A articulação da CT&I com políticas públicas: a superação do local

O processo de criação e incorporação de CT&I, aliado a outro padrão de desenvolvimento, tem que estar associado a políticas públicas, capazes de articular as diversas iniciativas de inovação científica e tecnológica no território nacional, superando as profundas desigualdades regionais e sociais que ainda persistem em nosso país.

6 Na perspectiva socialista, Cuba ainda resiste como modelo de um Estado que garantiu, de forma universal, saúde, cultura e educação de qualidade para o seu povo, apesar de toda a precariedade econômica.

7 Que impediriam – entre outras coisas – os fenômenos de corrupção que, ao contrário do que insiste em afirmar o senso-comum, são consequência dessas estruturas privatizadas e não a causa dos nossos problemas.

A mera replicação de inovações em experiências locais pode levar a uma fragmentação de iniciativas que não apresentam a abrangência necessária para que exista um real impacto social, não constituindo, portanto, uma política pública.

Apesar da importância da incorporação de uma tecnologia ou inovação social por parte de uma comunidade ou localidade, é preciso problematizar dois aspectos: o da sua abrangência (para que as comunidades ou populações vizinhas tenham iguais condições); e o da sua continuidade (ou sustentabilidade).

Com relação à abrangência, o desenvolvimento local não pode permanecer isolado ou desarticulado do desenvolvimento regional e nacional. Muitas das chamadas demandas locais estão relacionadas com demandas regionais e nacionais, e o seu atendimento deve se dar de modo simultâneo. Sem uma política nacional de emprego, por exemplo, será muito difícil resolver essa questão apenas no âmbito do local. Idem para as políticas sociais que requerem a constituição de sistemas nacionais, como o sistema de saúde e o de assistência social, que exigem a articulação das três esferas da federação.

Essa opção preferencial pelo local não foi por acaso: ela se deveu a um verdadeiro bombardeio ideológico – reforçado a partir do consenso neoliberal que invadiu corações e mentes.

Foi o reinado do minimalismo no social para enfrentar a globalização no econômico. "Globalização só para o grande capital. Do trabalho e da pobreza, cada um que cuide do seu como puder. De preferência com um Estado forte para sustentar o sistema financeiro e falido para cuidar do social."[8]

O resgate das dimensões nacional e regional deve assumir uma nova centralidade. Trata-se de fortalecer a formulação de políticas integradoras que permitam cumprir com sua principal missão: criar uma dimensão de igualdade.

Mais ainda, como em geral as demandas não se apresentam de forma isolada ou independente, as políticas públicas devem estar integradas no território, permitindo uma integração intersetorial das políticas e um atendimento integral das necessidades da população beneficiária.

Essa integração no território possibilitaria, ainda, uma economia de escala[9] dos recursos envolvidos, bem como sua potencialização, com resultados muito mais efetivos do ponto de vista do impacto social do que aqueles obtidos com programas fragmentados.

8 Soares, Laura Tavares. In: Prefácio ao livro Terceiro Setor e Questão Social na Reestruturação do Capital, de Carlos Eduardo Montaño. Ed. Cortez: São Paulo, 2002.

9 Critério que anda esquecido pelos economistas e planejadores apenas preocupados com o custo-benefício em termos microeconômicos.

Trata-se, ainda, de garantir que o acesso a essas políticas seja universal. Neste sentido, somos favoráveis à estratégia que temos denominado de universalização territorial[10], partindo do pressuposto já consagrado de que a pobreza apresenta uma distribuição espacial ou territorial bem nítida no Brasil[11]. Dessa forma, é perfeitamente possível garantir que os bens e serviços públicos cheguem aos mais pobres de forma universal e não discriminatória, sempre e quando estejam localizados próximos aos domicílios desses mesmos pobres.

Só dessa forma se conseguirá a universalização da incorporação de CT&I por parte dos setores mais vulneráveis da população. Infelizmente, o tema da universalização saiu de moda e foi substituído por políticas focalizadas sob o falso argumento de que estas seriam mais eficazes e eficientes. Não por acaso, a ideia de focalização está associada ao localismo.

Outra condição essencial é que as políticas públicas deixem de ser emergenciais e obtenham um efetivo impacto social, é o da continuidade. A oferta de bens e serviços públicos precisa de permanência no tempo e no espaço/território objeto de sua ação, e a população tem que ter garantia de continuidade.

Para atender a esses requisitos, o financiamento público permanente é crucial (sem medo do gasto público), tanto para a criação/geração da CT&I nas universidades quanto para a sua efetiva e sustentável incorporação por parte dos diferentes setores da sociedade.

Nesse sentido, é preciso rever o financiamento de projetos (que supõem começo, meio e fim) apenas na modalidade de editais ou afins, supondo que, após a incorporação de uma tecnologia ou inovação, a comunidade possa se desenvolver por conta própria.

A ideia da autossustentabilidade apenas para os pobres – enquanto o Estado financia e/ou subsidia permanentemente (de modo sustentado) os grandes empreendimentos – é insustentável.

No debate moderno, vem se constituindo uma espécie de novo consenso[12], em que se prega a autossustentabilidade e o empreendedorismo... para os pobres, naturalmente.

Depender do Estado é visto como algo negativo e é tratado como paternalismo. Essas ideias reforçam – de maneira perigosa, irresponsável e hipócrita – a ideologia neoliberal de que as pessoas e as comunidades são as responsáveis pela resolução dos seus próprios problemas.

10 Ver a esse respeito, Soares, L.Tavares, op.cit., 2003, p.110.

11 Já na década de 190 Josué de Castro falava da "Geografia da Fome" no nosso país.

12 Soares, Laura Tavares. De recorrências e retrocessos. Análise de Conjuntura, OUTROBRASIL, Laboratório de Políticas Públicas da UERJ, out.2004.

Diversas experiências autogestionárias consideradas exemplares no alívio à pobreza são divulgadas pelos relatórios dos organismos internacionais. Apesar delas e dos lindos retratos coloridos que mostram mulheres empreendedoras com meia dúzia de máquinas de costura (na África ou nas favelas do Rio de Janeiro), os indicadores da pobreza e, sobretudo, da desigualdade teimam em continuar aumentando (ou, na melhor das hipóteses, mantendo-se no mesmo lugar) nos países onde são implementadas essas propostas alternativas.

Portanto, essas alternativas pobres para pobres não constituem um verdadeiro projeto de desenvolvimento, na medida em que mantêm seu caráter isolado e fragmentado.

4. As novas tecnologias sociais

Nesse sentido, cabe indagar se as atuais tecnologias sociais constituem de fato uma mudança de paradigma com as chamadas tecnologias apropriadas dos anos 1970.

As definições de tecnologias sociais são atraentes e, aparentemente, são inovadoras com respeito ao paradigma anterior de tecnologia no sentido apenas produtivo.

Para a Rede de Tecnologias Sociais (RTS), criada em 2005, a definição de tecnologia social é algo recente e vem sendo construída desde a década de 1970, quando se falava em tecnologia apropriada. Afirma, ainda, que as tecnologias sociais têm contribuído para a redução da pobreza, geração de trabalho e renda, promoção do desenvolvimento local sustentável e redução do analfabetismo, dentre outros desafios.

Vale destacar o entendimento por parte da RTS de que tecnologia é uma construção social que não é neutra e que está sempre a serviço de um modelo de desenvolvimento que se busca estabelecer.

Para o MCT, as **tecnologias para o desenvolvimento social** articulam, fomentam e promovem **ações para a produção, a difusão, a apropriação e a aplicação do conhecimento científico, tecnológico e de inovação como instrumento de desenvolvimento social, econômico e regional do país, bem como mecanismo de inclusão digital, mediante o desenvolvimento de PD&I voltados para as tecnologias sociais e de inclusão, por meio de processos metodológicos participativos.**[13]

13 *http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/73434.html* . Os negritos são da autora.

Sua definição de **tecnologia social** é aquela que **"compreende produtos, técnicas e/ou metodologias reaplicáveis, desenvolvidas na interação com a comunidade e que represente efetivas soluções de transformação social".**[14]

Extensão tecnológica

Outro conceito empregado pelo MCT é o de **extensão tecnológica,** que permitiria **a identificação e a articulação de soluções de demandas tecnológicas locais, territoriais e regionais. As ações de apoio à pesquisa e à inovação contribuem para a inclusão social e econômica das populações em risco de vulnerabilidade.**[15]

Ela faz parte de um programa denominado de **Apoio à Pesquisa, à Inovação e à Extensão Tecnológica para o Desenvolvimento Social,** que **"tem amparo nos mais diversos usos das tecnologias sociais, isto é, produtos, técnicas e metodologias para transformar a realidade social de localidades atingidas pela pobreza, analfabetismo e exclusão social. Por isso, a abordagem dos projetos tem como parâmetro as potencialidades locais."**[16]

O formato de financiamento que contempla a extensão tecnológica e a inclusão social é basicamente o de editais.

Segundo o MCT, além de incentivar a inclusão social,

> [...] os editais abrem a possibilidade de organizações do terceiro setor (OTS) concorrerem em articulação com instituições de pesquisa, o que ampliaria a participação de integrantes da Rede de Tecnologia Social (RTS), na multiplicação das experiências bem-sucedidas para a melhoria de processos produtivos.

Cabe, aqui, introduzir a questão levantada anteriormente acerca das limitações dos editais do ponto de vista de um financiamento permanente ou continuado. A outra questão é colocar as chamadas organizações do terceiro setor em pé de igualdade com instituições de pesquisa – supondo que estejam aí incluídas as universidades. Este é um dos problemas que temos enfrentado com relação aos editais que incluem essas organizações não governamentais e as universidades públicas – instituições de natureza totalmente distinta, com capacidades desiguais de geração de CT&I e com políticas diferenciadas de incorporação por parte dos distintos setores sociais.

14 *http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/308089.html* . Os negritos são da autora.

15 *http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/312382.html* . Os negritos são da autora.

16 *http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/77725.html*. Os negritos são da autora.

A outra questão, que contrasta com uma visão mais ampla e abrangente de inclusão social, é a restrição a processos produtivos; além da utilização da estratégia de multiplicar as experiências bem-sucedidas.

Por outro lado, é exaltada a capacidade criativa do povo brasileiro e incluída a necessidade de integração entre os conhecimentos popular e acadêmico-científico – princípio também defendido pela extensão universitária. O problema é que, a partir desse princípio, afirma-se que o conjunto de editais teria uma visão integrada e que seria necessário somar esforços para evitar uma ação pulverizada.

