

Sessão Plenária 3: Ciência Básica

*Produção do Conhecimento:
Um Desafio para o Brasil*

Textos para discussão

DOCUMENTO PRELIMINAR



Coordenação:



Ministério da
Ciência e Tecnologia



CIÊNCIA BÁSICA

SUMÁRIO

PARTE I – CONTRIBUIÇÕES INSTITUCIONAIS	3
▪ Contribuição da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência visando a base científica de um Brasil inovador, competitivo e sustentável <i>SBPC</i>	5
▪ Marco legal adequado às atividades de CT&I <i>SBPC</i>	15
▪ Um olhar sobre a ciência brasileira e sua presença internacional <i>ABC</i>	23
▪ A institucionalidade do fomento à ciência básica <i>CNPq</i>	51
▪ Doutores no Brasil e formação de recursos humanos em áreas estratégicas <i>CGEE</i>	59
▪ Contribuições de Sociedades Científicas e Associações de Pós-Graduação e Pesquisa	
Associação Brasileira de Eletrônica de Potência (SOBRAEP)	85
Associação Brasileira de Enfermagem	89
Associação Brasileira de Pós-Graduação em Saúde Coletiva (ABRASCO)	91
Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional (ANPUR)	97
Sociedade Brasileira de Física (SBF)	101
Sociedade Brasileira de Genética	107
Sociedade Brasileira de Geologia (SBGeo)	109
Sociedade Brasileira de Matemática (SBM) e Associação Brasileira de Estatística (ABE)	115
Sociedade Bras. de Mutagênese, Carcinogênese e Teratogênese Ambiental (SBMCTA)	121
Sociedade Brasileira de Pesquisa em Materiais (SBPMat)	125
Sociedade Brasileira de Psicologia	129
Sociedade Brasileira de Química (SBQ)	133
Associação Brasileira de Ciência Política (ABCP)	139
Sociedade Brasileira de Sociologia (SBS)	141b
PARTE II – CONTRIBUIÇÕES DE PALESTRANTES DO SEMINÁRIO TEMÁTICO PREPARATÓRIO	143
▪ Ciência básica: caminhos e perspectivas <i>Mario Neto Borges</i>	145

▪ Conectando Ciência, Tecnologia e Inovação <i>Jailson Bittencourt de Andrade e Wilson Araújo Lopes</i>	163
▪ Desafios para o crescimento da ciência brasileira <i>Alaor Silvério Chaves</i>	179
▪ Grandes Telescópios da próxima década e Astronomia Espacial: a necessidade de participação em consórcios internacionais <i>Beatriz Barbuy, Albert Bruch e Eduardo Janot Pacheco</i>	195
▪ O estado da ciência no Brasil: como dar um salto de qualidade? <i>Sérgio D. J. Pena</i>	203
▪ O sucesso da agricultura brasileira, o desenvolvimento científico nacional e as ciências básicas <i>José Geraldo Eugênio de França, Eder Ion Oliveira e Maria José Sampaio</i>	215
▪ Pesquisa interdisciplinar no contexto de parcerias internacionais de C&T para o conhecimento dos ecossistemas amazônicos <i>Peter Mann de Toledo e Ima Célia Guimarães Vieira</i>	221
PARTE III – RELATÓRIOS DO SEMINÁRIO TEMÁTICO PREPARATÓRIO	235
▪ Sessão: O Estado da Ciência no Brasil <i>Ima Célia Guimarães Vieira</i>	237
▪ Sessão: Internacionalização da Ciência no Brasil <i>Ima Célia Guimarães Vieira</i>	247
▪ Sessão: Ciência, Setores Econômicos e Inovação <i>Adalberto Luis Val e Mônica da Costa Pinto</i>	259

4ª CONFERÊNCIA NACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Parte I

CONTRIBUIÇÕES INSTITUCIONAIS

Tema: CIÊNCIA BÁSICA

Contribuição da SBPC visando a base científica de um Brasil inovador, competitivo e sustentável

Marco Antonio Raupp (Presidente da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência)

a) Breve diagnóstico sobre a situação da Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil

Há cerca de 60 anos, os pesquisadores brasileiros, mesmo que em número reduzido, tiveram a clareza de perceber o que era necessário para o desenvolvimento científico do País. Resultou dessa clareza a construção do que veio a ser a base do atual sistema nacional de ciência e tecnologia: o CNPq, a Capes, as universidades públicas, as fundações de amparo à pesquisa e o sistema de pós-graduação.

A realidade nos mostra que a base construída, de fato, foi adequada para que o Brasil evoluísse consideravelmente no campo da ciência. Porém, o País ainda não conseguiu estabelecer um modelo eficiente de geração de novas tecnologias e está apenas se iniciando nos caminhos da inovação.

O principal marcador para verificarmos a eficiência do nosso sistema é o quanto a produção brasileira de ciência representa em termos da produção científica mundial: 2,12%, índice ligeiramente superior à participação do PIB brasileiro no PIB mundial, que é de 2%. Pode-se dizer, assim, que a produção científica e a produção econômica do Brasil têm a mesma grandeza em seus respectivos cenários mundiais. Considerando que o nosso sistema é bastante novo frente a outros sistemas, principalmente os dos países europeus e dos Estados Unidos, não há como não reconhecer que o Brasil aprendeu a fazer ciência com rapidez e a criar uma massa crítica expressiva.

Há que se ressaltar, também, que a expansão do sistema brasileiro de ciência ocorre num ritmo cada vez mais acelerado. O Brasil vem seguidamente conquistando posições nos rankings internacionais da produção científica e, com isso, ultrapassando países que historicamente se destacam no universo da ciência. De 2007 para 2008, no aspecto quantitativo, o Brasil foi o país que mais cresceu na lista das 20 nações com mais artigos publicados em periódicos científicos indexados pelo ISI. Em 2008, 30.145 artigos de pesquisadores brasileiros foram aceitos nessas publicações. Em 2007, esse número foi de 19.436. Com isso, o País saltou da 15^a para a 13^a colocação no ranking mundial de artigos publicados em revistas especializadas, ultrapassando Rússia e Holanda no ranking.

Como ponto de leitura interna do sistema, a sua significativa expansão pode ser verificada com o crescimento do número de grupos de pesquisa cadastrados no CNPq. Eram 11.760 grupos no ano 2000, e 22.797 em 2008, o que revela uma ampliação de 94%. Em relação ao número de pesquisadores atuantes nesses grupos o crescimento no mesmo período foi ainda maior: de 48.781 para 104.018, o que significa um salto de 113%.

Os dados sobre os grupos de pesquisa cadastrados no CNPq também são reveladores da abrangência da atuação da ciência brasileira: são 76 as áreas em que ocorre a nossa produção científica.

Mas se o Brasil vai bem, em termos gerais, no campo da ciência, o mesmo não se pode dizer no que se refere ao desenvolvimento de novas tecnologias. Nesse quesito, o País continua ocupando posição irrelevante em termos mundiais, enquanto outros países emergentes já ganham destaque. A China, na última década, multiplicou por dez o número de registros no sistema internacional de patentes, atingindo mais de 5% do volume mundial e o 5º lugar no ranking. Na Coreia do Sul, os registros saltaram de 1,5 mil em 2000 para oito mil no ano passado, 5,17% do total. Entre 2005 e 2009, o Brasil praticamente dobrou o seu número de patentes internacionais – passou de 270 para 480 –, o que lhe valeu galgar da 27ª para a 24ª posição no ranking mundial, mas sua participação representa apenas 0,32% das patentes no mundo. Em 2009, empresas como Toyota, Sharp, LG, Dupont, Motorola ou Microsoft registraram, individualmente, mais patentes que todo o setor privado e institutos de pesquisa do Brasil. Só a Panasonic registrou um número de patentes cinco vezes maior que todo o Brasil.

Outro aspecto que coloca o Brasil em contraste com um grande número de países cientificamente avançados é o seu reduzido número de institutos de pesquisas, ou seja, instituições criadas para cumprir missões científicas e tecnológicas claramente definidas. Apesar de haver uma gama razoavelmente ampla de institutos de pesquisas hoje no Brasil, e mesmo considerando o grande progresso alcançado por eles em suas respectivas missões nos últimos anos, seu número ainda está muito aquém das necessidades de um país com as complexidades brasileiras e com a potencial demanda interna por soluções tecnológicas importantes para o seu desenvolvimento econômico e social.

O número de pesquisadores hoje em atividade nos institutos federais de pesquisa, quando comparado com o daqueles alocados às universidades, é cerca de quatro vezes menor que o encontrado em países com economias mais maduras. Por desbravarem áreas de fronteira, seja desenvolvendo instrumentação científica sofisticada ou se dedicando ao avanço de uma tecnologia com foco mais bem definido, absorvem uma fatia significativa de jovens cientistas e tecnólogos; assim, instituições desta natureza são elementos-chave para o crescimento científico e tecnológico de um país.

O Brasil mesmo oferece a prova da importância desses institutos. O INPE, na área espacial, o Butantã, na produção de vacinas, e a Embrapa, na agropecuária, são instituições emblemáticas na criação de ambientes em que as atividades de pesquisa, além de intensas, atendem a objetivos e metas definidos e colocam o Brasil em destaque em suas respectivas áreas de atuação.

A baixa intensidade com que o Brasil promove o desenvolvimento de novas tecnologias é refletida na inovação – atividade predominantemente empresarial e que pode ocorrer também em cooperação com universidades e institutos de pesquisa. Um único dado sintetiza o quanto as atividades de inovação são pouco praticadas pelas empresas brasileiras: das 500 mil indústrias existentes no País, somente três mil se dedicam regularmente à pesquisa e desenvolvimento (P&D), conforme mostra a Pesquisa de Inovação Tecnológica, a Pintec, do IBGE.

O Brasil conta com marco legal moderno e com vários programas de estímulo à inovação – incentivos fiscais, linhas de financiamento reembolsáveis e não reembolsáveis, fundos de capital de risco, subvenção econômica para projetos de P&D e para contratação de pesquisadores –, mas eles ainda não levaram, de fato, a mudanças nas estratégias e programas tecnológicos das empresas. Por exemplo, os incentivos fiscais à inovação, previstos na Lei do Bem, foram utilizados, entre 2006, ano inaugural de sua aplicação, a 2008, apenas por 565 empresas.

Esse quadro interno coloca o Brasil em situação desfavorável em termos mundiais. Relatório divulgado no início de 2010, produzido pela escola mundial de negócios Insead em parceria com a

Confederação da Indústria Indiana, classificou 132 países em termos de inovação. O Brasil ocupa 68ª posição. Dentre os países latino-americanos, o País ficou apenas no 7º posto, perdendo para nações como Costa Rica, Chile e Uruguai.

Esses dados mostram de maneira inequívoca que o Brasil, de fato, aprendeu a dominar a produção científica em todas as suas particularidades, tem vivência apenas razoável no campo tecnológico e ainda se dedica à inovação de maneira incipiente. Ou seja, o Brasil sabe transformar recursos financeiros em ciência; precisa, agora, aprender a transformar conhecimento científico em riqueza, sem descuidar – pelo contrário, ampliando-o – do sistema de produção do conhecimento científico básico.

b) Um olhar específico nas principais componentes do sistema nacional de C,T&I.

Mesmo que, numa visão geral, o sistema de produção de ciência se mostre virtuoso e produtivo, vale um olhar específico para alguns de seus principais componentes, que podemos considerar como variáveis de estado.

1 – Planejamento, organização e articulação.

Trata-se de um aspecto favorável do sistema, com destaque para o Plano de Ação de Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional, lançado pelo governo federal em novembro de 2007. Além contemplar demandas atuais e pertinentes, o PAC da C,T&I configura-se como um plano integrado, o que é um dado importante em termos de políticas de desenvolvimento para o País.