A afirmação acima – de que os Editais formem um conjunto a partir de uma visão integrada – é questionável. A partir da leitura desses editais, verifica-se uma fragmentação das ações, dirigidas a grupos específicos em distintos territórios que não se articulam entre si. Questiona-se, assim, se uma ação pulverizada se combate apenas com somar esforços. Tal como vimos acima, a fragmentação e a pulverização de recursos se combatem com políticas nacionais, regionais e locais integradas, em territórios definidos pela vulnerabilidade ou precariedade da situação social, promovendo uma verdadeira sinergia entre as ações – constitutivas de uma mesma política e financiadas também de modo integrado e continuado.

5. O papel da extensão universitária

Entre as metas e desafios colocados no documento base para o eixo IV (CT&I para o Desenvolvimento Social) da 4ª Conferência Nacional de CT&I, destaca-se a ampliação, a valorização e o aprimoramento das atividades de extensão e o estímulo a universidades e instituições de pesquisa a incorporarem a dimensão social na suas agendas de pesquisa.

O processo de criação e incorporação de CT&I para outro padrão de desenvolvimento ainda permanece como desafio. É para este desafio que a universidade – sobretudo a universidade pública – deve ser um agente ativo de mudança.

A criação e a incorporação de CT&I são aspectos indissociáveis – tal como a pesquisa e a extensão universitárias. Não se trata, portanto, de primeiro criar (dentro da universidade) para depois difundir na sociedade.

É na relação dialógica com os demais setores da sociedade que a universidade será capaz de integrar a criação de CT&I com a sua efetiva incorporação.

Essa relação não é neutra: ela pressupõe uma escolha. Portanto, a universidade deve priorizar aqueles setores mais vulneráveis e excluídos do acesso à CT&I. Isso significa que a universidade deve ser propulsora de mudanças e transformações sociais, e não apenas um instrumento que referenda o atual *status quo*.

É a extensão universitária aquela que melhor traduz a possibilidade dessa relação dialógica e transformadora entre a universidade e esses setores da sociedade.

Nesse sentido, é preciso definir melhor os agentes e o público-alvo da chamada extensão tecnológica (definida acima), diante da constatação de que ela vem sendo utilizada indiscriminadamente: inúmeras instituições privadas adotam a noção de extensão tecnológica para a simples venda de serviços a empresas.

6. Desafios da extensão universitária

> A área de extensão vai ter no futuro próximo um significado muito especial. No momento em que o capitalismo global pretende funcionalizar a universidade e, de fato, transformá-la numa **vasta agência de extensão ao seu serviço, a reforma da universidade deve conferir uma nova centralidade às atividades de extensão** (com implicações no *curriculum* e nas carreiras dos docentes) e concebê-las de modo alternativo ao capitalismo global, **atribuindo às universidades uma participação ativa na construção da coesão social, no aprofundamento da democracia, na luta contra a exclusão social e a degradação ambiental, na defesa da diversidade cultural** (Boaventura de Souza Santos[17] – grifos nossos).

A extensão universitária – principalmente nas universidades públicas – tem hoje como um dos seus principais desafios evitar ações pontuais e passageiras, com traços assistencialistas e de baixo impacto social. Para superar essas limitações, o Fórum dos Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas (Forproex) considera imprescindível a articulação com as políticas públicas, participando da sua formulação, de seu acompanhamento e de sua avaliação em todos os âmbitos da federação e setores de atuação, especialmente aqueles relacionados com a garantia dos direitos. Não se pode transformar a extensão em programas pobres para pobres, apenas para aplacar a "má consciência" da universidade a respeito do seu papel social.

O discurso da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão é repetido, mas na prática pouco implementado. A fragmentação não existe apenas entre essas três funções da universida-

17 SANTOS, B.S. A universidade no século XXI: para uma reforma democrática e emancipatória da universidade. São Paulo: Cortez, 2004. (Coleção Questões da Nossa Época, v. 120).

de: ela também se manifesta entre as disciplinas e departamentos que compartimentam o saber. O chamado conhecimento multi, inter ou transdisciplinar, também muito mencionado, tem que ser instituído, sobretudo nos chamados núcleos de excelência, cada um tratando de preservar e defender seu nicho de saber (e de recursos). É preciso, de uma vez por todas, implementar em nossas universidades a horizontalização do saber.

Outra dimensão importante é que o trabalho da extensão, entendida como uma atividade pública da universidade, além de formar seus alunos, tem que, ao mesmo tempo, construir um conhecimento compartilhado com o público que a financia: em última instância, o próprio público-alvo da extensão.

A partir dessa dimensão pública, as atividades de extensão não podem ser mercantilizadas (reduzindo-se a cursinhos pagos, por exemplo, para o autofinanciamento da universidade): essas atividades, mesmo quando chamadas incorretamente de gratuitas, estão sendo pagas por meio dos impostos que a população mais pobre desse país está pagando, bem mais que os ricos, diga-se de passagem.

Permeando os desafios acima delineados, encontra-se o dilema de como a extensão tenta combinar o atendimento das demandas provenientes dos diversos setores da sociedade com os interesses da universidade – muitas vezes defendidos em nome da sua autonomia – interesses que, aliás, tampouco são homogêneos e muito menos harmônicos no interior da universidade. Tal como o ensino e a pesquisa, a extensão não está isolada de uma concepção de universidade, sobretudo quando se trata de uma universidade pública, que deve traduzir-se por uma política que norteie suas ações. A necessária autonomia e diversidade de suas ações não significa que elas prescindam de uma perspectiva mais geral sobre o seu papel como universidade pública na sociedade. Não uma sociedade abstrata, mas uma sociedade determinada por condições históricas, políticas, sociais, culturais e econômicas, entendida em seus aspectos estruturais e conjunturais.

Portanto, a universidade não deve ser apenas o espelho da sociedade, sobretudo no caso da sociedade brasileira – ainda marcada pelo conservadorismo e por profundas desigualdades de diversas naturezas. Em vez de cumprir um papel meramente reprodutor do *status quo*, a universidade e, portanto, a extensão devem assumir um papel transformador dessa realidade, sobretudo da dura realidade de parcelas ainda majoritárias de jovens brasileiros que não têm acesso ao ensino superior e tampouco têm garantidos seus direitos mais essenciais, como os direitos sociais.

7. Uma nova concepção de extensão

Segundo o Forproex, a extensão universitária é uma atividade acadêmica capaz de imprimir novos rumos à universidade brasileira e de contribuir significativamente para a mudança da sociedade.

Nos últimos anos, seus conceitos amadureceram, seus instrumentos foram aperfeiçoados e seu processo de institucionalizou avançou.

O conceito de extensão, aprovado por esse fórum[18], define que:

> A extensão universitária, sob o princípio constitucional da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, é um processo interdisciplinar educativo, cultural, científico e político que promove a interação transformadora entre universidade e outros setores da sociedade**.**

Desde o ano de sua criação (1987), o Forproex reafirma o compromisso social da universidade como forma de inserção nas ações de promoção e garantia dos valores democráticos, de igualdade e de desenvolvimento social.

Assumir mais veementemente a posição de uma universidade voltada para os interesses e as necessidades da maioria da população requer a retomada de alguns princípios básicos presentes na plataforma política da extensão universitária desde os anos 1980, no período pós-democratização:

> **A ciência, a arte e a tecnologia** devem alicerçar-se nas **prioridades do local, da região, do país;**
>
> **A universidade não é proprietária de um saber pronto e acabado, que vai ser oferecido à sociedade,** mas, ao contrário, **exatamente porque participa dessa sociedade, a instituição deve estar sensível a seus problemas e apelos,** quer por meio dos grupos sociais com os quais interage, quer por meio das questões que surgem de suas atividades próprias de ensino, pesquisa e extensão;
>
> A **ação cidadã das universidades** não pode prescindir do efetivo compartilhamento dos saberes nelas produzidos, de tal forma que **as populações cujos problemas tornam-se objeto da pesquisa acadêmica sejam também consideradas sujeito desse conhecimento.**[19]

Essa concepção de extensão – que inclui, mas vai além de sua compreensão tradicional de disseminação de conhecimentos (cursos, conferências, seminários), prestação de serviços (assistências, assessorias e consultorias) e difusão cultural (realização de eventos ou produtos artísticos e cultu-

18 Em um processo de revisão do documento Plano Nacional de Extensão feita este ano (2010).

19 FORPROEX. Plano de Ação. 1987. Negritos da autora.

rais) – aponta para uma concepção de universidade em que a relação com a população passa a ser encarada como uma oxigenação necessária à vida acadêmica.

Dentro desses balizamentos, a produção do conhecimento, via extensão, se faria na troca de saberes sistematizados entre a universidade e a sociedade, tendo como consequência a democratização do conhecimento, a participação social efetiva na atuação da universidade e uma produção científica resultante do confronto com a realidade.

8. Recomendações e propostas

Frente a esses desafios e consoante com os princípios e compromissos apontados acima, algumas recomendações (gerais) e propostas (a partir da atuação da extensão universitária) foram elencadas em Seminário Preliminar[20] para a 4ª Conferência Nacional de CT&I:

1. A incorporação da ciência, da tecnologia e da inovação por parte do setor público – permitindo ampliar e melhorar a qualidade da sua intervenção. Propostas: realizar atividades de extensão interdisciplinares, portadoras de novas tecnologias e inovações em políticas públicas e em gestão, em serviços públicos municipais e estaduais, com prioridade para a área social; construir indicadores de gestão e de impacto das intervenções públicas nesses serviços a partir da incorporação de novas tecnologias e inovações; tornar públicos os resultados dessas inovações em seminários com os servidores públicos e com o público-alvo, propiciando uma metodologia de avaliação participativa.

2. A integração da política de CT&I com políticas públicas capazes de promover e sustentar um novo padrão de desenvolvimento social. Propostas: realizar oficinas de trabalho – em âmbito nacional, regional e local – que integrem os responsáveis pela política de CT&I para o desenvolvimento social com os gestores responsáveis pelas políticas sociais – nesses âmbitos, intermediados pelos responsáveis pela extensão universitária nas universidades públicas, com o propósito de levantar demandas e definir estratégias de integração dessas políticas; realizar seminários descentralizados sobre padrões de desenvolvimento social com a participação das universidades, setores de CT&I e órgãos públicos de políticas sociais.

3. A promoção de políticas que articulem o desenvolvimento local com o desenvolvimento regional. Propostas: realizar fóruns regionais (com prioridade para as regiões mais vulneráveis socialmente, com destaque para as periferias urbanas), com a participação dos responsáveis pelo planejamento das ações sociais em âmbito estadual e municipal, de

20 Realizado na Finep, Rio de Janeiro, em abril de 2010.

modo a definir novas estratégias de desenvolvimento social capazes de atuarem como elementos integradores do desenvolvimento regional; realizar fóruns regionais para a elaboração de orçamentos participativos – integrando as demandas locais da população com as prioridades regionais.

4. A articulação intersetorial das políticas de desenvolvimento social e sua integração no território, a fim de gerar abrangência e impacto. Propostas: criar fóruns de políticas sociais em âmbito estadual, que integrem os diferentes órgãos ou secretarias da área social e que definam políticas sociais integradas, com prioridade para os territórios mais vulneráveis, articulando a implementação conjunta das ações setoriais nesses territórios; criar orçamentos participativos em âmbito estadual, que articulem as distintas políticas no território, definindo prioridades regionais articuladas às necessidades locais.[21]

5. O financiamento público estável de modo a garantir a continuidade dessas políticas. Propostas: realizar estudos nas universidades sobre a abrangência e o impacto do financiamento por editais; realizar estudos nas universidades sobre o financiamento público de políticas universais (educação, saúde, merenda escolar, etc.) e seus resultados; propor, a partir desses estudos, alternativas de financiamento – incluindo fontes de receita e gastos – capazes de sustentar uma política de CT&I sistêmica, integrando fundos do governo federal e das secretarias estaduais de C&T, e definindo, em conjunto, prioridades nacionais e regionais para a aplicação desses fundos. Criar conselhos participativos (semelhantes aos conselhos de direitos, saúde, educação, etc.), em âmbito regional/estadual (inicialmente), que fiscalizem a aplicação desses recursos; capacitar, por meio da extensão universitária, esses conselheiros em CT&I, sobretudo nos aspectos do financiamento público.

6. A expansão e a qualificação de postos de trabalho em outros arranjos socioeconômicos (como a economia solidária), bem como em serviços públicos sociais e culturais (para além da inclusão apenas produtiva). Propostas: ampliar e fortalecer a rede de ITCPs universitárias, incluindo todas as universidades e destinando recursos orçamentários (por meio do órgão federal responsável pela área de economia solidária) para o desenvolvimento de suas atividades; criar formas de financiamento para as cooperativas populares, incluindo abertura e manutenção de nichos públicos (feiras, etc.) para a comercialização de seus produtos; criar novos arranjos socioeconômicos na área dos serviços públicos

21 A autora participou, como assessora de política social do governo Olívio Dutra no Rio Grande do Sul, de experiências bem-sucedidas em âmbito estadual como a criação de um Fórum de Políticas Sociais (com a participação de todos os secretários envolvidos com a área social), bem como do Orçamento Participativo, o primeiro em âmbito estadual do país, que realizava plenárias regionais, com participação da população de diversos municípios, que foram capazes de integrar demandas e prioridades nas políticas públicas, evitando a pulverização de recursos e de superposição de iniciativas.

sociais e culturais, promovendo a geração de emprego e renda (com destaque para a incorporação de jovens nesses serviços.[22]

7. O estímulo à geração de um conhecimento inter e transdisciplinar por parte da universidade, capaz de compreender a totalidade e dar conta de realidades sociais diversas e complexas. Propostas: integralizar nos créditos curriculares dos cursos de graduação atividades de extensão e pesquisa, de caráter interdisciplinar, construindo o conhecimento a partir do contato com a realidade; promover atividades integradas de pesquisa e extensão nos cursos de pós-graduação, com disciplinas horizontalizadas entre os diversos programas de pós, de caráter inter e transdisciplinar; priorizar temas de pesquisa transversais, capazes de gerar CT&I para o desenvolvimento social, acompanhada de atividades de extensão para testar a sua incorporação nas realidades pesquisadas; constituir objetos de pesquisa a partir de atividades de extensão, com abordagens e equipes multi e interdisciplinares.

8. A criação de instrumentos e promoção de iniciativas capazes de universalizar o acesso a esse conhecimento, por meio da extensão universitária. Propostas: ampliar para todas as universidades públicas e manter, de forma continuada, atividades de popularização da ciência, priorizando as redes públicas de ensino básico, com atividades de formação de professores e inclusão dos temas de ciência nos currículos escolares; abrir os laboratórios de pesquisa das universidades públicas para alunos do ensino médio, com participação de estudantes de graduação e de pós, promovendo sua formação científica.[23]

9. A criação de uma agenda de pesquisa para a inovação social, articulada à extensão universitária, de modo a permitir a construção conjunta universidade-sociedade de experiências portadoras de inovações sociais. Propostas: definir, a partir das inserções regionais das universidades públicas e dos respectivos projetos e programas integrados de extensão universitária, questões prioritárias que constituam uma agenda de pesquisa destinada à inovação social; promover processos de incorporação das inovações e de avaliação participativa das experiências de inovação social – por meio da extensão universitária, realizando uma retroalimentação dos resultados dessas pesquisas.

10. A realização, por intermédio da extensão universitária, de cursos de formação e de capacitação em CT&I para o desenvolvimento social para órgãos públicos, organizações sociais e microempresas. Propostas: constituir demandas integradas por públicos-alvos prioritários e por territórios – evitando a demanda espontânea ou aquela imposta por

22 Ver, nesse sentido, experiência cubana que oferece bolsas para os jovens trabalharem e se capacitarem em serviços sociais e de cultura.

23 Ver experiências bem-sucedidas, como o Programa Jovens Talentos, financiado pela Capes, tratando de universalizá-las por meio da rede de universidades públicas.

empresas com capacidade de financiamento – para os cursos de formação e de capacitação; definir estratégias e clientelas diferenciadas para a formação (dando prioridade, por exemplo, a professores da rede pública e organizações sociais que participem de conselhos locais e regionais de direitos); e a capacitação (para profissionais que já trabalham em órgãos públicos, de preferência na área social, ou em microempresas).

11. A promoção de experiências inovadoras na área da educação, possibilitando a incorporação dos jovens pela cidadania; a emancipação dos sujeitos sociais; e a democratização da sociedade. Esta é uma perspectiva de educação que se contrapõe ao entendimento corrente – reforçado pelo neoliberalismo – de que educação é apenas um instrumento para gerar mais capital humano para o mercado e para incrementar a competitividade. Propostas: promover pesquisas participativas – sobretudo com os jovens em situação de vulnerabilidade social nas escolas da rede pública – sobre experiências educativas emancipadoras; realizar seminários e oficinas de trabalho nas universidades sobre experiências inovadoras na área de educação; realizar atividades de extensão portadoras de inovações educacionais geradas por pesquisas participativas, permitindo seu acompanhamento e avaliação por parte de todos os sujeitos envolvidos.

12. E, finalmente, a criação e consolidação do que chamamos de uma tríplice aliança virtuosa entre CT&I, extensão universitária e políticas públicas – aliança capaz de promover não apenas maiores, mas novos patamares de desenvolvimento social em nosso país, que sejam verdadeiramente abrangentes e igualitários. Propostas: criar fóruns nacionais e regionais com participação dos órgãos responsáveis pela política de CT&I; dos pró-reitores de extensão (das universidades e dos IFETs); e dos responsáveis por políticas sociais (de preferência de modo integrado, e não setorial) nos âmbitos federal e regional para: a definição de novos patamares de desenvolvimento social; de políticas integradas para a sua consecução; e de estratégias para a sua universalização, baseada em territórios prioritários bem como em públicos em situação de vulnerabilidade social; criar, por meio da extensão universitária, mecanismos de interlocução de setores da população excluídos do acesso a políticas públicas sociais e de CT&I, com o poder público responsável por essas políticas, constituindo uma intermediação qualificada, que supere os mecanismos tradicionais de clientelismo que propiciam a focalização das ações e a pulverização dos recursos.

Diversidade cultural e a CT&I com desenvolvimento social

Otávio Velho[1]

A Declaração de Cochabamba, aprovada na 35ª Reunião Interamericana de Interciencia, realizada naquela cidade boliviana, em novembro de 2009, afirma em sua abertura:

> *El deber supremo de los hombres y mujeres que dedican su vida al estudio y a la ciencia es el de compartir sus conocimientos, descubrimientos e inquietudes con la humanidad entera pues todos los seres humanos compartimos el deseo, más que de sobrevivir, de vivir bien como especie sobre la faz de la tierra. En el cumplimiento de ese deber supremo, las delegaciones de los países miembros de Interciencia, presentes en Cochabamba, Bolivia, han constatado que las percepciones de las naciones indígenas se han ratificado a través del análisis de las cifras que arrojan las mediciones de la temperatura de nuestro planeta, el retroceso de sus glaciales, el incremento de la contaminación atmosférica, hídrica y de los suelos, la disminución alarmante de la superficie cubierta por los bosques y el consecuente proceso de desertificación, y que, de este modo, las previsiones más sombrías están en curso de hacerse realidad. Coincidimos con el IPCC en que las cifras confirman este cambio y que además cabe mencionar la existencia de otros daños sustanciales causados por las acciones humanas.*

Não se trata aqui de discutir a questão do aquecimento global. Mas gostaria de assinalar o respeito com que se registra logo no início da declaração a eficácia do saber indígena, o qual se reveste de função icônica para o conjunto de saberes não associados à modernidade ocidental em sentido estrito, por vezes denominados de "tradicionais". Registro que vai na mesma direção de

1 Professor da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e vice-presidente da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC).

outros, recentes, como o da aceitação de que os povos indígenas já conheciam antes da ciência ocidental a influência da lua sobre as marés. Ou a constatação tardia da importância dos informantes indígenas para as "descobertas" da ciência, sobretudo as advindas de expedições científicas. Creio que esta 4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação também precisa ir nessa mesma direção e aprofundá-la. Esse aprofundamento, no entanto, precisa representar a ultrapassagem do mero reconhecimento das informações, que serviriam como matéria-prima para a elaboração dos cientistas. Precisa passar pela admissão de que essas informações fazem parte de verdadeiros corpos de conhecimento. E que, portanto, a ciência ocidental moderna é apenas uma entre muitas formas de conhecimento.

Nossa ciência, no entanto, pretende constituir-se como corpo a parte de outras esferas da vida social. Há quem coloque em questão até que ponto isso se dá, mas pelo menos essa pretensão pode marcar uma diferença com relação a outros corpos de conhecimento que não buscam distinguir-se do mesmo modo, o que não significa ausência de rigor, de protocolos ou de sofisticação. Mas essa é uma fonte de mal-entendidos ou, então, de suporte ideológico para a afirmação de hierarquias etnocêntricas entre as diversas formas de conhecimento. É isso que precisa ser ultrapassado de modo a que o valor das outras formas de conhecimento não seja medido apenas de acordo com os parâmetros da ciência moderna ou de acordo com a sua possibilidade de contribuir para o avanço científico, como se se tratasse de uma espécie de pré ou protociência. Afinal, a razão que se basta a si mesma é uma razão pobre.

Isso exige capacidade de escuta e a admissão da importância de mediadores – tradutores e negociadores num sentido ampliado – que ajudem no estabelecimento de diálogos que necessariamente só poderão ser avaliados no longo prazo. Alguns desses mediadores podem ser pesquisadores oriundos das chamadas ciências sociais, mas não só; e contanto que não pretendam monopolizar ou substituir os atores relevantes. Os próprios grupos e movimentos sociais produzem os seus mediadores e mesmo os seus intelectuais no sentido mais generoso do termo.