Merece destaque, também, a articulação das agências federais – Capes, CNPq e Finep – com as fundações estaduais de amparo à pesquisa, o que reforça a abrangência nacional do sistema e colabora para a execução de programas nos estados. Esta cooperação entre agentes vinculados a governos com posicionamentos políticos diferenciados pode ser uma plataforma para o estabelecimento de uma política de estado e C,T&I no país.

2 – Financiamento

Outro ponto alto do sistema. Além de estar evoluindo quantitativamente nos últimos anos, o financiamento está acompanhando o planejamento – ou seja, o sistema desfruta de planejamento e de recursos para sua execução. Os investimentos estão do tamanho do atual sistema; para que possa expandir, será necessário um aporte maior de recursos.

3 – Formação e incorporação de recursos humanos

O sistema apresenta resultados positivos também neste aspecto. A pós-graduação e o Programa de Apoio ao Plano de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI) são destaques. Temos, no entanto, deficiência em quantidade e qualidade no ensino básico, onde a formação de jovens ocorre em nível insatisfatório para suprir as universidades.

Um grande desafio do presente e do futuro é formar recursos humanos graduados e pós-graduados com capacitação para exercer atividades de P&D nas empresas, e em número suficiente. Há, também, a necessidade de se ampliar significativamente o número de formandos nos cursos de Engenharia.

Outro gargalo importante é de pessoal para os institutos federais de pesquisa, que estão sob ameaça de soçobram em razão de não poderem contratar pesquisadores. Não existe uma relação entre as contratações que ocorrem nas universidades no programa REUNI e nos institutos. Estes são relegados a uma situação de abandono, como se não tivessem papel a desempenhar no desenvolvimento de C,T&I no país.

4 – Infraestrutura

Estávamos caminhando para a obsolescência, mas com os novos níveis de investimentos a situação passou a corresponder com o tamanho do sistema. O desafio é crescer e se atualizar nas novas frentes, como ciência na Amazônia, ciência no Mar, biocombustíveis, microeletrônica, nanociência, biodiversidade e biotecnologia.

5 – Marco Legal

Trata-se de uma deficiência histórica e cultural no País, resultando do fato de a atividade científica ser nova no Brasil e não estar prevista nos nossos códigos legais e constitucionais. Uma vez que as ICTs são 95% públicas e os usuários do conhecimento científico são as empresas privadas, há uma dicotomia público-privado que deve ser superada. Essa dicotomia é geradora da grande dificuldade de a ciência brasileira ser transposta das ICTs para a sociedade. Houve progressos recentes em aspectos pontuais, como a Lei da Inovação, a Lei do Bem, a Lei Arouca, a Lei de Biossegurança, mas o Brasil ainda carece de uma legislação abrangente a todo o sistema e adequada às demandas atuais e futuras da ciência, legislação essa que contemple as fundações de apoio às universidades e as organizações sociais (OS).

6 – Gestão

É um ponto falho do sistema, talvez em decorrência da insuficiência de marco legal adequado. Universidades e institutos não contam com estrutura de gestão eficiente para P&D. Institutos e agências envolvidos com o gerenciamento de grandes projetos estratégicos têm estrutura de gestão deficiente, mostrando lentidão e ineficiência na sua atuação.

7 – Abrangência geográfica

A atividade científica está excessivamente concentrada nos estados do Sudeste e, em menor escala, nos do Sul. Temos grandes desafios no Norte, Nordeste e Centro-Oeste, a começar pela ciência associada aos recursos naturais para seu uso sustentável. A desconcentração da produção científica tem também um aspecto que toca a justiça federativa; os estados do Norte não recebem investimentos em C&T proporcionais à contribuição dos impostos que geram para o governo

federal. A educação e a ciência são agentes de inclusão; se não houver a contrapartida estaremos excluindo. Sustentabilidade do lado social significa inclusão.

8 – Interação com outros setores

O sistema científico brasileiro interage exemplarmente com o setor agropecuário, mas muito pouco ainda com o sistema empresarial industrial, especialmente com vistas à inovação e agregação tecnológica. O Sibratec sinaliza iniciativas positivas, mas ainda está em fase de estruturação e trata-se de apenas um elemento a mais no sistema. É necessário que a maioria dos agentes do sistema se disponha ao diálogo com o setor empresarial.

9 – Quantidade e qualidade da produção científica

Conforme atestam os rankings internacionais, em termos quantitativos a produção científica brasileira é elogiável, principalmente ao se considerar que o sistema foi constituído há apenas cinco décadas.

Em relação à qualidade, temos que admitir que ainda não dispomos de uma avaliação, tal qual a Capes faz com a pós-graduação, que seja abrangente a todo o sistema.

Para garantir uma produção de qualidade é fundamental o desenvolvimento permanente das ciências básicas, além de estimular uma produção contínua com o mundo, via programas de cooperação internacional, organizados e pró-ativos. Investimentos não poderão faltar nunca à plataforma básica, patrimônio fundamental de sustentação da ciência utilitária. E condição *sine qua non* de sustentabilidade a sua permanente atualização e qualificação.

10 – Subsistemas

O sistema nacional de C&T é, naturalmente, composto por diversos subsistemas, tais como Física, Biologia, Química, Ciências Matemáticas e da Computação, Ciências da Engenharia, Ciências da Saúde etc. Medir o desempenho desses subsistemas estruturantes será uma iniciativa importante para se ter uma visão completa do estado da ciência no Brasil.

Em suma, o estado da ciência brasileira pode ser considerado satisfatório diante das posições iniciais e das características atuais do sistema. É necessário considerar, porém, que o desenvolvimento sustentável de nossa sociedade impõe mais e novas demandas, o que implica questionar o sistema em muitos aspectos importantes e serem abertos novos caminhos para a ciência brasileira.

c) Principais desafios para o Brasil em ciência, tecnologia e inovação.

A trajetória percorrida desde a criação do CNPq, em 1951, até agora, é de fato exitosa. O Brasil conta com um sistema nacional de ciência e tecnologia diverso e produtivo, que, obviamente, necessita hoje e vai necessitar sempre de ajustes para continuar atendendo suas próprias demandas de sobrevivência ou de crescimento. Mais do que isso, porém, as características e as exigências do mundo atual e as necessidades de desenvolvimento do País impõem ao sistema uma série de desafios, cujo enfrentamento merecerá dedicação e esforços iguais ou maiores que aqueles já dedicados à construção do próprio sistema.

Apresentamos aqui vários desses desafios, cuja superação é crucial para saúde e bom funcionamento do próprio sistema, para o reconhecimento de sua utilidade pela sociedade e para que as atividades dos cientistas contribuam também para o equilíbrio social e regional no País.

1. Educação básica

Não é mais necessário se apresentar diagnósticos sobre a situação da educação básica para se justificar a necessidade de intervenções vigorosas nesse setor da vida nacional. As sérias deficiências do ensino nos níveis fundamental e médio são conhecidas e reconhecidas por todos. A superação dessas deficiências requer o engajamento da comunidade científica. Não podemos nos furtar à participação, especialmente na questão do ensino das Ciências e das Matemáticas.

As nossas melhores universidades devem priorizar a formação de bons professores, e em boa quantidade. Isso não vem ocorrendo. Pelo contrário, a formação de professores está cada vez mais sendo relegada àquelas mais destituídas de condições e qualidades. A expectativa positiva é que a nova Capes estimule esse movimento. Educação de qualidade é o mais importante requisito para a inclusão social.

2. Ampliação de vagas nas universidades públicas

A ampliação de vagas nas universidades públicas, sem perder a qualidade, é outro grande desafio. As vagas em instituição pública são as que de fato estão abertas para os filhos da nova classe média, e o atendimento da demanda por profissionais de ensino superior e técnico é condição sine qua non para o desenvolvimento do País. Especial atenção deve ser dada à necessidade de ampliação no número de formandos em engenharia.

3. Desconcentração da produção científica

A ciência brasileira está 70% localizada na Região Sudeste. Por razões estratégicas e de justiça federativa, é uma situação que não pode perdurar, constituindo-se num desafio para o planejamento estratégico e a política de C&T. Há necessidade de redirecionamento dos investimentos federais e de estímulo às FAPs locais. Isso, de fato, já vem ocorrendo em alguns estados, mas em outros, com

certa tradição, houve retrocesso. O aspecto estratégico impõe o desafio de melhor distribuímos as atividades de C,T&I no País, contribuindo para a superação das desigualdades regionais.

4. Grandes ecossistemas

Em regiões como a Amazônia, o semi-árido e a plataforma continental marinha, o conhecimento científico é absolutamente necessário para uma intervenção econômica sustentável – ambiental e socialmente –, preservando o patrimônio do País. É imperativa uma ampla atuação do sistema de ciência e tecnologia nessas áreas.

5. Interação ICTs e empresas

Outro importante desafio a ser enfrentado reside na separação existente tradicionalmente entre o sistema universitário e as atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) nas empresas. Existem honrosas exceções de colaboração e temos avançado bastante na aproximação, mas muito ainda resta a fazer para que o fluxo de transformação do conhecimento em riqueza seja otimizado, desde o aspecto cultural, passando pelo operacional, até o marco legal. Além do estímulo à participação eventual de pesquisadores em projetos de interesse da empresa, mecanismos como incubadoras de empresas nascentes nas universidades, parques tecnológicos congregando universidades, centros de pesquisas e empresas com interesse em tecnologia e inovação, e mestrados profissionais, podem ser estimulados por políticas públicas para criar pontes de cooperação, em benefício da economia do País. O sistema universitário de pesquisa terá, certamente, o reconhecimento da sociedade por essa postura.

6. Marco legal adequado

O sistema e o País precisam, com urgência, superar um gargalo que decorre do fato de a C&T ser atividade recente em nosso País, e que é transversal a todas as outras, sua superação sendo importante para a boa fluência de todas as outras superações. Tal é a questão do marco legal para o exercício dessas atividades. Legislações desenvolvidas em outras épocas e situações, voltadas para outros propósitos, são confrontadas e/ou questionadas sistematicamente pelas atividades demandadas pelo desenvolvimento científico e tecnológico do País. São exemplos a coleta de material biológico de nossa biodiversidade, o uso de animais em experimentos científicos, a coleta e o uso de células tronco embrionárias, as impropriedades legais na cooperação entre entidades científicas públicas e empresas privadas, as importações de insumos científicos, e muitos outros.

Alguns avanços estão ocorrendo, como a nova lei que regulamenta o uso de animais em pesquisa, a decisão do Supremo Tribunal Federal (STF) sobre células-tronco, a Lei de Inovação e a Lei do Bem. Mas entendemos que uma revisão geral para identificação de gargalos, incluindo aí um estudo sobre o status institucional das organizações de pesquisa, o regime de contratação de pessoal, entre outros, torna-se necessário.

d) Recomendações específicas para políticas públicas de C,T&I para os próximos anos

No seu processo de definição de contribuições para a 4ª CNCTI, a SBPC solicitou às sociedades científicas e a ela filiadas o envio de sugestões para políticas públicas de ciência, tecnologia e inovação. As recomendações a seguir resultam dessas sugestões e também de proposições, novas e antigas, da própria SBPC.