Nada disso é tarefa fácil. É muito comum – tal como na relação entre Estados – a dificuldade em abdicar das posições assimétricas e da pretensão de estabelecer as regras do jogo e as linguagens permitidas. A ponto de se taxar de "intolerantes" – avatar ou palavra nova para designar os antigos "bárbaros", "selvagens", etc.? – os que resistem a essa imposição e/ou têm as suas declarações e seus discursos tomados literalmente e avaliados de modo abstrato e descontextualizado. O que não deixa de representar uma abdicação do esforço analítico, da incorporação do tempo como variável fundamental da vida prática (e da pesquisa) e da admissão da pluridimensionalidade da linguagem, das realidades do poder e das respostas possíveis a ele. E tudo isso se torna particularmente dramático quando o que está em jogo não é apenas a pretensão científica, mas políticas públicas e de Estado que afetam as populações, por vezes até dramaticamente. Políticas seguidamente alimentadas pelos próprios cientistas.

A solução para essas questões – sempre parcial e provisória – exige mente aberta. Aberta inclusive a caminhos heterodoxos, não previstos nos manuais, como a saída dos gabinetes e laboratórios e o enfrentamento das questões in loco. Enquanto construímos esses diálogos, podemos provisoriamente buscar outros paradigmas para nos apoiarmos, como o da diplomacia ou mesmo o da negociação sindical. Sempre na direção de constatar que o limite do negociável é elástico e que a paciência merece alcançar um estatuto teórico e prático central. E que os tempos que assim se criam devem ser incorporados como parte da atividade de pesquisa, e não vistos como variáveis externas indesejáveis e que perturbam as nossas urgências. Urgências que por vezes também mereceriam ser repensadas como verdadeiro benefício aberto por esses intercâmbios. Essa é a outra face – que precisa ser reconhecida e distinguida – das impertinências e ignorâncias burocráticas de que tão justamente se queixam os pesquisadores. E essa é também a interculturalidade, a aventura do encontro com o não controlado, mutuamente transformadora e distinta da simples coexistência (tolerância?) do multiculturalismo sem engajamento produtivo.

A conciliação entre república e democracia – sob pena de repetir-se o velho conservadorismo numa estória que já conhecemos – não pode se dar nos quadros de instituições e de valores que não se abrem com convicção ao novo e ao outro. Ao outro composto de grupos sociais concretos, e não de indivíduos isolados agregados numa massa indistinta. Indivíduos que na verdade nunca existiram, mas que cumprem a função ideológica fantasmática de crítica a qualquer processo de mobilização que substitua processos de dominação naturalizados pelo costume, por vezes travestidos de "cultura".

É reconfortante verificar que, no terreno do direito, essa discussão já está em curso há alguns anos, passando pela aceitação da convivência entre sistemas jurídicos distintos e a elaboração do que pretende ser um pluralismo jurídico e uma nova cultura jurídica (ver Antônio Carlos Wolkmer, Pluralismo Jurídico: Fundamentos de uma Nova Cultura no Direito, S. Paulo: Ed. Alfa-Omega, 2001, 3ª. ed.). E que tem produzido resultados concretos, por exemplo, por meio da colaboração entre antropólogos e profissionais do direito, podendo ser estendida à popularização da ciência entendida como um direito à informação agora que os direitos se pluralizam.

Todo esse esforço, no entanto, talvez possa ganhar em rigor e sofisticação se reconhecermos que estamos diante de uma verdadeira mudança civilizatória. Mudança que passa pela superação de uma concepção monista da vida social e política por uma da diversidade e pluralismo, onde, como frisa a antropóloga Manuela Carneiro da Cunha, em recente entrevista à revista Pesquisa Fapesp (nº 166, dezembro de 2009, p. 13), o próprio desenvolvimento deixa de ser uma ideologia de assimilação para ser um reconhecimento da importância das diferenças. Isso não é fácil porque coloca em cheque hábitos de pensamento arraigados e concepções sociais profundas; o que é agravado por uma tradição autoritária e elitista, não raro levando a movimentos de reação paranóicos, se não violentos. Violência seguidamente ocultada por seu caráter institucional.

Mas ao mesmo tempo, essa mudança pode ser vista como uma oportunidade preciosa de crescimento pessoal e social. É preciso acabar com o mito de que só a sociedade ocidental moderna tem a chave do desenvolvimento e da inovação e de que as demais são estáticas e carentes de dinâmica. Essa é uma visão eurocêntrica que também está sendo posta em questão nesta quadra de mudança civilizatória profunda. Ignorá-la não é sinal de modernidade, mas de um provincianismo incompatível com o novo mundo que se desenha. Mais realistas do que o rei, seguidamente não nos damos conta do que já mudou nos países que pretendemos que nos sirvam de modelo, como no caso do reconhecimento de sujeitos coletivos. Ou aos avanços em outros lugares, que deveriam ser referências para um diálogo Sul-Sul e podem ser indicativos da existência de vários modelos de modernidade, o que precisaria ser considerado para ampliar os nossos graus de liberdade.

É falso criar incompatibilidades absolutas que sirvam como profecias autorrealizantes sobre a incapacidade de populações consideradas tradicionais conviverem com a(s) modernidade(s) e terem algo a dizer sobre ela (ou elas) a partir de sua própria prática. Ou a incompatibilidade entre a percepção que essas populações têm dos seus interesses e os interesses de Estado. Na verdade, muitos projetos têm fracassado justamente por não terem ultrapassado esse preconceito. Preconceito oriundo da falta de compreensão da sofisticada e delicada complexidade da dinâmica da comunicação, inclusive a performática, numa demonstração de modernidade literalista, unidimensional, fundamentalista, que nega os princípios mais generosos das diversas sabedorias que a humanidade tem gestado, estimulando outros fundamentalismos num processo de cismogênese que não tem fim. Organismos como o Banco Mundial hoje se deparam cada vez mais com a distância entre os seus projetos, sua falta de resultados e o que denominam de "arranjos produtivos locais".

É preciso, enfim, combater a ilusão do caminho único entre a descoberta da ciência e a implementação das políticas, o espaço entre uma e outra sendo na verdade seguidamente negado por razões de ocultamento apoiadas no prestígio social da ciência. Mesmo o critério da autoridade do especialista, quando absolutizado, pode-se voltar no limite contra os próprios colegas. Ao invés, no interior mesmo do terreno da ciência há divergências que seria saudável explicitar em benefício do próprio avanço científico. Explicitação alternativa a se cultivar uma invariável frente unida diante da opinião pública ou – na falta desta – um obsequioso silêncio, o que se faz à custa da desqualificação de potenciais interlocutores justificada por noções reificadas de hierarquia, mas com prejuízo à dinâmica do saber científico.

Creio que é para o reconhecimento de pelo menos algumas dessas questões que aponta a Declaração de Cochabamba. Reconhecimento que, no entanto, precisa ser ampliado, aprofundado e complexificado; o que espero comece a ocorrer a partir desta conferência.

Parte 2
Seminários temáticos

O Brasil no mundo

Estratégias de CT&I para o Brasil no plano internacional

José Monserrat Filho[1]

1. Apresentação

Busco delinear aqui algumas propostas de estratégias de ciência, tecnologia e inovação (CT&I) no plano internacional de um Brasil emergente. Talvez já possamos ser chamados de ex-país do futuro e de ex-gigante adormecido. São, de fato, consideráveis nossos avanços em áreas fundamentais do conhecimento – alcançados, sobretudo, na última década – e o enorme potencial para conquistas ainda mais expressivas. Isso não significa ignorar ou omitir nossa pesada herança de desigualdades e deficiências. Pelo contrário, implica levá-la na devida conta, para que possa ser enfrentada com competência e urgência.

Elas têm por meta equipar o país para que este siga realizando progressos num mundo cada vez mais complexo e em transformação acelerada; aumente sua capacidade de cooperar e competir nos campos cruciais da CT&I; saiba contornar as barreiras políticas, administrativas, econômicas e culturais que o mundo levanta; identifique e aproveite oportunidades em áreas estratégicas para um desenvolvimento nacional sustentável, mais equilibrado e mais justo.

Tomo por base o que a *Royal Society*, do Reino Unido, por iniciativa de seu Centro de Política Científica, percebeu em boa hora: "Os instrumentos, as técnicas e as táticas de política externa precisam se adaptar a um mundo de crescente complexidade científica e tecnológica".[2]

1 Ex-chefe da Assessoria de Assuntos Internacionais do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT).

2 Cooperação Internacional na Era do Conhecimento, International Workshop on International Cooperation in the Knowledge Era, texto de apresentação; Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), Brasília, DF, 2010, p. 8.

É fundamental ter claro o quadro global de nossa época. "Vivemos hoje uma reconfiguração do cenário geopolítico mundial com a emergência de novos atores e o reposicionamento de novas e antigas hegemonias em um quadro de incertezas e acirramento da competição internacional. Novas alianças e articulações se estabelecem, movidas por interesses estratégicos, tais como o acesso a fontes energéticas escassas e a outros recursos naturais vistos como capital de realização futura (como a biodiversidade e a água), a mercados promissores e, especialmente, ao conhecimento de ponta", observaram muito bem Maria Lucia Maciel e Sarita Albagli.[3]

Na realidade, o impasse global é ainda mais profundo, como adverte Joseph Stiglitz, agraciado com o Prêmio Nobel de Economia de 2001, falando, sobretudo, da crise iniciada em 2008:

> A questão é: saberemos aproveitar a oportunidade para restaurar o nosso senso de equilíbrio entre o mercado e o estado, entre o individualismo e a comunidade, entre o homem e a natureza, entre os meios e os fins? Temos agora a oportunidade de criar um novo sistema financeiro que faça o que os seres humanos precisam que um sistema financeiro faça; um novo sistema econômico que engendre postos de trabalho significativo, um trabalho digno para todos os que o queiram, em que o fosso entre ricos e pobres se estreite em vez de aumentar; e, mais importante de tudo, uma nova sociedade onde cada indivíduo seja capaz de alcançar suas aspirações e realizar seu potencial, onde se forjem cidadãos que vivam para compartilhar ideais e valores, onde se construa uma comunidade que trate o planeta com o respeito que, no longo prazo, ele certamente demanda. Essas são as oportunidades. O perigo real hoje é que não venhamos a aproveitá-las.[4]

O panorama, inusitadamente complicado e desafiador, apresenta, no entanto, aspectos muito positivos. Surgem aberturas e novas chances, que não se viam desde o fim da II Guerra Mundial. E há mudanças à vista. Toda atenção é pouca.

Graças a esta atmosfera propícia à renovação de ideias e práticas, os membros do Comitê de Política Científica e Tecnológica da Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), já em 2008, questionaram se as políticas e marcos hoje existentes sobre cooperação científica internacional ainda atendem às necessidades atuais. Eles "reconheceram que as políticas e as regras que afetam a cooperação científica internacional – a chave para maximizar a co-

3 New frontiers in science diplomacy – Navigating the changing balance of power, publicação da The Royal Society e da American Association for the Advancement of Science (AAAS), em janeiro de 2010, sobre os resultados do encontro promovido pelas duas entidades sobre o mesmo tema, em Londres, nos dias 1º e 2 de junho de 2009, com cerca de 200 participantes da Europa, América Latina e do Norte, África, Oriente Médio e Ásia

4 Maciel, Maria Lúcia, e Albagli, Sarita, Cooperação internacional em ciência, tecnologia: desafios contemporâneos, Cooperação Internacional na Era do Conhecimento, International Workshop on International Cooperation in the Knowledge Era; Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), Brasília, DF, 2010, p. 10.

operação científica internacional – precisam ser consideradas com cuidado a fim de assegurar que elas permaneçam relevantes e adequadas na presente era da ciência global".[5]

Tal preocupação levou o Ministério da Ciência e Tecnologia, por meio de sua Assessoria de Assuntos Internacionais (ASSIN/MCT), a demandar ao Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE) a realização de um *workshop* internacional sobre "A Cooperação Internacional da Era do Conhecimento", promovido em novembro de 2008, do qual resultou valiosa publicação.[6]

Nesse evento, Rasigan Maharajh, diretor do Instituto de Pesquisa Econômica e Inovação da Universidade Tecnológica de Tshwane, na África do Sul, assinalou:

> Com o crescimento econômico enfim decolado, sobretudo graças ao Brasil, Índia e China, e com o declínio das economias mais maduras, a demanda por produtos e serviços vem experimentando um câmbio massivo. A expansão e o aprofundamento da dinâmica econômica real de hoje tem acelerado o aparecimento de novas oportunidades para intensificar a cooperação e a convergência Sul-Sul. Como a demanda dirige o desempenho e a expansão dos mercados, o mundo assiste também a uma explosão de escolhas. Estas variam entre produtos e serviços, elevando os investimentos na formação de capacidades e melhorando o nível de produtividade dos países em desenvolvimento.

Para Maharajh, "uma vez incorporadas, as mudanças sistêmicas passam, consequentemente, a influenciar a cooperação em ciência e tecnologia". A seu ver, "a integração ampliada em escala global" abriga muitos benefícios potenciais, "até o de redefinir um novo internacionalismo".[7]

O boletim do tempo registra bons ventos soprando para o Brasil e outros países em desenvolvimento, numa época de pesadelos para os países desenvolvidos. A tarefa de afiar nossas estratégias de CT&I no plano internacional assume, então, foros de responsabilidade histórica.

2. Conhecer o lugar do Brasil e fazer nossa lição de casa

Estamos, no entanto, cada vez mais mergulhados na sociedade do conhecimento, baseada na economia do conhecimento, globalizada e desafiante. Nunca é demais lembrar o aviso de Stiglitz:

5 Stiglitz, Josheph E., Freefall – Free Markets and the the Sinking of the Global Economy, Great Britain: Allen Lane, 2010, pp. 296-297.

6 New Appraches and Governance Mechanisms for Multilateral Cooperation in Science, Technology and Innovation do Adress Global Challenges, Project Outline, Organization for Economic Co-operation and Development (OCDE) – DSTI/STP (2009)6 – For Official Use.

7 Cooperação Internacional na Era do Conhecimento, International Workshop on International Cooperation in the Knowledge Era, Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), Brasília, DF, 2010.

> O que separa os países desenvolvidos dos menos desenvolvidos não é exatamente o fosso dos recursos, mas o fosso do conhecimento. Por isso, os investimentos em educação e tecnologia – sobretudo governamentais – são tão importantes.[8]

Para acelerar nosso desenvolvimento e conquistar maior e melhor inserção no mundo atual, precisamos alterar substancialmente o sistema produtivo do país, enriquecendo-o com áreas dinâmicas e intensivas de conhecimento. A tarefa exige que multipliquemos os esforços de combinar as atividades internas e de cooperação internacional em CT&I. E também de promover a cooperação internacional em CT&I junto com eventos vinculados à cooperação econômica, como já deve acontecer este ano nas relações com a Alemanha e o Canadá.

Disso não parecem conscientes muitas de nossas instituições e a opinião pública em geral.

É verdade que logramos erguer, em relativamente pouco tempo, um país com fortes atrativos e vantagens comparativas para a comunidade internacional, que, numa época de crises e de incertezas, busca parceiros promissores nas áreas da ciência, tecnologia e inovação. Prova disso é o assédio cada vez mais intenso de que somos objeto, em busca de aproximação e cooperação em diferentes áreas, inclusive e em especial nas de CT&I.

As ações internacionais do Brasil, de suas instituições e entidades públicas e privadas têm crescido em escala vertiginosa. Ampliam-se e adensam-se os apelos e demandas à nossa participação tanto no plano bilateral quanto no multilateral.

Isso é muito gratificante, mas nos coloca diante de sérias apreensões. Há que reconhecer: não estávamos, nem estamos ainda, adequadamente preparados fazer frente a tamanha intensificação de nossa presença e atuação no mundo. Por isso, precisamos nos equipar melhor, aperfeiçoando e dinamizando nossas estruturas de organização e gestão, adotando políticas mais definidas e fundamentadas e práticas mais eficientes de trabalho no tabuleiro global. Há que afiar ainda mais nossa capacidade de negociação sobre questões vitais de CT&I, assim como em outros temas estratégicos da política internacional.

Estamos condenados a nos estruturar melhor, saber mais, estudar mais, explorar mais, planejar mais, ariscar mais, criar mais. Ou corremos o risco de desperdiçar este tempo privilegiado e esta torrente de chances que soubemos conquistar, aproveitando conjunturas propícias.

8 Maharajh, Rasigan, International cooperation in S&T in the new global political framework: continuties and changes, in Cooperação Internacional na Era do Conhecimento, CGEE, Brasília, DF, 2010, pp. 81-82.

3. Mais estudos prospectivos, melhor atendimento de nossos interesses

Neste quadro, nossa primeira estratégia de CT&I no plano internacional deve começar no plano nacional. Precisamos elevar a um patamar superior, tanto de quantidade quanto de qualidade, os recursos humanos e materiais envolvidos com o esforço de pensar, definir, estabelecer, aplicar e avaliar as estratégias que mais possam nos interessar no mundo atual.

Saber reconhecer e definir os reais interesses do país é tarefa vital e intransferível no emaranhado das relações internacionais globalizadas. A esta competência, o economista Aldo Ferrer[9] chamou de "densidade nacional", espécie de medida do quanto uma nação é capaz de conhecer e defender o seu interesse nacional no quadro de poder e pressões do mundo atual.

Este movimento interno de aperfeiçoamento e evolução qualitativa na busca de um desempenho mais proativo e eficiente no complicado jogo das relações internacionais em CT&I já é – e será cada vez mais – absolutamente indispensável.

Precisamos acompanhar, com base em estudos prospectivos, as novas realidades e tendências globais, bem como a situação concreta dos países que já são ou serão nossos parceiros. Assim, seremos capazes de definir com mais precisão e segurança os nossos interesses. E atuar de forma ágil e competente para localizar, avaliar e aproveitar as oportunidades que surgem a cada momento.

4. Criar mais institutos de pesquisa sobre temas internacionais

É imprescindível estimular no país a criação de institutos de pesquisa sobre os problemas das relações internacionais. Necessitamos contar com o trabalho especializado de centros e grupos permanentes de estudos e acompanhamento da história, do desenvolvimento econômico e social e das perspectivas das regiões e países do mundo.

A propósito, o sociólogo e economista Ignacy Sachs[10], diretor do Centro de Pesquisas do Brasil Contemporâneo da Escola de Altos Estudos de Ciências Sociais (EHESS), sediado em Paris, propôs, em palestra no CGEE, a criação no Brasil de institutos de pesquisa dedicados ao estudo da Índia. Ele considera que a Índia já desempenha e deve desempenhar papel cada vez mais relevan-

9 Stiglitz, Josheph E., Making Globalization Work, USA: W. W. Nortem & Company, 2006, p. 28.

10 Ferrer, Aldo, Acerca del acuerdo de la Argentina con el Fondo Monetario Internacional, de enero de 2003, Buenos Aires, unpublished paper. Citado por Ignacy Sachs, in Desenvolvimento: includente, sustentável, sustentado, Rio de Janeiro: Garamond, 2004, p. 102.

te na geopolítica do mundo e numa possível e necessária aliança com o Brasil nos embates em busca de reformas profundas nas relações internacionais e da construção de uma biocivilização, a seu ver, imprescindível à preservação do planeta.

Para tanto, deveríamos recorrer mais intensamente aos centros de estudos internacionais já existentes, bem como mobilizar as dezenas de cursos de graduação e de pós-graduação em relações internacionais em funcionamento no país. Estes poderiam produzir, por exemplo, análises políticas internacionais, ensaios sobre os temas globais do nosso tempo, estratégias de política externa, evolução e tendências da economia política global, desafios da CT&I no mundo de hoje, a situação, as dificuldades e as possibilidades do Brasil no quadro mundial, diplomacia e interações estratégicas.

A meta, evidentemente, é multiplicar nossa capacidade de formar e qualificar especialistas para lidar de forma crítica com a evolução internacional e suas diferentes conjunturas, abrindo caminho para ações competentes e criativas nas relações bilaterais e multilaterais, com base em informações e estudos prospectivos.

O Brasil sofre de insuficiência de especialistas e centros de pesquisa envolvidos no exame sistêmico e aprofundado da temática internacional. Esse déficit precisa ser superado o mais rapidamente possível, para se poder ampliar, de forma mais consistente, o protagonismo do país no mundo do século 21.

5. Plano de ação com capítulo especial dedicado à cooperação

O Plano de Ação (2007-2010)[11] incluiu o tema da cooperação internacional como parte da primeira de suas quatro prioridades: ampliar o Sistema Nacional de CT&I. Mas o assunto envolve, também, e em grande escala, as outras três prioridades: promover inovação nas empresas; desenvolver PD&I em áreas estratégicas; e promover CT&I para desenvolvimento social.