- 1) Os três níveis de governo, articulados entre si ou em ações específicas de cada alçada, devem ampliar investimentos e esforços que resultem em sensível melhoria da educação básica.
- 2) Aperfeiçoamento das práticas pedagógicas para o ensino de ciências nos níveis fundamental e médio.
- 3) Estimulo para criação de massa crítica de professores de ciências, voltados para os desafios atuais no que diz respeito ao meio ambiente, riquezas naturais e desenvolvimento sustentável.
- 4) Criação de mecanismos para se identificar e acolher em programas especiais, em todos os níveis de ensino, as crianças e os jovens dotados de talento ímpar para qualquer das áreas da ciência.
- 5) Ampliação da oferta de ensino à distância.
- 6) Incentivo às universidades para que criem novos modelos de formação de alunos de graduação, a exemplo dos cursos cooperativos (Escola Politécnica da USP) e da formação multidisciplinar (Universidade do ABC).
- 7) Regulamentação específica para o oferecimento de cursos de graduação e de pós-graduação em sistema de consórcio envolvendo universidades e institutos de pesquisa.
- 8) Incentivo à formação integral dos alunos de graduação, com a ampliação das atividades de extensão universitária.
- 9) Criação de mecanismos para incentivar os jovens pelas áreas da engenharia e da computação.
- 10) Ampliação no número de bibliotecas e diversidade de acervos, contemplando todas as áreas do conhecimento.
- 11) Apoio ao desenvolvimento de infraestrutura própria para as ciências humanas como um todo
- 12) Estabelecimento de mecanismos de divulgação da ciência e tecnologia, em que se destaque seu valor para a sociedade como um todo ou para segmentos específicos e expressivos da vida nacional.
- 13) Ampliação dos investimentos para a inclusão digital.
- 14) Definição de um plano nacional, com metas para curto, médio e longo prazo, visando a ampliação da atividade científica nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste e o conseqüente equilíbrio federativo nessa área.

- 15) Investimentos para a formação tecnológica e empreendedora para produtos da floresta, do semiárido e do mar.
- 16) Ampliação da governança em C,T&I na Amazônia e no semiárido, por meio do fortalecimento e da capilarização das ICTs localizadas nessas regiões.
- 17) Fortalecimento dos grupos de pesquisas das ICTs da Amazônia e do semiárido, com vistas à produção das informações necessárias aos investimentos em inovação nessas regiões.
- 18) Ampliação da cooperação nacional e com os países amazônicos, a fim de prover as informações necessárias ao desenvolvimento sustentável, intra e inter-regionais, e para ampliar os processos de capacitação de pessoal em nível de pós-graduação para a Amazônia.
- 19) Ampliação dos processos de popularização da informação científica e tecnológica com vistas à geração de renda e inclusão social e, simultaneamente, redução dos processos de degradação ambiental da Amazônia e do semiárido.
- 20) Incentivos à maior integração entre as universidades e institutos de pesquisa com o setor industrial, amparada pela necessária normatização que possa fixar os jovens cientistas nas plantas de P&D industrial;
- 21) Flexibilização das diretrizes dos programas de pós-graduação, visando a formação de recursos humanos preparados para a inovação no setor industrial.
- 22) Estabelecimento de políticas públicas que impulsionem áreas industriais em que o Brasil é carente, diversificando cada vez mais a base do nosso parque industrial.
- 23) Investimento na infraestrutura necessária à inovação na indústria, incluindo a criação de mecanismos de implementação das leis ligadas à inovação.
- 24) Apoio especial às áreas consideradas estratégicas para o desenvolvimento industrial e crescimento do País, como a Química (insumos agrícolas; farmacêutica), Semicondutores e Microeletrônica (redes de sensores; eletrônica flexível; dispositivos aplicados à energia solar e iluminação), Instrumentação (médica; agrícola; equipamentos industriais), Tecnologia da Informação, Softwares e demais áreas de inovação citadas na Política de Desenvolvimento Produtivo.
- 25) Criação de incentivos especiais para estimular as pequenas e médias empresas de base tecnológica.
- 26) Criação de marco legal apropriado para o desenvolvimento das atividades de C,T&I e para a relação das ICTs com o setor empresarial.
- 27) Definição de prazos maiores para execução de projetos que envolvem a cooperação entre ICTs e empresas.
- 28) Investimentos em laboratórios para uso consorciado de ICTs e de empresas, como por exemplo, em parques tecnológicos.

- 29) Incentivos especiais para empresas que façam grandes investimentos em P&D, com foco na utilização sustentável dos recursos naturais do País.
- 30) Criação de mecanismos para que as organizações empresariais elaborem programas de cooperação para formação de pessoal altamente qualificado e especializado, visando facilitar a essas entidades o relacionamento com as empresas e suas demandas.
- 31) Aplicação de mecanismos de vinculação de políticas de C,T&I com a solução de problemas específicos da sociedade.
- 32) Criação de normas para facilitar a importação de insumos e equipamentos para pesquisa.
- 33) Incentivos para a criação de programas de pós-graduação multicêntrica, com a participação de sociedades científicas.
- 34) Dar atenção aos temas de pesquisa que levam em consideração a vantagens competitivas do Brasil, como sua extensão territorial e os vários elementos associados a ela (diversidade populacional; diversidade da fauna e flora; diversidade cultural; diferenças climáticas e de solo; mar; diversidade de fontes de energia).

Marco legal adequado às atividades de CT&I

Marco Antonio Raupp (Presidente da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência)

A Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC) e a Academia Brasileira de Ciências (ABC) vêm realizando extenso e detalhado estudo com o objetivo de fazer um diagnóstico da legislação direta ou indiretamente aplicável as atividades de ciência e tecnologia no Brasil, identificando os principais pontos críticos dela decorrentes e apresentando propostas de aperfeiçoamento.

Dentre os diversos temas de maior relevância para o setor de ciência e tecnologia, três deles foram considerados mais prementes, tendo em vista o impacto decorrente do ambiente legal nos quais estão inseridos: (1) regime jurídico de compras, contratações e parcerias, (2) acesso a biodiversidade e (3) importação de insumos para a pesquisa.

O presente texto apresenta uma síntese dos estudos até agora elaborados.

1. Compras, contratações e parcerias

Conforme preceitua o art. 37, XXI, da Constituição Federal, as pessoas jurídicas da Administração Pública direta e indireta somente estão autorizadas a efetuar compras e contratações de serviços mediante processo licitatório, após o qual é celebrado um contrato administrativo, conforme disposto na Lei n. 8.666/93.

A maioria das instituições do sistema nacional de ciência e tecnologia são pessoas jurídicas pertencentes à Administração Pública direta e indireta e, assim sendo, devem contratar serviços e efetuar compras com base nas regras procedimentais mencionadas. Ademais, se submetem ao controle dos tribunais de contas e do Poder Judiciário. Aí se encontram, por exemplo, as universidades públicas, sabidamente responsáveis por grande parte das pesquisas e produções científicas produzidas em todo o País.

A rigidez dos procedimentos, porém, mostra-se muitas vezes incompatível com a dinâmica típica das atividades desenvolvidas pelas instituições de ciência e tecnologia, pois a quantidade de atos que se tem que produzir para concluir o certame, bem como a necessidade de se divulgar amplamente os atos, enseja a demora natural do procedimento que é complexo e repleto de exigências.

A lei, no entanto, contém exceções ao dever geral de contratação por licitação, as quais podem ser utilizadas principalmente pelas instituições públicas do sistema nacional de ciência e tecnologia. As contratações diretas devem ser precedidas de justificativa. Ocorre que estas são, reiteradamente, alvo de questionamento pelos órgãos fiscalizadores, que tendem a concluir por irregularidades no ato administrativo executado. Ao contrário do que se pressupõe em qualquer ato administrativo, não há presunção de legitimidade deste, pelo contrário, há sempre uma pré-compreensão dos órgãos de controle que a contratação é por si só uma distorção que deve ser combatida. O problema se intensifica diante das várias hipóteses de dispensa de licitação, exclusivas das instituições de ciência e tecnologia. Assim, a regra criada para facilitar a atividade resta mitigada pela posição conservadora dos intérpretes do direito, quando de sua utilização.

Não bastassem os entraves relacionados ao processo licitatório em si, as organizações também enfrentam problemas com a formalização da contratação, que se dá mediante a celebração de um contrato administrativo.

Como regra geral, o contrato administrativo tem prazo e valor fixos. A ciência e tecnologia, entretanto, são pautadas em atividades altamente dinâmicas e na invenção de feitos jamais imaginados, cujos resultados nem sempre são palpáveis ou facilmente perceptíveis. Com isso, nem sempre há como se limitar a execução do objeto a prazos e valores predeterminados, sob pena de se tornar inexecutável a criação, o que enseja uma discussão sobre a necessária regulamentação da modalidade de contrato administrativo “por escopo” como alternativo ao setor da ciência e tecnologia.

Outro problema que decorre da legislação, é que à Administração Pública é vedada a compra de bens quando se faz necessário o pagamento antes do recebimento do produto. Ocorre que, muitas vezes, na área de pesquisa científica e tecnológica, há a obrigatoriedade de pagamento adiantado. A vedação acarreta, nesses casos, a impossibilidade de compra da mercadoria ou a rejeição do procedimento por parte dos Tribunais de Contas. Para garantir a segurança das transações, portanto, devem ser criados mecanismos para que os atos dos gestores públicos das instituições de ciência e tecnologia sejam avaliados à luz das especificidades da área.

Alem desses, também é apontada como um grande problema do setor a forma pela qual é efetuado o controle dos atos administrativos executados pelas instituições públicas integrantes do sistema nacional da ciência e tecnologia, com foco nos procedimentos e não nos resultados. Aponta-se para a necessidade de se implantar um efetivo controle de gestão, voltado à verificação dos resultados alcançados por essas instituições.

Da mesma forma, é incompatível com a realidade do setor a imposição do regime da Lei 8.666/93 às agências executivas que deveriam deter maior autonomia no gerenciamento de seus atos. Do mesmo modo, são inaceitáveis as inúmeras restrições à autonomia didático-científica, administrativa e de gestão financeira e patrimonial conferida pela Constituição Federal às universidades públicas federais, responsáveis por grande parte da pesquisa em ciência e tecnologia no Brasil.

A partir dos problemas apontados, e com vistas a superar as dificuldades encontradas pelas instituições integrantes do sistema nacional da ciência e tecnologia, a SBPC e a ABC sugerem ao governo federal a edição de uma Medida Provisória específica para a área de C&T.

Essa Medida Provisória visa estabelecer regime jurídico especial para licitações e contratos realizados por ICTs e agências de fomento integrantes da administração pública da União, Estados, Distrito Federal e municípios. Deverá, também, alterar as normas para aquisição de bens e serviços por fundações de apoio credenciadas de acordo com a Lei n. 8.958, de 20 de dezembro de 1994, e modificar a Lei n. 10.973, de 2 de dezembro de 2004, no que se refere ao tratamento preferencial para aquisição de bens e serviços pelo Poder Público.

A ICT ou agência de fomento interessada em utilizar o regime jurídico especial para licitações e contratos estabelecido pela MP proposta deverá estar previamente registrada e credenciada no CNPq, ou, no caso de ICT ou agência de fomento integrante da administração pública dos Estados, Distrito Federal e municípios, a órgão equivalente.

A contratação de obras, serviços, compras e alienações poderá ser feita de acordo com procedimento previsto em regulamento próprio da ICT ou agência de fomento, não aplicando a elas, nessa hipótese, o disposto na Lei n. 8.666, de 21 de junho de 1993. Esse regulamento será elaborado

de forma a promover a prevalência dos princípios constitucionais da administração pública nas licitações e contratos e nele deverão estar dispostos, no mínimo, sobre:

I – procedimentos para a contratação de obras, serviços, compras e alienações, com normas que garantam a adequada divulgação do instrumento convocatório, prazos razoáveis para o preparo de propostas, direitos ao contraditório e ao recurso, transparência e fiscalização;

II – hipóteses de dispensa e inexigibilidade de licitação;

III – cláusulas essenciais dos contratos a serem celebrados, em especial aquelas que assegurem a prevalência do interesse público e obrigações de pagamento, mantidas as condições efetivas da proposta;

IV – ampla disponibilização na página eletrônica de informações relativas às licitações e contratos, em todas as suas etapas, sem prejuízo da publicidade oficial, quando exigida;

V – mecanismos para que licitantes, cidadãos e organizações da sociedade civil em geral possam ter acesso a informações e impugnar atos praticados no curso dos procedimentos licitatórios;

VI – atribuições da ouvidoria para receber, examinar e encaminhar reclamações, elogios e sugestões relacionadas a licitações e contratos.

Nas licitações e contratos realizados com base em regulamento, a ICT ou agência de fomento deverá submeter-se regularmente ao controle interno e externo, em especial ao exercido pelo Poder Legislativo, com o auxílio do Tribunal de Contas.

No caso das fundações de apoio, elas poderão celebrar contratos, convênios, acordos, ajustes e outros instrumentos congêneres com instituições públicas e privadas, inclusive agências de fomento e órgãos financiadores, recebendo diretamente os recursos financeiros necessários para a execução dos projetos.

As ICTs e agências de fomento continuarão, portanto, sujeitas à licitação, como determina o art. 37, XXI, da Constituição. No entanto, como o texto constitucional não impõe a existência de um procedimento licitatório único ou uniforme para a administração pública em toda sua extensão, é possível que a União, no exercício da competência (CF, art. 22, XXVII) para traçar normas gerais sobre a matéria, estabeleça procedimentos específicos para determinada categoria de órgãos ou entidades.

Como contrapartida a essa maior flexibilidade, a proposta impõe uma série de obrigações que resultam em maior transparência em todas as etapas da licitação e da execução contratual, criando, assim, condições para um controle público mais efetivo.

Dessa forma, a Medida Provisória proposta está afinada com as modernas tendências da gestão pública, que vão no sentido de oferecer maior autonomia e responsabilidade ao gestor, ao mesmo tempo em que ampliam e inovam os instrumentos de transparência e controle. Aliás, esclareça-se que tanto a inovação central da proposta, de remeter a regulamentos próprios a disciplina das compras e contratações de órgãos e entidades de ciência e tecnologia, como algumas de suas disposições específicas, foram redigidas com base no Anteprojeto de Lei Orgânica da Administração Pública Federal e Entes de Colaboração, elaborada pela Comissão de Juristas constituída pela Portaria n. 416, de 6 de dezembro de 2007, do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.

É esse o caso, por exemplo, da exigência de consulta pública previamente à aprovação dos regulamentos, igualmente prevista no art. 24, § 2º, do Anteprojeto de Lei Orgânica; dos dispositivos

que determinam que os órgãos de controle devem respeitar a autonomia das entidades para aplicar seus procedimentos e definir sua política de contratações, além de poderem propor a assinatura de termos de ajustamento de gestão, trazidas, respectivamente, nos art. 24, § 1º, e 57 daquele documento; e da diretriz para que os órgãos de consultoria jurídica prestem orientação quanto à adoção de medidas aptas a permitir a efetividade da ação administrativa, contida no art. 54 do Anteprojeto.

O segundo propósito específico da MP proposta é o de operar modificações na lei que trata das relações entre as instituições federais de ensino superior e de pesquisa científica e tecnológica e as fundações de apoio (Lei n. 8.958, de 20 de dezembro de 1994), de modo a prever que também as fundações de apoio poderão se valer de regulamentos próprios para as compras e contratações com recursos de origem pública. Cuida-se, em realidade, de alteração que decorre logicamente das demais modificações almejadas pela Medida Provisória, pois não faria sentido isentar da Lei n. 8.666/93 as entidades de ciência e tecnologia que integram a administração pública, mantendo-se as fundações de apoio – entidades privadas – sob o manto daquele diploma legal

A importância estratégica da ciência e tecnologia já fora reconhecida pela Constituição de 1988, que dedicou um capítulo específico ao tema e incumbiu o Estado de promover e incentivar o desenvolvimento científico, a pesquisa e a capacitação tecnológicas (art. 218). A relevância constitucional do setor foi reforçada, mais recentemente, pela ênfase a ele conferida pelo Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), que destinou cerca de R\$ 41 bilhões para o Plano de Ação 2007-2010: Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional. Para que esse investimento seja efetivamente aplicado, é preciso dotar as entidades encarregadas de sua execução de condições minimamente adequadas para cumprir a sua missão – e a existência de uma legislação de compras e contratações sintonizada com suas especificidades é um pressuposto básico nesse sentido.

Não se trata, ademais, de uma tarefa que possa ser postergada. Para a ciência e tecnologia, no mundo atual, a perda de um ano ou mesmo alguns meses pode significar danos irreparáveis à competitividade do país em determinado segmento ou, pior ainda, a falta de acesso a utilidades essenciais para a saúde ou vida humana, a exemplo de novas vacinas para enfrentar endemias e pandemias que afetam também o Brasil.

2. Acesso às unidades de conservação e à biodiversidade

O Brasil abriga 12% da biodiversidade mundial, sendo o país com maior diversidade biológica terrestre. Dessa forma, a pesquisa científica em biodiversidade, a produção de novos fármacos e de produtos alimentícios, questões estratégicas para o desenvolvimento do País, devem ser estimuladas. Para tanto, há tempos já foi identificada a necessidade de se construir uma agenda de pesquisa em biodiversidade no Brasil, passando pela constituição de um marco legal sólido, o que ainda não foi concretizado, tendo em vista os diversos desafios que ainda persistem.

Em razão da relativa “novidade” do conceito e do estudo do tema, o panorama normativo que regulamenta o acesso à biodiversidade pode ser considerado recente. Não obstante, a regulamentação do acesso à biodiversidade já é bastante complicada, constituindo por vezes verdadeiro entrave às atividades do cientista, especialmente com relação aos procedimentos burocráticos impostos para obtenção de autorização para o desenvolvimento de pesquisa científica. Em razão de crescente conflito de interesses entre os diversos atores que interagem nesse setor, e da

alegada necessidade de se combater a biopirataria, o acesso à biodiversidade vem sendo alvo de debates e discussões acaloradas ao longo dos últimos anos, sendo que diversos projetos de lei já foram apresentados para regulamentar esse assunto.

Além da Constituição Federal, que confere ao Estado, em todas as suas esferas, e à coletividade em geral, o dever de preservar o meio ambiente, no qual se inclui a biodiversidade, o primeiro documento legal e internacional no campo da preservação da biodiversidade e de seu uso sustentável foi a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), ratificada pelo Brasil em 1994, tendo três objetivos principais: (a) a conservação da diversidade biológica; (b) o uso sustentável de suas partes constitutivas; e (c) a repartição justa e equitativa dos benefícios que advêm do uso dos recursos genéticos. A chamada “Lei de Acesso” (MP n. 2.186-16/01) foi uma tentativa demasiadamente severa, do ponto de vista científico, de regulamentar a Constituição Federal e a CDB nessa matéria, tendo se mantido em meio a muitas discussões e críticas.

Alguns dos aspectos mais complexos da regulação brasileira para a questão do acesso à biodiversidade para o setor da ciência e tecnologia, identificados no estudo elaborado pelo SBPC e pelo ABC, dizem respeito a: inexistência de uma consolidada “Política Nacional da Biodiversidade”; a regulamentação precária da Lei de Acesso; aos procedimentos burocráticos para realização da pesquisa, passando pela obrigatória autorização do CGEN para o desenvolvimento de pesquisa científica que envolve Conhecimento Tradicional Associado (CTA), além do excesso de exigências para a coleta de material biológico, causando demora na obtenção de autorizações; a desarticulação dos órgãos de controle; e, por fim, a inclusão das pesquisas científicas nas sanções administrativas nas leis de proteção da fauna e flora, caracterização das atividades de pesquisa como crimes ambientais, em razão do desequilíbrio na proteção de dois bens jurídicos importantes ao desenvolvimento do País.

Com vistas a contribuir para a superação dos aspectos críticos apontados, a SBPC e a ABC apresentam as seguintes propostas de aperfeiçoamento:

- a) sensibilizar Poder Executivo, Congresso Nacional e formadores de opinião (acadêmicos, cientistas, sociedade civil em geral) para a imprescindibilidade de construção de uma Política Nacional de Biodiversidade, consoante os princípios constitucionais de preservação do meio ambiente, promoção do desenvolvimento científico e tecnológico e participação popular;
- b) articular junto ao Poder Público e à sociedade civil a promoção de uma Conferência Nacional da Biodiversidade, para firmar as bases da Política Nacional da Biodiversidade a partir da consulta aos diversos atores interessados;
- c) criar uma Câmara de Coordenação, no âmbito do Poder Executivo, para a condução e conclusão dos trabalhos de discussão do anteprojeto de lei de acesso, envolvendo os representantes de cada um dos Ministérios que com o tema tenham alguma interface, além de representantes da sociedade civil;
- d) concluir o processo de discussão do anteprojeto de lei de acesso, privilegiando-se uma visão global da biodiversidade, de acordo com as posições e preocupações da comunidade científica, e encaminhar para votação no Congresso Nacional;
- e) articular aprovação de Lei Complementar disciplinando o exercício de competência concorrente por parte dos Estados, municípios e Distrito Federal; e estimular Estados, Municípios e Distrito Federal a edição de normas coerentes com disciplina federal na regulamentação do acesso à biodiversidade em seu território;

- f) utilizar o CAT instituído para assessorar o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade para a proposição de aperfeiçoamentos nos procedimentos de autorização para a realização de pesquisas científicas;
- g) incorporar no anteprojeto de lei de acesso, que vem sendo discutido pelos diversos Ministérios, os benefícios e avanços trazidos pela Portaria n. 236/08 do Ministério do Meio Ambiente, especialmente com relação à transferência da atribuição de aprovar pesquisa às instituições científicas, e pelas Orientações Técnicas do CGEN;
- h) incorporar no anteprojeto de lei de acesso que vem sendo discutido pelos diversos Ministérios facilidades com relação aos procedimentos de autorização, de acordo com as necessidades da pesquisa;
- i) incentivar os órgãos públicos que atuam na regulamentação, fiscalização e controle do acesso à biodiversidade a realizarem e auxiliarem na viabilização de programas de capacitação dos agentes e gestores responsáveis, a fim de que adquiram familiaridade a respeito das peculiaridades da pesquisa científica e tecnológica, e segurança para aplicarem as normas;
- j) excluir as pesquisas científicas das restrições e sanções previstas nas leis de proteção da biodiversidade (fauna e flora) que as caracterizam como crimes ambientais;
- k) mudar a postura defensiva e repressiva inerente à lei de acesso quando da discussão e encaminhamento do anteprojeto de lei de acesso que vem sendo discutido pelos diversos Ministérios, no que tange às atividades do cientista.

3. Importação de insumos para pesquisa

A importação de determinados equipamentos, materiais e insumos é fundamental para o desenvolvimento da pesquisa científica e tecnológica, uma vez que alguns elementos essenciais para a atividade, inclusive para a constituição de uma infra-estrutura adequada para o seu desenvolvimento, ainda são produzidos apenas no exterior.

É função do Estado brasileiro promover a adequada regulação sobre a importação de bens, tendo em vista missão constitucional de incentivo ao desenvolvimento científico, à pesquisa e capacitação tecnológicas. Nesse sentido, em 1990 foi promulgada a primeira lei federal ocupando-se de promover algum tipo de incentivo à pesquisa científica, a Lei n 8.010/90, que isenta os bens destinados à pesquisa do Imposto de Importação (II), do Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), dentre outros incentivos.

Verifica-se, no entanto, que os procedimentos de importação de insumos para pesquisa são alvo de regulamentação sobreposta de diversos órgãos vinculados ao poder executivo federal. Além de portarias e convênios, instruções normativas são constantemente utilizadas pela Receita Federal e pela Anvisa para regulamentar a matéria.