Não resta dúvida de que, no próximo plano de ação, a cooperação internacional deve merecer um tratamento mais abrangente e articulado, num capítulo especial, que defina estratégias para

11 Sobre a relação Brasil-Índia, Ignacy Sachs publicou Histoire, culture et styles de développement: Brésil et Inde – esquisse de comparaison sous la dir. de C. Comeliau et I. Sachs. L'Harmattan, UNESCO/CETRAL, Paris. Livros publicados no Brasil: Capitalismo de Estado e Subdesenvolvimento: Padrões de setor público em economias subdesenvolvidas. Petrópolis: Vozes, 1969; Ecodesenvolvimento: crescer sem destruir, S. Paulo: Vértice, 1981; Espaços, tempos e estratégias do desenvolvimento. S. Paulo: Vértice. 1986; Extractivismo na Amazônia brasileira: perspectivas sobre o desenvolvimento regional. Ed. por M. Cllisener-Godt e Ignacy Sachs. -Paris: UNESCO, 1994; Estratégias de transição para o século XXI: desenvolvimento e meio ambiente. Prefácio: M. F. Strong; trad. Magda Lopes. S. Paulo: Studio Nobel: Fundação do desenvolvimento administrativo (FUNDAP), 1993; Rumo à Ecossocioeconomia - teoria e prática do desenvolvimento. S. Paulo: Cortez Editora, 2007; Caminhos para o desenvolvimento sustentável. Coleção Ideias Sustentáveis. Ed. Garamond, 2006; Desenvolvimento includente, sustentável e sutentado, Ed. Garamond, 2006; Inclusão social pelo trabalho, Ed. Garamond, 2006.

as novas iniciativas e ações a serem desenvolvidas nas áreas de CT&I de maior interesse para o país e avalie os programas e projetos implementados, bem como os problemas enfrentados.

O Plano de Ação (2007-2010) fixou 13 prioridades temáticas para a cooperação internacional: biocombustíveis; energias novas e renováveis; biotecnologia e biomassa; nanociência e nanotecnologia; tecnologias da informação e comunicação (TICs); políticas e programas de inovação; ciências, tecnologias e inovações espaciais; mudanças climáticas; biodiversidade; saúde; agricultura; educação em C&T e matemática; ciências sociais.

Há que reavaliar e revisar em profundidade a hierarquia e, sobretudo, o conteúdo das prioridades temáticas para a cooperação internacional, lançando sobre cada uma delas focos detalhados e concretos, que permitam ações mais fluentes e produtivas, para gerar benefícios efetivos. Nossas estratégias internacionais devem se concentrar, em particular, em áreas essenciais da energia, nanotecnologia, biotecnologia e TICs.

Precisamos de bons parceiros para a expansão qualitativa da produção de bioetanol, para o desenvolvimento de geradores fotovoltaicos e para chegar à cadeia completa de energia nuclear.

Urge acelerar nosso avanço em nanotecnologia: na produção de fármacos, na indústria petroquímica e de materiais, na eletrônica, nas telecomunicações, na informática.

6. Fortalecer e ampliar programas regionais e multilaterais

Há que criar diretrizes especiais para ampliar e fortalecer a cooperação:

- Sul-Sul em geral;
- Com os países da América do Sul;
- Com os países da África;
- Com a Comunidade de Países de Língua Portuguesa (CPLP);
- Com o Fórum IBAS (Índia-Brasil-África do Sul);
- Com o Fórum BRIC (Brasil, Rússia, Índia e China);
- Com o Fórum ASPA (América do Sul-Países Árabes).

Ignacy Sachs considera "a cooperação científica e técnica Sul-Sul" como "crucial para criar uma autoconfiança coletiva e para encontrar soluções inovadoras para problemas comuns aos países

tropicais"[12]. Bom exemplo desta relação, a seu ver, é o Programa da Unesco sobre Cooperação Sul-Sul sobre o Desenvolvimento Socioeconômico Ambientalmente Saudável nos Trópicos Húmidos (*Programme on South-South Cooperation on Environmentally Sound Socio-Economic Development in the Humid Tropics*).

Nossa experiência mais bem-sucedida de cooperação Sul-Sul é o programa espacial desenvolvido com a China desde 1988, com a criação conjunta da série de satélites de observação de recursos terrestres CBERS (*Chinese-Brazilian Earth Resources Satellite*), que já lançou três satélites e prevê o lançamento de, pelo menos, mais dois. Suas imagens, hoje, prestam valiosos serviços não só aos dois países, como a outros na América Latina e África.

O Plano de Ação, naturalmente, dá realce à cooperação Sul-Sul. Intensificá-la significa reforçar o estabelecimento de nova correlação de forças no mundo e as tendências que conduzem a um mundo multipolar. Mas é preciso desenvolver um programa consistente para disseminar e concretizar amplamente esta política.

A relação Sul-Sul levanta problemas de cooperação assimétrica. Com vários países da África e América Latina, o Brasil pode e deve promover, sempre que possível, uma cooperação solidária e generosa em C&T, dando mais do que recebendo.

Advertência oportuna nesta delicada questão é feita pelo diplomata italiano Boris Biancheri, embaixador com mais de 40 anos de carreira:

> A experiência demonstrou que, quando não está relacionada a objetivos precisos, definidos no plano multilateral ou nacional e delimitados quanto a sua aplicação dentro de critérios geopolíticos, a ajuda muitas vezes se transforma numa enxurrada de intervenções desconexas, difíceis de monitorar e controlar e, às vezes, é fonte mais de abusos e desperdícios que de resultados concretos.[13]

O Brasil deve apressar a transferência de tecnologias, sobretudo de impacto social, a países da África e América Latina, ajudando-os, por exemplo, na produção de bioetanol e na implantação do emprego da energia fotovoltaica e outros tipos de energia renováveis.

É preciso dar novo alento à CPLP e aprofundar a cooperação em CT&I com três importantes fóruns, criados nos últimos anos: o IBAS, em 2003, o BRIC, em 2009, e o Aspa, em 2005.

12 Ver no site <www.mct.gov.br>

13 Sachs, Ignacy, Desenvolvimento: includente, sustentável, sustentado, Rio de Janeiro: Garamond, 2004, p. 106..

O último edital da CPLP, publicado em outubro de 2008, envolvendo R$ 500 mil, selecionou nove projetos das áreas de Sociologia, Ciências Políticas e Antropologia, com a participação da UFS, FGV-RJ, UFPB, UFBA, PUC-SP, UFRJ, UFC, MPEG e Unespe.

O Memorando de Entendimento em Cooperação em CT&I do IBAS foi assinado pelos chefes de governo da Índia, do Brasil e da África do Sul, durante a Cúpula Presidencial do Fórum, em Brasília, no dia 15 de abril deste ano. Mas a colaboração nestas áreas já existe há mais tempo.

Lançado no Brasil em 1º de setembro de 2009, o edital para apoiar projetos conjuntos no âmbito do IBAS selecionou apenas quatro projetos, embora incluindo áreas fundamentais de saúde (HIV/AIDS, malária e tuberculose), nanotecnologia, ciências oceanográficas, biotecnologia, energias alternativas e renováveis (especialmente biocombustíveis), tecnologias da informação e comunicação e sistemas de conhecimento tradicionais.

Em dezembro de 2009, cumprindo decisão da V Reunião de Ministros de C&T do IBAS, realizou-se, em Pretória, o seminário sobre Espaço e Astronomia, que discutiu o projeto de desenvolvimento conjunto do Satélite IBAS. Participaram diretores e técnicos da Agência Espacial Brasileira, INPE, Organização de Pesquisa Espacial da Índia e Diretoria de Ciências e Tecnologias Espaciais do Ministério da C&T da África do Sul. Houve consenso sobre o tipo e a finalidade do satélite IBAS: ele deve dedicar-se a estudos do clima espacial e ser construído em plataforma micro (cerca de 50 k). Um segundo satélite deve ser construído para a área agrícola, em favor da segurança alimentar. A Índia comprometeu-se a estudar como proporcionar aos países do IBAS fácil acesso a imagens de seus satélites nacionais, para uso no setor agropecuário.

O satélite IBAS para estudo do clima espacial deve beneficiar o Brasil, sobretudo no estudo das bolhas ionosféricas. Pode beneficiar, também, as áreas de telecomunicações, meteorologia, navegação, transporte aéreo e marítimo e defesa. Pode ainda interessar à Petrobras na exploração do pré-sal. Como o Brasil não dispõe de satélites de plataforma micro, o satélite IBAS pode agregar avanços tecnológicos ao nosso programa espacial. Segundo a proposta conceitual do satélite IBAS, concluída em janeiro de 2010, seu objetivo será monitorar o clima global para entender como ele influencia a vida humana e suas atividades.

Nova agenda de cooperação precisa ser aberta e consolidada na colaboração com países em desenvolvimento, como Índia, China, Coreia e África do Sul. Não há senão que apoiar essa recomendação da Sociedade Brasileira de Física (SBF), formulada na declaração de 9 de abril, encaminhando contribuições à 4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação.

Devemos apoiar o sistema internacional de propriedade intelectual que faculta o acesso a informações sobre tecnologias, conforme estabelece a Organização Mundial de Propriedade em sua agenda para o desenvolvimento.

Precisamos promover políticas coordenadas para ocupar posições de responsabilidade e exercer influência nos organismos internacionais e regionais que lidam com as questões centrais da CT&I no mundo contemporâneo.

7. Fortalecer os laços com América do Sul e América Latina

O Brasil precisa construir forte área de integração econômica entre os países da América do Sul, até como base para uma união mais efetiva no quadro latino-americano.

Daí a relevância de se ampliar e consolidar a União de Nações Sul-Americanas (Unasul), criada por tratado firmado em 2008, reforçando e dinamizando a atuação de sua nova comissão de educação, cultura, ciência, tecnologia e inovação em programas e projetos de real utilidade prática para o desenvolvimento da região em todas estas áreas, com especial atenção à pesquisa científica, tecnológica e de inovação em benefício direto dos setores empresariais públicos e privados.

Contamos com vários programas de cooperação com América Latina, inclusive com parceiros europeus:

- Prosul – Programa de Cooperação em CT&I com Países da América do Sul;
- CBAB – Centro Brasileiro Argentino de Biotecnologia;
- CBAN – Centro Brasileiro Argentino de Nanotecnologia;
- Editais Conjuntos Bienais – Argentina, Chile e Colômbia;
- Centro Virtual Brasil-México de Nanotecnologia;
- Centro Virtual Brasil-México de Biotecnologia;
- Programa CYTED (Países Ibero-Americanos);
- Programa BIOTECH (Mercosul/União Europeia).

Estes programas devem ser aperfeiçoados e ampliados.