A crescente importância das atividades de ciência e tecnologia na esfera global, a necessidade de desenvolvimento e projeção do Brasil nessa esfera e a intensificação da pressão da comunidade científica, resultaram em algumas iniciativas recentes do governo federal no sentido de procurar aperfeiçoar os procedimentos de importação de insumos, visando sua facilitação. O Decreto presidencial n. 6.262, de 20/11/2007, que determinou que órgãos e ministérios competentes

regulamentassem procedimento facilitado para a importação de bens e equipamentos destinados a pesquisa, é exemplo disso.

Não obstante os aparentes avanços ocorridos recentemente, o estudo elaborado pela SBPC e pela ABC procurou apontar alguns dos aspectos mais complexos da regulação brasileira para a questão da importação de insumos para pesquisa, identificando os seguintes pontos críticos: sobreposição de competências e normas, fragilidade normativa dos atos e instruções, excesso de exigências documentais para importação, não concessão de benefícios da importação facilitada a remessa expressa, conflito de normas infralegais e abertura para arbitrariedade e abuso dos agentes fiscais e de controle.

Com vistas a contribuir para a superação dos aspectos críticos apontados, a SBPC e a ABC elaborou um conjunto de propostas de aperfeiçoamento:

- a) propor Portaria Interministerial para unificar, em um só documento, as definições e regras quanto aos procedimentos de importação e as instancias de fiscalização, visando facilitar a operação por parte do cientista, evitando assim a sobrefiscalização (distribuir as competências entre os agentes de forma mais clara e precisa);
- b) incorporar nessa Portaria Interministerial os avanços trazidos por Instruções Normativas da Receita Federal (IN n. 799/07) e da Anvisa (RDC n. 1, de 22/1/2008);
- c) propor a desburocratização do procedimento de importação de materiais, por meio da diminuição das exigências documentais, eliminando a necessidade de encaminhar documentos repetidos nas diversas etapas da importação;
- d) alterar a RDC n. 1, de 22/1/2008, da Anvisa, para permitir expressamente os benefícios da importação facilitada aos serviços de entrega expressa, e não apenas as modalidades Siscomex e remessa postal;
- e) propor critérios que limitem a discricionariedade exercida pelo agente fiscal nos termos do art. 49 da IN SRF n. 680/2006;
- f) incentivar os órgãos públicos que atuam na regulamentação, fiscalização e controle da importação de materiais e insumos para a pesquisa a realizarem e auxiliarem na viabilização de programas de capacitação dos agentes, fiscais e gestores responsáveis, a fim de que adquiram familiaridade a respeito das peculiaridades dos insumos e materiais destinados à pesquisa científica e tecnológica, habilidade para distinção da natureza dos produtos, e, finalmente, segurança para aplicarem as normas existentes.

4. Conclusão

O propósito da SBPC e da ABC ao elaborar este estudo detalhado foi o de estimular o debate público sobre os impactos positivos e negativos da legislação brasileira para o desenvolvimento da ciência e tecnologia do Brasil e, conseqüentemente, de impulsionar um processo de aperfeiçoamento do ambiente legal. Dessa forma, não teve a pretensão nem de esgotar as matérias que merecem atenção, nem o catálogo de questões críticas em relação àquelas que foram objeto de análise e nem, muito menos, as propostas que podem ser encampadas para enfrentá-las. Por essa razão, o estudo constitui apenas o primeiro passo de um processo mais amplo que há de se desdobrar em, pelo menos, duas frentes.

A primeira diz respeito à crítica, revisão e implementação das propostas aqui traçadas. Para tanto, a SBPC submete este texto ao escrutínio de outras instituições e profissionais com experiência nas matérias objeto de exame, liderando a formação de uma agenda mínima de melhoria do ambiente legal para a ciência e tecnologia no País. Ademais, o histórico de competência, compromisso e ética da SPBC colocam-na em uma posição privilegiada para dialogar com as lideranças políticas, tanto no Executivo como no Legislativo, a fim de sensibilizá-las para a importância da implementação dessa pauta coletivamente construída.

A segunda frente de atuação consiste na ampliação dos temas cuja legislação foi objeto de análise, dando-se continuidade a este estudo para abordar também questões relacionadas ao arcabouço institucional, espaços e instrumentos de articulação intersetorial, instrumentos de fomento, fundos setoriais, propriedade intelectual ou cooperação internacional, por exemplo.

No mundo contemporâneo, onde o conhecimento e a inovação são fatores-chave para o desenvolvimento de uma sociedade, poucas iniciativas assumem um papel tão estratégico. Sem ciência e tecnologia, nenhum dos grandes desafios do Brasil e da humanidade – aquecimento global, melhoria dos ambientes urbanos, democratização da informação e tantos outros – poderão ser superados. Tornar a legislação um fator de estímulo, e não de entrave, às atividades do setor nunca foi uma tarefa tão premente.

Um Olhar sobre a Ciência Brasileira e sua Presença Internacional

Jacob Palis (Presidente da Academia Brasileira de Ciências)

Senti-me muito honrado com o recente convite do Ministro da Ciência e Tecnologia Sergio Rezende e do Secretário Executivo Luiz Antonio Elias para que eu escrevesse o presente artigo no contexto da 4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação. Aceitei-o de imediato com muita satisfação e, ao mesmo tempo, com a clara percepção de que tratava-se de um grande desafio, ainda assim bem menor do que aquele do meu colega Luiz Davidovich ao ser convidado para coordenar a Conferência: mínimo seria o tempo de elaboração e mínimo deveria ser o tamanho do texto. Afinal, nenhum nem outro foram tão mínimos, mas ainda assim muito reduzidos. Espero que o artigo contribua para a discussão de onde estamos com nossa Ciência e onde poderemos estar em 2020 com as propostas contidas, ao lado de tantas outras que serão apresentadas nesta importante Conferência.

Preâmbulo

Embora tenhamos tido nossos heróis no passado, como Carlos Chagas, nossa ciência é muito jovem, se comparada com a dos Estados Unidos e de um bom número de nações européias. De fato, seus contornos institucionais só começam a ter nitidez com a criação, por exemplo, da Academia Brasileira de Ciências (inicialmente intitulada Sociedade Brasileira de Ciências) e das Universidades do Brasil e São Paulo, todas elas há menos de cem anos.

Também é relativamente recente a institucionalização do apoio governamental à Ciência e Tecnologia. O Conselho Nacional de Pesquisas, posteriormente denominado Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, foram criados em 1951 e constituíram-se em marco histórico para o nosso avanço em C&T. Seguiu-se, na década seguinte, a extraordinária participação do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico - BNDE (atualmente BNDES), através do FUNTEC para apoio à ciência e à tecnologia básicas e posteriormente com a criação da Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP. De primeira importância foi também no final dos anos sessenta a organização de nossa pós-graduação pelo Conselho Federal de Educação, fundamentado no notável Parecer Sucupira, que designou a CAPES, do Ministério da Educação, como a instituição nacional que qualifica os programas de mestrado e doutorado, tendo por base na excelência científica dos grupos de pesquisa responsáveis pela execução dos mesmos. Introduz-se, nesta ocasião o tempo integral e dedicação exclusiva nas universidades, o que mais tarde passou a vigorar também em nossos institutos de pesquisa. Com a criação do Ministério da Ciência e Tecnologia, em 1985, o CNPq e a FINEP passaram a dele fazer parte e são suas principais agências na promoção de C,T&I.

O retrato institucional da Ciência Brasileira atualmente é bem mais amplo e sólido. Os centros de pesquisa científico-tecnológico em universidades, institutos ou empresas, em maior ou menor escala, espalham-se pelo país e envolvem recursos humanos em números impensáveis há três ou quatro décadas, ainda assim insuficientes para galgarmos o primeiro escalão de países avançados e não nos distanciarmos dos países do BRIC. É certo que o conhecimento científico-tecnológico, criativo e renovador, é reconhecido a nível do Governo Federal como um todo e crescentemente pela mídia e a sociedade em geral, como instrumento fundamental para um desenvolvimento sócio-econômico harmônico e sustentável. Assim é que foi possível ao MCT instalar recentemente uma rede formidável de Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia - INCTs, que substituem os Institutos do Milênio, com o apoio dos Ministérios da Saúde e Educação, e ainda o BNDES e a Petrobras, aprovar várias leis de incentivo à integração Academia-Empresa e elaborar um plano nacional de C&T como eixo orientador de uma política de Estado.

A grande e extraordinária novidade é a vitalidade das Fundações de Amparo às Pesquisas (FAPs), presente em quase todos os estados brasileiros, e das Secretarias de Ciência e Tecnologia, existentes em todos eles. Dentre as FAPs cabe destacar a FAPESP, a pioneira delas, e mais recentemente a FAPERJ e a FAPEMIG que têm dado notável contribuição ao avanço da ciência em seus estados, incluindo aí a integração Academia-Empresa e a cooperação internacional. Cabe ainda destaque aos desempenhos da FAPEAM, FAPESPA, FAPESC, FACEP e FAPESB, dentre outras que também atuam nas linhas acima. Além de ativas em seus próprios estados, e várias delas participarem do programa de INCTs, as FAPs hoje constituem fonte de políticas públicas nacionais, e até instituindo redes de pesquisa entre si em parceria com instituições federais, como foi o caso recente de uma rede em malária em parceria com o CNPq e o Departamento de C&T do Ministério da Saúde e outra em dengue, em parceria com o CNPq.

É dentro deste quadro institucional bem mais amplo, que trataremos de relevantes avanços recentes de nossa C&T e faremos propostas para ampliar tais avanços até 2020 .

Avanços recentes da produção científica

O avanço da ciência brasileira tem sido notável nas últimas décadas, como apontam as três tabelas Relative Impact – Brazil, all fields, Science in Brazil 1998-2002 e Science in Brazil 2003-2007, em termos de médias de citações de artigos científicos atribuídos ao Brasil publicados em revistas indexadas em relação às médias mundiais, em intervalos de 5 anos.

A primeira delas mostra que o impacto médio relativo a todas as áreas do conhecimento *em conjunto* em relação à correspondente média mundial no

período 1997-2001, evoluiu de 0,53 para 0,63 no período de 2004-2008 o que corresponde a um avanço de 19%.

Tabela 1. Relative Impact – Brazil, all fields

Years	BRAZIL		
	Impact (A)	Imp Base (B)	(A)/(B)
1981-1985	1,30	2,72	0,48
1982-1986	1,28	2,75	0,47
1983-1987	1,35	2,78	0,49
1984-1988	1,28	2,82	0,45
1985-1989	1,26	2,87	0,44
1986-1990	1,26	2,93	0,43
1987-1991	1,24	3,01	0,41
1988-1992	1,35	3,09	0,44
1989-1993	1,45	3,17	0,46
1990-1994	1,53	3,23	0,47
1991-1995	1,64	3,30	0,50
1992-1996	1,77	3,44	0,51
1993-1997	1,85	3,54	0,52
1994-1998	1,91	3,62	0,53
1995-1999	1,98	3,74	0,53
1996-2000	2,00	3,81	0,52
1997-2001	2,10	3,96	0,53
1998-2002	2,25	4,05	0,56
1999-2003	2,37	4,18	0,57
2000-2004	2,47	4,22	0,59
2001-2005	2,63	4,38	0,60
2002-2006	2,76	4,47	0,62
2003-2007	2,88	4,58	0,63
2004-2008	2,94	4,70	0,63

Fonte: Thomson Reuters. National Science Indicators. Database - Standard ESI. CD-ROM 2008.

Há um outro indicador que julgo relevante, em que se dá igual peso ao impacto relativo de nossas publicações em cada área do conhecimento e que também aponta para um avanço significativo da ciência brasileira nos últimos anos. Para calculá-lo, tomamos as médias do impacto relativo das publicações do Brasil em relação às correspondentes médias mundiais separadamente para cada uma das 21 áreas do conhecimento listadas nas tabelas 2 e 3, relativas aos períodos 1998-2002 e 2003-2007. A média de tais médias de impacto relativo em relação ao mundo por área do conhecimento avança de 0,61 para 0,66 o que dá um aumento de 8,2% do impacto relativo de nossas publicações entre os dois períodos.