O Prosul já está nesta rota. Sua criação foi proposta pelo Brasil durante a Reunião de Presidentes da América do Sul, realizada em 31 de agosto a 1º de setembro de 2000, tendo em vista criar um espaço de integração sul-americano nas áreas de CT&I. O programa vem impulsionando a

colaboração entre os países da América do Sul, destinando recursos para incrementar a capacitação científica e tecnológica destes países e suas pesquisas conjuntas. E desempenhando papel importante na crescente articulação entre organismos regionais e multilaterais para apoiar as ações, projetos e programas de cooperação em ciência e tecnologia entre os países da América do Sul. Além disso, ajuda a "reforçar a consciência e a necessidade de se construir um sistema sul-americano de ciência e tecnologia e de se formular uma estratégia de ação comum no setor unindo todos os países da região", como indica portaria, firmada em 2009, que o atualizou para "atender às demandas do novo quadro internacional e atingir resultados ainda mais eficazes". O Prosul entrou, assim, "em nova etapa, visando integrar, ampliar e direcionar com maior precisão a cooperação do Brasil em ciência, tecnologia e inovação com os países da América do Sul"[14].

São seus objetivos, que podemos considerar estratégicos:

1. Contribuir para a construção de um sistema sul-americano de ciência, tecnologia e inovação e a formulação de uma estratégia comum no setor unindo todos os países da região;

2. Incrementar a cooperação sustentada para o desenvolvimento científico, tecnológico dos países da América do Sul, por meio de ações, projetos e programas conjuntos bem focados, em torno de temas definidos como prioritários por sua relevância estratégica e produtiva, bem como por elevarem a qualidade de vida das respectivas populações;

3. Ampliar a capacidade e a infraestrutura dos países da América do Sul nas áreas mais relevantes de ciência, tecnologia e inovação;

4. Apoiar os trabalhos de identificação, prospecção e formulação de iniciativas conjuntas por meio de encontros, cursos, seminários e outras ações que estimulem o intercâmbio de especialistas e de experiências em ciência, tecnologia e inovação da região;

5. Promover o aperfeiçoamento e a mobilidade de cientistas, pesquisadores, tecnólogos, técnicos, professores e estudantes e pós-graduação, com atuação nos programas e projetos apoiados;

6. Contribuir para ampliar a cooperação internacional em ciência, tecnologia e inovação dos países da América do Sul, de acordo com as prioridades de cada um deles;

7. Fomentar parcerias entre empresas do Brasil e dos demais países da América Latina nas áreas prioritárias de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I), com a participação de universidades, fundações e entidades públicas e privadas das partes envolvidas;

14 Biancheri, Boris, Conciliar o mundo: a diplomacia na era global, S. Paulo: Martins Fonte, 2005, p. 144.

8. Estimular maior participação de entidades e empresas públicas e privadas do Brasil e dos demais países da América do Sul nas ações, nos projetos e nos programas previstos, para gerar intensa sinergia institucional.

Vale citar as modalidades de fomento previstas no Prosul:

- Intercâmbio de cientistas, pesquisadores, engenheiros, tecnólogos, técnicos, professores e estudantes de pós-graduação;
- Realização de projetos de pesquisa, cursos, seminários, visitas, eventos, voltados à formação e aperfeiçoamento de recursos humanos nos Países da América do Sul;
- Apoio à implantação e consolidação de programas de pós-graduação e pós-doutorado nos países da América do Sul;
- Apoio a projetos cooperativos, inclusive redes de informação e colaboração permanentes;
- Apoio à construção de infraestrutura para o desenvolvimento local das atividades de ciência, tecnologia e inovação em toda a região.

O Brasil pode e deve estimular, em especial, a expansão e o fortalecimento das comunidades de física e matemática na América Latina.

A elaboração de amplo programa latino-americano de física foi aprovada no encontro das sociedades e associações de física do continente, promovido pela Sociedade Brasileira de Física (SBF), em abril passado. Em nota de 9 de abril com aportes à 4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, a SBF sustentou, com muita propriedade, que no espaço geopolítico da América Latina", "o Brasil deve liderar um esforço de expansão mais homogênea da comunidade de Física da região, fortalecendo os contatos recíprocos e auxiliando a implantação da atividade de pesquisa em todos os países".

Tem-se em vista, igualmente, um programa latino-americano de Matemática, proposto pelo Instituto de Matemática Pura e Aplicada (Impa/MCT), para ampliar na região a melhoria do ensino da Matemática, bem como a formação e o aperfeiçoamento de pesquisadores nesta área.

Estuda-se, também, um memorando de entendimento a ser firmado por Brasil e Argentina, como eixo para um processo de cooperação regional mais abrangente em radiação de luz síncrotron, com o uso mais intenso por institutos e centros de pesquisa e empresas dos países latino-americanos das instalações e benefícios do Laboratório Nacional de Luz Síncrotron (LNLS), o que incluiria ativa participação na construção de sua nova e mais avançada fonte.

No âmbito do Programa da Secretaria Geral Ibero-Americana (SEGIB), está em estudo a proposta de um programa de fomento à inovação ibero-americana, lançada a partir de três seminários realizados no primeiro semestre de 2009.

Podemos e devemos propor aos países da Região Amazônica programas e projetos dedicados a intensificar a pesquisa e a exploração sustentável de suas riquezas, bem como a discutir os problemas comuns de seu desenvolvimento econômico, social e em CT&I.

8. Ampliar a cooperação com os países da África

O Plano de Ação considera prioritária a cooperação entre o Brasil e os países africanos.

O único programa específico de apoio à cooperação em CT&I com estes países é o Programa de Cooperação em CT&I com Países da África (ProÁfrica), criado em 2007. Já comprovou seus benefícios, mas ainda precisa ampliar bem mais seus recursos e programas.

O ProÁfrica foi proposto pelo Brasil na II Reunião Ministerial de Ciência e Tecnologia dos Países da Comunidade dos Países de Língua Portuguesa, realizada em 5 de dezembro de 2003, no Rio de Janeiro. Trouxe novos recursos para vários países da África e tem lhes prestado bons serviços em áreas de C&T.

Buscando atender às demandas do novo quadro global e atingir resultados ainda mais eficazes, o ProÁfrica ingressou em nova etapa, para integrar, ampliar e direcionar com maior precisão a cooperação em CT&I com os Países da África, conforme reza a Portaria MCT[15], firmada em 2009, que o atualizou.

Segundo essa portaria, são objetivos do ProÁfrica, que podemos considerar estratégicos:

1. Contribuir para a elevação da capacidade científica, tecnológica e de inovação dos países da África, bem como a formação, desenvolvimento e consolidação de seus sistemas nacionais de ciência, tecnologia e inovação, por meio do apoio a programas e projetos selecionados por sua relevância estratégica e interesse prioritário para todas as partes;

2. Promover a formação, o aperfeiçoamento e a mobilidade de cientistas, pesquisadores, engenheiros, tecnólogos, técnicos, professores e estudantes de graduação e pós-graduação, com atuação nos programas e projetos apoiados;

15 Portaria Nº 999, de 26/11/2009. Edital do PROSUL está sendo lançado em ano pelo CNPq, no valor global de R$ 2 milhões.

3. Incluir, sempre que possível, a participação das unidades de pesquisa vinculadas ao Ministério da Ciência e Tecnologia nos programas e projetos de cooperação com países da África;

4. Fomentar parcerias entre as comunidades empresarial e industrial do Brasil e dos países da África em áreas de pesquisa, desenvolvimento e inovação (PD&I), com a participação de universidades, fundações e entidades públicas e privadas de PD&I das partes envolvidas;

5. Integrar, o mais possível, os programas e projetos de cooperação em ciência, tecnologia e inovação adotados por diferentes instituições brasileiras em países da África;

6. Buscar e estimular a participação de organizações internacionais e regionais, públicas e privadas, no apoio aos programas e projetos de cooperação em ciência, tecnologia e inovação entre o Brasil e os países da África;

7. Contribuir para a formulação de estratégias nacionais e regionais em ciência, tecnologia e inovação no continente africano.

Destacam-se, entre as modalidades de fomento previstas no ProÁfrica:

> Apoio à construção de infraestrutura para o desenvolvimento local das atividades de ciência, tecnologia e inovação, além do intercâmbio de cientistas, pesquisadores, engenheiros, tecnólogos, técnicos, professores e estudantes de graduação e pós-graduação; realização de cursos, seminários, eventos, visitas, projetos de pesquisa voltados à criação de recursos humanos nos países da África; apoio à organização e implantação de programas de pós-graduação nos países da África; apoio a projetos cooperativos, inclusive redes de informação e colaboração permanentes.

O ProÁfrica, portanto, dispõe das condições necessárias para acolher propostas como a da SBF, formulada em sua já citada nota de 9 de abril, na qual se ressalta a importância da

> [...] identificação de uma agenda comum e o fortalecimento de laços científicos com os países da África, com especial ênfase e atenção para com aqueles de língua portuguesa. A produção de bioetanol e a disseminação do uso da energia fotovoltaica são exemplos de temas em que colaboração científica com a África pode trazer importantes resultados.

9. Ampliar e diversificar a cooperação com a China

Precisamos ampliar a cooperação com a China, muito além da área espacial – que vai muito bem –, estendendo-a às áreas de TICs, nanotecnologia, biotecnologia, ciências da saúde e fármacos, ciências agrárias, agroenergia e energias renováveis. Essas áreas constam do plano de trabalho firmado pelos presidentes do Brasil e da China em maio de 2009.

Neste sentido, já foram criados o Centro Brasil-China de Pesquisa em Nanotecnologia, que une os Ministérios de C&T dos dois países, e o Centro Brasil-China de Mudança Climática e Tecnologias Inovadoras, resultado de parceria entre a UFRJ/COOPE e a Universidade de Tsinghua.

Nas atividades espaciais, há perspectivas de novas áreas cooperação avançada, inclusive para a construção de um satélite-radar, de grande interesse para o Brasil.

10. Incrementar a cooperação com a África do Sul

As relações com a África do Sul merecem tratamento especial, como revela o relato a seguir.

Em 2007, o ProÁfrica aprovou nove projetos da África do Sul, nas áreas de pesca não industrial; biologia; tuberculose; questões agrárias; água, e nanotecnologia; e, em 2008, 12 projetos.

Em março e maio de 2009, houve importante intercâmbio de missões científicas exploratórias entre Brasil e África do Sul, com a participação de inúmeras instituições de CT&I das áreas de energia (carvão, gás, biocombustíveis e nuclear), espacial (observação da Terra e construção de satélites), mudança climática, mineração, novos materiais (luz síncrotron), nanotecnologia, fármacos, pesquisas agrícolas, parques tecnológicos e incubadoras de empresas, TICs, *software* e financiamento à pesquisa.

Tratou-se, também, do lançamento de editais conjuntos para financiar projetos bilaterais; do intercâmbio de pesquisadores e estudantes; do desenvolvimento conjunto de *software;* e de maior colaboração política em foros internacionais, sobretudo na área de propriedade intelectual.

O Comitê Conjunto de Cooperação Científica e Tecnológica (CCCCT), previsto no acordo de C&T 2003, em sua primeira reunião, em maio de 2009, criou quatro grupos de trabalho (GT): Financiamento; Biotecnologia, Biodiversidade e Sistemas de Conhecimentos Indígenas; Ciências Espaciais e Astronomia; Nanotecnologia e TICs. Cada GT comprometeu-se a elaborar um programa de atividades a ser implementados em até 24 meses.

Os ministros de C&T do Brasil, Sergio Rezende, e da África do Sul, Naledi Pandor, já se encontraram duas vezes: em novembro de 2009, na XI Conferência-Geral da *Academy of Sciences for the Developing World* (Durban, África do Sul), e, em 14 de abril de 2010, em Brasília. Os dois países já cooperam na área da Defesa, com a construção conjunta do míssil A-Darter (financiado pela Finep), cujas tecnologias têm aplicações civis. Há, também, interesse mútuo no lançamento de editais conjuntos para financiar projetos bilaterais.

A África do Sul criou, em 2009, sua Agência de Inovação Tecnológica, similar à Finep, e deseja colaborar com o Brasil nesta área, propondo inclusive a colaboração na área de patentes como fomento à inovação.

Os dois países desejam cooperar também nas áreas de observação da Terra e construção de satélites. A África do Sul já tem sua agência espacial, que está empenhada na criação de satélites. O Brasil, em princípio, está interessado em participar do *Southern African Large Telescope* (SALT).

O seminário bilateral sobre Biotecnologia: Agricultura e Saúde (Pretória, dezembro de 2009) deteve-se nas áreas de fármacos; bioprospecção e bioprocessamento; vacinas humana e animal; agricultura; e biotecnologia, segurança e estratégias ambientais e de mineração.

Pelo relato da Embrapa (Recursos Genéticos e Biotecnologia), o desenvolvimento e aplicação de marcadores moleculares é a área de pesquisa com maior número de grupos nos dois países. Projeto/plataforma com tal enfoque poderia ser implementado de imediato com impacto nos programas de pesquisa e melhoramento genético em ambos os países. Em biotecnologia vegetal, escolheu-se um projeto unificador capaz de atender ao maior número possível de instituições e pesquisadores presentes e/ou seus parceiros. Editais financiados em ambos os países permitirão levar adiante as ideias surgidas no seminário.

A 1ª Comissão Transatlântica Brasil-África, reunida em janeiro de 2010, na Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) do Comando da Marinha, no RJ, analisou os dados colhidos na primeira expedição marítima Brasil-África efetuada entre outubro-dezembro de 2009. A primeira expedição científica no Atlântico Sul realizada pelo Brasil a bordo do navio oceanográfico Cruzeiro do Sul, que foi até a África do Sul e Namíbia, coletou dados sobre essa região oceânica ainda pouco estudada. Reuniram-se informações sobre a temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido e clorofila. Colheram-se, também, amostras adicionais para análise de nutrientes e de material em suspensão. O navio Cruzeiro do Sul, que acomoda até 16 pesquisadores com seus equipamentos, enseja estudos sobre interações de processos biológicos, químicos e físicos. A partir do segundo semestre deste ano, os pesquisadores terão 80 dias por ano de mar para realizarem seus projetos a bordo do Cruzeiro do Sul. Para o MCT, é preciso otimizar o uso do navio, com seu emprego de modo combinado, unindo viagens de treinamento com a coleta de dados científicos.

Este esforço deve ser consolidado por amplo programa científico – integrado, multidisciplinar e geograficamente homogêneo.

Em 14 de abril de 2010, em Brasília, o então ministro Rezende e a ministra Pandor, na presença do Embaixador do Brasil na África do Sul, José Vicente de Sá Pimentel, concordaram em priorizar dois ou três projetos de impacto para dar relevância à colaboração bilateral em CT&I. Três ideias foram muito bem acolhidas: a cooperação na construção de satélites, a participação brasileira no projeto do rádio telescópio sul-africano (MeerKat) e o exame de amplo programa conjunto para o estudo do Atlântico Sul, com a possível participação de Namíbia, Angola, Argentina e Uruguai.

11. Explorar as oportunidades de cooperação com a Coreia do Sul

Com a Coreia do Sul, o Brasil tem hoje longa lista de possibilidades de cooperação em microeletrônica, TICs, nanotecnologia, biotecnologia e inovação tecnológica nas empresas, sempre com indispensável participação do setor privado em ambos os países.

12. Avançar na cooperação com os países desenvolvidos

"O progresso da ciência brasileira crescentemente demandará sua maior internacionalização, com o estabelecimento de parcerias cada vez mais equilibradas com as nações desenvolvidas para a investigação de temas de mútuo interesse", afirma corretamente a SBF em sua nota de 9 de abril.

Devemos buscar o máximo proveito possível na cooperação com os países desenvolvidos, sobretudo nas áreas de ponta; ter absoluta clareza de nossos interesses, demandas e prioridades nesta relação imprescindível, mas nem sempre fácil; e recusar, com firmeza e serenidade, tratamentos desiguais, desequilibrados e subalternos.

A SBF destaca com acerto, em particular, "muitos programas científicos que envolvem grandes colaborações internacionais", pois, "além de abrirem o acesso de pesquisadores brasileiros a problemas que isoladamente não teríamos como abordar, face aos custos de instalação de equipamento de infraestrutura, oferecem também excelentes oportunidades de mobilização do nosso parque industrial, para atender a demandas que envolvem tecnologia de ponta".

Na relação com os países desenvolvidos, é extremamente útil e oportuno criar um programa nacional para aproveitar as oportunidades oferecidas pela presença, ali, de grande número de

cientistas e técnicos brasileiros altamente qualificados, que podem prestar inestimáveis serviços ao nosso desenvolvimento em CT&I, colaborando com programas e projetos estratégicos.

Experiências altamente positivas na cooperação com alguns países avançados têm sido a organização de programas como o Ano do Brasil na França, o Ano da França no Brasil, o Ano da Cooperação Reino Unido-Brasil e o Ano Brasil-Alemanha de Ciência, Tecnologia e Inovação, aberto no dia 12 de abril de 2010, em São Paulo, pelo então ministro da Ciência e Tecnologia do Brasil, Sergio Rezende, e pela ministra de Educação e Pesquisa da Alemanha, Annette Schavan.

Brasil e Alemanha têm um acordo de cooperação em C&T, firmado em 1969, ou seja, há mais de 40 anos. Para comemorar este fato, promovem, em 2010 e 2011, o Ano Brasil-Alemanha de CT&I, inaugurado pelo então ministro Sergio Rezende e pela ministra de Educação e Pesquisa da Alemanha, Annete Schavan, em São Paulo, no dia 12 de abril de 2010, com intensa programação de eventos sobre questões cruciais da pesquisa em áreas fundamentais. Os dois países estão hoje comprometidos com inúmeros projetos conjuntos, mas é justo destacar pelo menos dois deles, por sua grande relevância: a construção, já em andamento, do Observatório da Torre Alta na Amazônia, para monitoramento de fenômenos gerados pelas mudanças climáticas; e o Programa Bragecrin (Iniciativa Brasil-Alemanha para Pesquisa Colaborativa em Tecnologia de Manufatura), lançado em 2008, que já se encontra em sua segunda fase. Os dois países também estão envolvidos num diálogo sobre cooperação em CT&I para a sustentabilidade, de onde se esperam debates mutuamente enriquecedores e propostas de projetos de impacto científico, tecnológico e econômico para ambas as partes.

Brasil e EUA já têm uma lista de propostas concretas de cooperação em CT&I, elaborada a partir da missão científica brasileira presidida pelo ministro Sergio Rezende em visita a Washington, em novembro de 2009, e encaminhada ao consultor de C&T do governo dos EUA, John Holdren. A lista inclui numerosos temas de interesse comum.

Brasil e Canadá comemoraram em abril último a aprovação de seu Acordo de Cooperação em CT&I, firmado em 2008, pelo Congresso Nacional brasileiro. Os trabalhos conjuntos previstos no acordo devem ter início muito em breve. Mas a cooperação bilateral começou antes. Em outubro de 2009, o ISTPCanada (*International Science and Technology Partnerships Canada*) lançou três editais para projetos de C&T entre os dois países, no valor de cerca de 1 milhão de dólares, para P&D e a comercialização conjunta de novas tecnologias. Um dos editais, lançado em conjunto com a Fapesp, destinou-se a propostas conjuntas de empresas e institutos de pesquisa canadenses e do estado de São Paulo em TICs (incluindo *software*), ciências da vida e o setor de energia renovável e células combustíveis. Outro edital, lançado pelo próprio ISTPCanada, visou à participação de projetos de empresas e institutos de pesquisa canadenses com parceiros em qualquer parte do Brasil. O terceiro edital, também para empresa ou centro de pesquisa

canadense com parceiro no Brasil, buscou financiar eventos para o aprofundamento da cooperação bilateral em CT&I.

Brasil e França estão executando o projeto de criação de Laboratórios Internacionais Associados, cobrindo as áreas de nanotecnologia de materiais e ciências da saúde e medicina, com editais que financiam projetos conjuntos. Os dois países criaram, em 2009, o Centro Franco-Brasileiro de Biodiversidade Amazônica e firmaram acordo de cooperação para o desenvolvimento sustentável do Bioma Amazônico. Há intensa colaboração na área acadêmica, com especial destaque no campo da Matemática.

Brasil e União Europeia lançaram, em 2009, uma chamada coordenada para projetos conjuntos sobre biocombustíveis, no valor de oito milhões de euros (cada parte entra com metade da quantia), para o período 2010-2012. O resultado é considerado bom: participaram 22 projetos de 14 centros de C&T. As próximas chamadas serão dedicadas a projetos em nanotecnologia e/ou TICs.

13. Marco político e legal para a cooperação internacional do país

Precisamos, com urgência, examinar a necessidade e a viabilidade de elaborar um marco político e legal destinado a orientar e regulamentar as atividades de cooperação internacional, tendo em vista facilitar, estimular, dinamizar suas iniciativas, programas, projetos, assegurando a obtenção de melhores resultados, com maior velocidade.

Há que abrir caminho mais fluído e eficiente à realização de eventos internacionais de CT&I no país, ao intercâmbio de pesquisadores, professores e estudantes, à doação de bens e materiais, contratação de serviços técnicos e de apoio a obras de infraestrutura em outros países.

Tudo parece apontar para a necessidade de uma legislação atualizada, que permita ao país disponibilizar pesquisadores e técnicos, laboratórios e equipamentos para executar programas de cooperação em CT&I em áreas de vital importância para os países mais carentes, como bioenergia, agricultura, pecuária, produção de alimentos e agregação de valor a matérias primas, entre outras.

A impressão é de que, como nunca antes, carecemos de uma espécie de plano de aceleração dos processos de cooperação internacional em CT&I, que nos ajude a estar à altura do dinamismo e da competitividade do nosso tempo e oferecer a cooperação que julgamos indispensável promover.

Estou convencido de que vamos precisar cada vez mais desse instrumento.