Tabela 2. Science in Brazil 1998 -2002

Field	Percentage of papers from Brazil	Relative impact compared to world	Percentage
Agricultural Sciences	2,96	-60	0,40
Physics	2,12	-25	0,73
Space Science	1,92	-27	0,73
Microbiology	1,91	-47	0,53
Plant & Animal Science	1,87	-44	0,56
Pharmacology	1,57	-41	0,59
Mathematics	1,51	-20	0,80
Biology & Biochemistry	1,47	-62	0,38
Ecology/Environmental	1,43	-18	0,82
Chemistry	1,37	-36	0,64
Brazil's overall percent share, all fields: 1.34			
Materials Science	1,26	-24	0,76
Molecular Biology	1,26	-73	0,27
Imunology	1,24	-54	0,46
Geosciences	1,18	-25	0,75
Engineering	1,01	-22	0,78
Neurosciences	0,96	-47	0,53
Clinical Medicine	0,95	-35	0,65
Social Sciences	0,76	-57	0,43
Computer Science	0,72	-22	0,78
Psychology/Psychiatry	0,36	-16	0,84
Economics & Business	0,34	-54	0,46
Average			0,61

SOURCE: *National Science Indicators*, 1981-2007 (containing listings of output and citation statistics for more than 170 countries; available in standard and deluxe versions from the Research Services Group).

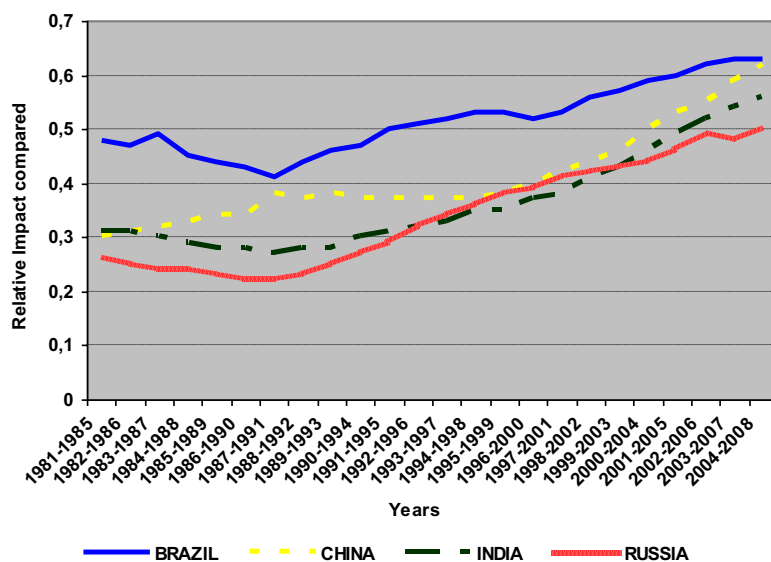
Tabela 3. Science in Brazil 2003-07

Field	Percentage of papers from Brazil	Relative impact compared to world	Percentage
Agricultural Sciences	4.05	-45	0,55
Plant & Animal Science	3.02	-42	0,58
Microbiology	2.53	-40	0,60
Pharmacology	2.48	-35	0,65
Physics	2.13	-14	0,86
Biology & Biochemistry	2.12	-56	0,44
Space Science	2.05	-31	0,69
Immunology	2.04	-51	0,49
Ecology/Environmental	1.96	-12	0,88
Mathematics	1.82	-11	0,89
Brazil's overall percent share, all fields: 1.80			
Chemistry	1.69	-29	0,71
Molecular Biology & Genetics	1.65	-66	0,34
Neurosciences & Behavior	1.61	-42	0,58
Materials Science	1.54	-34	0,66
Clinical Medicine	1.52	-31	0,69
Geosciences	1.45	-12	0,88
Engineering	1.30	-18	0,82
Computer Science	1.05	-31	0,69
Social Sciences	1.00	-38	0,62
Psychology/Psychiatry	0.62	-27	0,73
Economics & Business	0.48	-41	0,59
Average			0,6

SOURCE: *National Science Indicators*, 1981-2007 (containing listings of output and citation statistics for more than 170 countries; available in standard and deluxe versions from the Research Services Group).

No que tange ao impacto relativo, em termos de médias de citações de artigos científicos para todas as áreas do conhecimento em conjunto, o Brasil estava à frente dos demais países do BRIC (China, Índia e Rússia), como mostra a figura abaixo. Mas nossa posição está ameaçada pela China e pela Índia.

Gráfico 1.



Source: Thomson Reuters National Science Indicators

A situação descrita acima deve servir de motivação para que o esforço do Brasil em C&T seja crescente, na verdade em C,T&I, afim de continuarmos na posição de destaque isolado na América Latina, sermos competitivos com os demais países, particularmente os do BRIC, e caminharmos solidamente para alcançar padrões semelhantes aos dos países avançados em futuro relativamente próximo.

Também em termos de número de artigos científicos publicados em revistas indexadas, nosso crescimento tem sido extraordinário, muito acima da média mundial, como se vê pela tabela 4 e gráficos 2 e 3 abaixo que indicam o crescimento do número de nossos trabalhos ao longo dos anos e seu percentual em relação aos trabalhos científicos de todo mundo.

Tabela 4. Number of papers and percent share in the world

Year	BRAZIL		
	Papers Brazil (A)	Papers World (B)	% Papers (A)/(B)
1981-1985	11.560	2.442.133	0,47
1982-1986	12.199	2.517.331	0,48
1983-1987	12.584	2.569.103	0,49
1984-1988	13.091	2.627.219	0,50
1985-1989	13.798	2.705.569	0,51
1986-1990	15.028	2.768.437	0,54
1987-1991	16.391	2.830.785	0,58
1988-1992	18.417	2.931.764	0,63
1989-1993	20.193	3.015.294	0,67
1990-1994	22.253	3.135.917	0,71
1991-1995	24.640	3.271.659	0,75
1992-1996	27.290	3.413.565	0,80
1993-1997	29.958	3.517.849	0,85
1994-1998	34.113	3.632.560	0,94
1995-1999	38.919	3.704.376	1,05
1996-2000	43.332	3.744.359	1,16
1997-2001	48.203	3.787.141	1,27
1998-2002	53.722	3.834.492	1,40
1999-2003	59.132	3.950.613	1,50
2000-2004	64.030	4.025.939	1,59
2001-2005	71.205	4.227.462	1,68
2002-2006	78.898	4.412.101	1,79
2003-2007	85.453	4.592.036	1,86
2004-2008	101.263	4.865.868	2,08

Fonte: Thomson Reuters. National Science Indicators. Database - Standard ESI. CD-ROM 2008.

Gráfico 2.

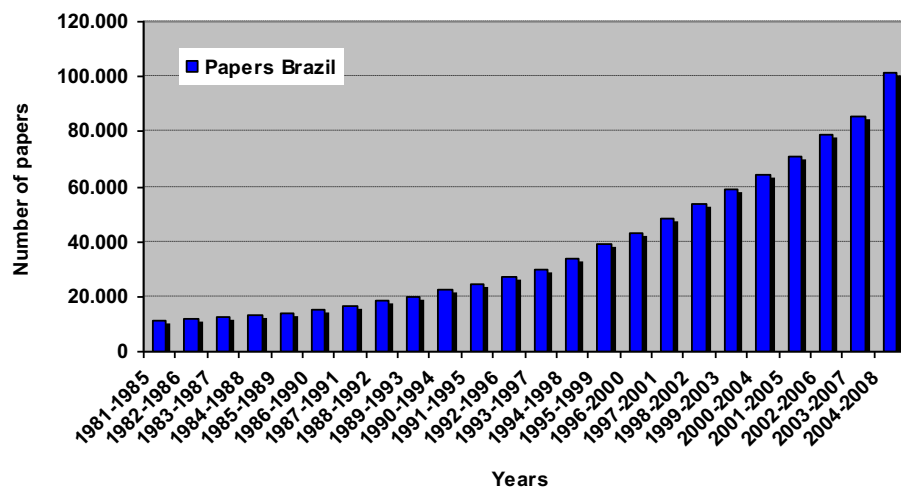
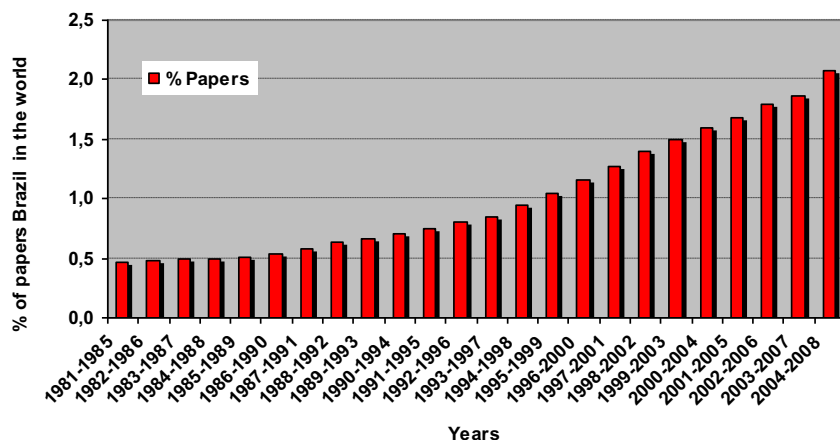


Gráfico 3.



Fonte: Thomson Reuters. National Science Indicators. Database - Standard ESI

Em consequência de números tão favoráveis, em 2008 já ocupávamos o 13º lugar de acordo com a tabela 5 do *Information Sciences Institute- ISI* ou 14º de acordo com SCOPUS.

Tabela 5.

Países	ISI		SCOPUS	
	Rank	Nº Artigos	Rank	Nº Artigos
EUA	1	340.638	1	344.167
CHINA	2	112.804	2	230.780
REINO UNIDO*	3	87.424	3	113.940
ALEMANHA	4	79.541	4	101.504
JAPÃO	5	78.444	5	98.865
FRANÇA	6	64.493	6	77.092
CANADÁ	7	53.299	7	65.515
ITÁLIA	8	50.367	8	61.926
ESPAÑA	9	41.988	9	49.642
INDIA	10	38.700	10	47.905
AUSTRÁLIA	11	36.787	11	45.003
CORÉIA DO SUL	12	35.569	12	42.403
BRASIL	13	30.415	14	32.929
HOLANDA	14	28.443	13	34.266
RÚSSIA	15	27.909	15	31.281
TAIWAN	16	22.608	16	30.815
SUÍÇA	17	21.065	17	25.028
TURQUIA	18	20.794	18	22.831
POLÔNIA	19	19.533	20	20.893
SUÉCIA	20	19.127	19	22.488
BÉLGICA	21	16.194	21	19.501
ISRAEL	22	12.331	23	15.980
IRÃ	23	12.327	22	16.365
AUSTRIA	24	11.607	25	13.818
DINAMARCA	25	11.089	27	12.587
GRÉCIA	26	10.875	26	13.762
FINLÂNDIA	27	10.562	28	12.238
MÉXICO	28	9.787	24	14.335
NORUEGA	29	9.407	32	10.369
REPÚBLICA TCHECA	30	8.762	30	10.628
PORTUGAL	31	8.629	31	10.509
CINGAPURA	32	7.811	29	10.927
MUNDO		1.339.329		1.660.292

Uma visão que situa nossa produção científica no cenário mundial, no período 2004-2008, tanto no que diz respeito a um indicador quantitativo, traduzido pelo percentual de artigos em cada área do conhecimento no Brasil e no mundo, quanto a um indicador que aponta para o aspecto qualitativo, qual seja a média global do impacto relativo de nossos artigos científicos em todas as áreas do conhecimento em conjunto em relação à correspondente média mundial encontra-se na tabela 6.

**Tabela 6. Scientific Production: 22 Standard Fields
- Brazil X World 2004 - 2008***

STANDARD FIELDS	WORLD			BRAZIL			
	Papers	Citations	Impact	Papers	% World	Citations	Impact
	Number			Number			
1 Agricultural Sciences	99,744	285,478	2,9	5,376	5,4	7,368	1,4
2 Biology & Biochemistry	272,33	2.009.527	7,4	5,867	2,2	20,019	3,4
3 Chemistry	587,028	2.977.516	5,1	10,478	1,8	34,829	3,3
4 Clinical Medicine	1.008.201	5.807.706	5,8	18,408	1,8	71,648	3,9
5 Computer Science	150,142	226,897	1,5	2,034	1,4	1,922	0,9
6 Economics & Business	73,287	155,873	2,1	377	0,5	429	1,1
7 Engineering	395,352	780,988	2,0	5,753	1,5	10,844	1,9
8 Environment/Ecology	131,825	583,609	4,4	3,578	2,7	12,240	3,4
9 Geosciences	136,314	536,513	3,9	1,971	1,5	6,346	3,2
10 Immunology	60,152	596,174	9,9	1,352	2,3	7,439	5,5
11 Materials Science	231,418	698,366	3,0	3,507	1,5	7,492	2,1
12 Mathematics	125,072	170,677	1,4	2,230	1,8	2,742	1,2
13 Microbiology	81,508	573,185	7,0	2,475	3,0	9,846	4,0
14 Molecular Biology & Genetics	138,303	1.566.285	11,3	2,506	1,8	9,133	3,6
15 Multidisciplinary	22,264	90,096	4,1	444	2,0	830	1,9
16 Neuroscience & Behavior	146,224	1.173.716	8,0	3,600	2,5	13,527	3,8
17 Pharmacology & Toxicology	90,877	492,839	5,4	2,578	2,8	8,660	3,4
18 Physics	467,316	1.943.951	4,2	10,860	2,3	40,319	3,7
19 Plant & Animal Science	270,294	857,683	3,2	12,561	4,7	19,434	1,6
20 Psychiatry/Psychology	119,744	509,368	4,3	1,034	0,9	2,656	2,6
21 Social Sciences, general	198,774	394,491	2,0	2,993	1,5	2,971	1,0
22 Space Science	59,699	426,221	7,1	1,281	2,2	7,174	5,6
TOTAL DATA	4,865,868	22,857,159	4,7	101,263	2,2	297,87	2,9

* Source: National Science Indicators - Standard Data Base - ISI Thomson Reuters 2008

Avanços na pós-graduação

A partir de 1995, cerca de três décadas e meia após sua organização em bases nacionais, ela passa a se expandir de maneira vigorosa. A titulação de doutores em programas credenciados pela CAPES vai de cerca de 2.000 naquele ano para cerca de 11.500 em 2009, com taxa anual média acima de 12%. O número de mestres titulados cresce de cerca de 8.000 para cerca de 35.700 com taxa anual média de cerca de 10,5% .

No final de 2009, segundo a CAPES, o sistema nacional de pós-graduação compunha-se de cerca de 2.750 programas e 4.122 cursos, aproximadamente 60% deles de mestrado, 35% de doutorado e o restante de mestrado profissionalizante, com 52.750 alunos de doutorado e cerca de 97.400 de mestrado. Da ordem de um terço dos alunos possuem bolsas de estudo, sendo 17.500 de doutorado e o número de professores é de aproximadamente 44.000.

Tabela 7. Percentagem do número de programas e alunos titulados por grandes áreas do conhecimento - 2009

Área	Programas	Doutorado	Mestrado
Ciências Biológicas	8%	11%	7%
Ciências da Saúde	17%	20%	15%
Ciências Exatas e da Terra	10%	10%	8%
Engenharias	11%	11%	12%
Ciências Agrárias	11%	13%	11%
Ciências Sociais Aplicadas	13%	8%	14%
Ciências Humanas	14%	17%	19%
Linguística, Letras e Artes	5%	6%	7%
Multidisciplina	11%	4%	7%

Fonte: CAPES

Se mantidas as taxas médias anuais acima, titularíamos 40.000 doutores e 107.000 mestres em 2020. Teríamos um crescimento muito robusto das atividades de C&T no país e é absolutamente necessário que aí se inclua o setor empresarial, que contribuiria em boa parte dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento e absorção de nossos recursos humanos nesta área. A sigla C,T&I estaria plenamente justificada.

Quanto aos recursos humanos disponíveis para C&T no Brasil, estimou-se em cerca de 211.000 o número total de doutores, mestres e técnicos em 2008, dentre os quais cerca de 69.000 doutores e 86.000 mestres. (segundo indicado em slides do CGEE). Por outro lado, de acordo com os dados do Pnad 2008 do IBGE, em 2008

tínhamos no Brasil 96.378.972 de pessoas ocupadas (34.018.537 empregados com carteira), o que daria 2,19 pesquisadores / técnicos para cada 1.000 pessoas ocupadas.

Se estimarmos, com uma boa dose de otimismo, uma taxa de um crescimento médio anual de 8% do número de pesquisadores / técnicos atuando em C&T no Brasil, chegaríamos em 2020 com um contingente de 492.000. Enquanto isso a população brasileira crescerá de 190 milhões, em 2008, para 207 milhões, em 2020 (Fonte: IBGE). Assim, em 2020 teríamos 4 pesquisadores / técnico para cada 1.000 pessoas ocupadas, se o número de pessoas ocupadas subisse para 60% da população, um número bem mais próximo daqueles de países mais avançados. Observamos que a taxa de crescimento médio que utilizamos de 8% em recursos humanos para C&T é expressiva, mas bastante inferior às taxas anuais de crescimento mais recentes do número de doutores e mestres titulados a cada ano.

Investimentos em C,T&I em termos do PIB

Como vimos anteriormente, a ciência brasileira apresenta um quadro auspicioso de avanço exuberante em uma década e meia e grande entusiasmo atual de sua comunidade de pesquisadores em relação a perspectivas futuras, a curto e médio prazos.

O entusiasmo vem da sensação de termos contribuído para criar uma rede expressiva de ambientes em todas as regiões do país em que prepondera o anseio pela descoberta científica, que aqui significa científico-tecnológico, e o estímulo para que jovens de grande talento compartilhem do mesmo sentimento e determinação.

Hoje, nossos recursos para as atividades C,T&I ultrapassaram 1% do Produto Interno Bruto - PIB, estimando-se para 2010 que eles fiquem próximos a 1,2%, com o setor empresarial participando com cerca de 50% deste esforço, em atividades de pesquisa e desenvolvimento.

Há, porém que redobrar o esforço, e de forma sustentável, nos próximos 10 anos para que cheguemos em 2020 com nossas atividades de C,T&I contribuindo decisivamente para o avanço científico-econômico do país e o bem estar harmônico de nossa sociedade, a nível dos países mais avançados. Importante também é manter nossa forte presença no cenário internacional, brevemente descrita na última parte deste artigo. Tal presença baseia-se em nossa competência científica e se arrefecermos nossos esforços, ela certamente será declinante, inclusive em nossas atividades de cooperação científico-tecnológico com outros países.

Nossa proposta é que isso se faça de forma planejada e consistente nos próximos 10 anos para que possamos desenhar o quadro da ciência brasileira com cores

mais vivas e nos situe no conjunto de países que mais contribuem para o avanço de C,T&I

Assim, projetando para o Brasil - 2020 um acréscimo em relação a 2009 de duas vezes e meia a três vezes:

- na titulação anual de mestres e doutores, com a devida prioridade na concessão de bolsas de estudos nas áreas consideradas mais estratégicas e/ou carentes no país;
 - no contingente de pesquisadores / técnicos da área de C,T&I no país, inclusive investimentos no treinamento de técnicos de laboratórios;
 - na produção de trabalhos científicos em revistas qualificadas;
 - em investimentos nas atividades de buscas e estímulo de talentos como as de olimpíadas científicas, e ensino de ciência, com a correspondente capacitação de professores;
 - em investimentos nas atividades de cooperação científica internacional;
 - em investimentos em infra-estrutura, com a expansão do sistema universitário, institutos de pesquisa e laboratórios, inclusive de grande porte;
- e
- termos o dispêndio empresarial em P&D duplicado em termos do PIB de 0,56% em 2008 para 1,12% em 2020;
 - aperfeiçoarmos os mecanismos de formação e fixação de cientistas nas regiões do país que mais carecem de sólida competência em ciência e tecnologia, provendo a infra-estrutura necessária;
 - aperfeiçoarmos os mecanismos de absorção de cientistas estrangeiros, sobretudo de jovens talentos, tendo em conta nosso vigoroso avanço em C&T e remuneração bastante competitiva em relação, por exemplo aos países europeus,

propomos que o Brasil atinja 2% de seu PIB em investimentos em C,T&I em 2020, com crescimento anual de cerca de 5,5% em nossos investimentos em C,T&I nos próximos 10 anos.

Difícil? Não é impossível, mas exige muito esforço e entusiasmo.

Observamos que em recente reunião dos BRIC em abril do corrente ano em Brasília, um dos representantes da China declarou que a meta do país é investir 2,5% de seu PIB em Pesquisa e Desenvolvimento.

A Presença Internacional da Ciência Brasileira

Temos hoje uma presença muito forte de nossa ciência no cenário internacional. De fato, nossos cientistas participam de atividades das principais instituições internacionais de ciência, freqüentemente em posições de primeira importância. Ao mesmo tempo nossas agências de fomento, federais e estaduais, promovem de maneira muito expressiva variadas ações de cooperação científica internacional. Várias de nossas instituições e empresas desfrutam de grande prestígio em todo o mundo por sua competência científico-tecnológica.

Relatamos a seguir, de forma sucinta, exemplos que consubstanciam o reconhecimento internacional de nossa ciência e de nossos avanços e conquistas científico-tecnológicas. De singular importância tem sido a atuação da Academia Brasileira de Ciência – ABC, como o apoio do Ministério de Relações Exteriores.

G8+5

Cientistas das Academias de Ciências do grupo G8+5 - África do Sul, Alemanha, Brasil, Canadá, China, Estados Unidos, França, Índia, Itália, Japão, México, Reino Unido e Rússia, além do Egito como observador -, vêm se reunindo para oferecer propostas de primeira importância em C&T aos líderes políticos desses países em suas reuniões do G8+5.

Fórum Internacional de Ciência e Tecnologia para a Sociedade (STS Forum)

O *STS Forum* congrega cientistas, empresários e *policy makers* em nível internacional. A ABC tem tido atuação destacada no encontro de presidentes de Academias que ocorre durante as reuniões anuais, no Japão. O último encontro contou com 21 ministros de C&T, inclusive o Ministro Sergio Rezende, que proferiu uma palestra inaugural, representantes de 87 países, 11 detentores do prêmio Nobel, mais de 800 cientistas e uma centena de executivos de empresas e organizações sociais.

Fórum Mundial de Ciências

O *Fórum Mundial de Ciências* é realizado bianualmente em Budapeste, Hungria, desde 1999. Em 2009, estiveram presentes ao evento os presidentes da Hungria e da Academia local, o diretor geral da Unesco, a presidente do ICSU, os presidentes do CNPq e da ABC, dentre muitos outros representantes de governos e da comunidade científica internacional. O Brasil poderá ser o primeiro país, que não a Hungria, a sediar o Fórum Mundial de Ciências em 2013.

Academia de Ciências para o Mundo em Desenvolvimento – TWAS

A TWAS é uma instituição ligada à UNESCO e sediada em Trieste, na Itália, que promove a capacidade e a excelência científica como base para o crescimento socioeconômico dos países em desenvolvimento. A partir de 2007, a presidência da TWAS é ocupada por um cientista brasileiro. Estão instalados na sede da ABC, desde então, o escritório da Presidência e o Escritório Regional da TWAS (TWAS-ROLAC).

International Council for Sciences – ICSU

A ABC compõe o Comitê Executivo do ICSU, que congrega as Uniões Internacionais de Ciências, Academias e Conselhos Nacionais de Ciências, com uma representação de mais de cem países. Recentemente, vários cientistas

brasileiros ocuparam sua vice-presidência do mesmo. O ICSU tem sido responsável pela implementação de importantes programas interdisciplinares globais, essenciais para um desenvolvimento sustentável. Entre eles, destaca-se o International Geosphere-Biosphere Programme (IGBP), que tem um cientista brasileiro como atual presidente.

Inter-Academy Panel for e International Issues – IAP

A ABC participou ativamente da criação do IAP, que hoje reúne 92 Academias de Ciências de diferentes países e presidiu, em parceria com a França, o primeiro mandato da entidade. Vêm sendo conduzidos diversos programas internacionais, entre eles o de Educação para Ciência e o Programa de Águas, este tendo a ABC como principal responsável.

Inter-Academy Council – IAC

A ABC também integra a diretoria do IAC, que é um braço executivo do IAP, formado por 15 Academias. Como destaque entre seus estudos, o IAC publicou, em vários idiomas, os livros *Inventing a Better Future - a strategy for building worldwide capacities in science and technology*, que teve como um dos seus dois coordenadores um cientista brasileiro, e *Lightining the Way*, sobre Energia, tendo outro cientista brasileiro como um de seus coordenadores. Recentemente, as Nações Unidas solicitaram ao IAC que formasse um grupo de cientistas para uma análise e possível revisão do famoso relatório sobre mudanças climáticas conhecido como IPCC. Um dos membros da ABC foi designado pelo IAC pra fazer parte deste seletto grupo.

Interamerican Network of Academies of Science (IANAS)

A IANAS é um braço regional do InterAcademy Panel (IAP) nas Américas. A IANAS tem como objetivo o fortalecimento das Academias de Ciências existentes na região, além de apoiar a criação de novas Academias. A Secretaria da IANAS funciona na ABC e a rede, que tem sido co-dirigida por um cientista brasileiro, vem desenvolvendo dois programas no continente - Águas e Educação -, ambos liderados por cientistas nacionais.

Cooperação Internacional e nossas principais Agências Federais de Fomento

A colaboração internacional é de importância vital para o avanço científico de qualquer nação. Nossos cientistas, instituições, Ministérios e suas agências de fomento, e as FAPs, compartilham com entusiasmo deste princípio e a colaboração científica do Brasil tem crescido lado a lado com o avanço que nossa ciência tem experimentado em época recente.

O quadro abaixo indica os principais parceiros do Brasil, que inclui países tradicionais de reconhecido nível científico, em que se destacam Estados Unidos,

Inglaterra, França e Alemanha, e vários de nossos vizinhos, com destaque para a Argentina.

Levando em conta apenas os países ai mencionados, nossa colaboração internacional envolve 34,1% dos nossos trabalhos científicos publicados no período 2003-2007. Já é um percentual muito expressivo

Tabela 8: Brazil's leading international research partners in the period 2003-2007

2003 - 2007		Share (%) of Brazil Total
13,349	USA	11.1
4,162	UK	3.5
4,131	France	3.4
3,727	Germany	3.1
2,358	Italy	2.0
2,382	Canada	2.0
2,313	Spain	1.9
2,092	Argentina	1.7
1,381	Portugal	1.1
1,226	Netherlands	1.0
1,165	Japan	1.0
953	Russia	0.8
913	Mexico	0.8
795	Chille	0.7

Thomson Reuters: Global Research Report – The new geography of science

A CAPES e a Cooperação Internacional

A Diretoria de Relações Internacionais – DRI , foi instituída no final de 2007, responsável pelos programas de bolsas no exterior (CGBE) e a cooperação internacional (CGCI). Foram incrementadas associações com algumas agências congêneres de outros países, visando a concessão de bolsas em parceria e de maneira induzida, em torno não apenas de solicitações individuais, como também a partir de demandas de grupos de pesquisa e instituições de ensino superior e ainda de demandas governamentais, estas em especial através da interação com o Ministério das Relações Exteriores. Em 2009, o investimento neste setor foi da ordem de mais de R\$ 1,1 milhão.

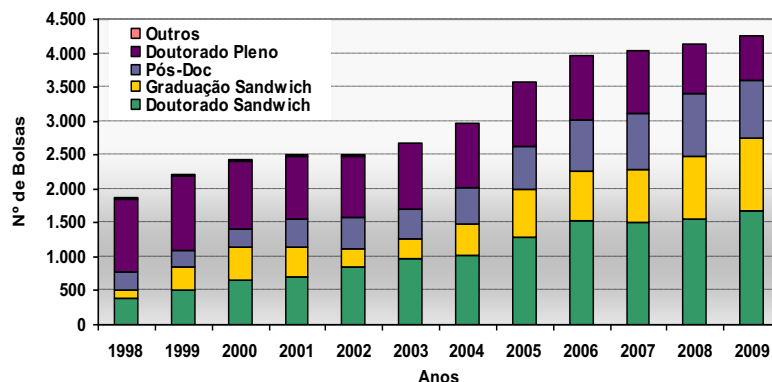
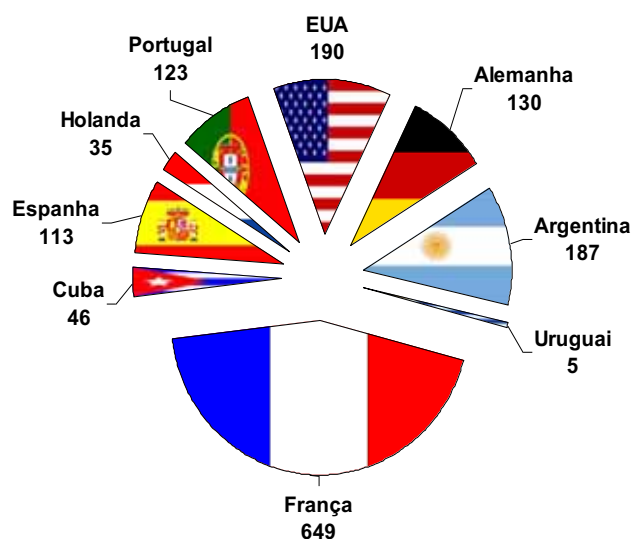


Gráfico 4. Evolução das concessões de Bolsas no Exterior – todas modalidades

A CGCI atua em três frentes: programas Sul-Norte, Sul-Sul e especiais. Nesta última categoria enquadram-se, por exemplo, Escola de Altos Estudos, programas com países Africanos e Latino Americanos. De fato, são sete principais ações internacionais da CAPES: bolsas individuais no exterior, colégios doutorais, projetos conjuntos de pesquisa e parceria universitárias, professores visitantes do estrangeiro, escolas de altos estudos e o programa geral de cooperação.

O gráfico 5 mostra os números de bolsistas contemplados com bolsas dos programas da CGCI em 2009, de acordo com o país de destino. As tabelas 9 e 10 mostram o numero de projetos em andamento apoiados em 2009 através dos Projetos Conjuntos de Pesquisa e das Parcerias Universitárias. Pode-se notar a presença da França em diversos convênios: COFECUB, BRAFITEC, BRAFAGRI, Stic-AmSude e Math-AmSud.

Gráfico 5.



PAÍS	PROGRAMA	NÚMERO DE PROJETOS
Alemanha	PROBRAL	71
	BRAGECRIM	16
Argentina	MINCYT	35
Cuba	MES/CUBA	51
Espanha	DGU	78
EUA	CAPE/UT	20
França	COFECUB	132
Portugal	GRICES/FCT	78
Holanda	UNIV. WAGENINGEN	35
	UNIV. DE LA REPUBLICA	10
TOTAL		526

Tabela 9: Projetos Conjuntos de Pesquisa - 2009

PAÍS	PROGRAMA	NÚMERO DE PROJETOS
EUA	FIPSE	45
Alemanha	UNIBRAL	26
Argentina	CAPG/BA	23
	CAFP	20
França	BRAFITEC	51
	BRAFAGRI	11
	STIC-Amsud	10
	MATH-Amsud	4
TOTAL		190

Tabela 10: Parcerias Universitárias – 2009

O CNPq e a Cooperação Internacional

Trata-se de uma atividade tradicional que tem lugar no CNPq desde sua criação em 1951. Ela é coordenada e implementada na assessoria de cooperação internacional ASCIN, ligada diretamente à presidência do CNPq.

A ASCIN possui diferentes mecanismos de financiamento à cooperação internacional para apoiar projetos de pesquisa conjunta de alta qualidade, mobilidade de pesquisadores, e treinamento de pesquisadores e formação de recursos humanos, objetivando a promoção do desenvolvimento científico e tecnológico brasileiro, em consonância com as orientações da Política Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

É oferecido aos pesquisadores brasileiros um conjunto de oportunidades para: 1) iniciar uma nova colaboração por meio da mobilidade de pesquisadores inseridos em projetos de pesquisa conjunta; 2) consolidar parcerias institucionais efetivas; 3) coordenar colaborações por meio de redes internacionais; ou 4) estruturar parcerias com laboratórios virtuais como os laboratórios internacionais associados (LIA's).

Respalhada pelo Plano de Ação 2007/2010 - Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Nacional, a cooperação internacional do CNPq busca aperfeiçoar e dinamizar a gestão dos instrumentos de cooperação, diversificar e

expandir as parcerias estratégicas com países desenvolvidos e em desenvolvimento.

Assim, é dada ênfase ao incremento da interação em pesquisa com países da América do Sul (PROSUL) e África (PRÓ-ÁFRICA), além da formação de recursos humanos estrangeiros no Brasil (PEC-PG, Convênio CNPq/TWAS e Programa de Bolsas CNPq-Moçambique). Promove-se a cooperação com países emergentes e em interação com terceiros países, a partir de programas conjuntos de P,D&I (IBAS, Brasil-Índia-África do Sul).

São os seguintes os programas em andamento:

- América do Sul: Programa Sul Americano de Apoio às Atividades de Cooperação em Ciência e Tecnologia – PROSUL;
- Iberoamérica: Programa Ibero-americano de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento – CYTED;
- América Latina, Caribe, África e Ásia: Programa de Estudante Convênio/ PEC-PG;
- África: Programa de Cooperação em Matéria de Ciência e Tecnologia – PROÁFRICA;
- Países em Desenvolvimento: Academia de Ciências para os Países em Desenvolvimento – TWAS;

Adicionalmente, o CNPq implementa programas temáticos com os países indicados:

- Alemanha: Programa Mata Atlântica e Ciências do Mar
- Argentina, Canadá, Chile, Colômbia, Estados Unidos, Trinidad e Tobago, Jamaica, México e Perú: Colaboração Interamericana em Materiais - CIAM
- Países de Língua Portuguesa (África): Programa Ciências Sociais – CPLP
- União Européia: Projetos EULARINET, EULANEST, APORTA

O CNPq mantém convênios com mais de 35 países junto a instituições de C&T estrangeiras, como as listadas abaixo:

Alemanha (DLR, DAAD e DFG), França (CNRS e INRIA, IRD, INSERM), Espanha (CSIC), Bélgica (FNRS), EUA (NSF) Argentina (CONICET), Chile (CONICYT), Colômbia (COLCIENCIAS), Costa Rica (CONICIT), Cuba (MÉS e CITMA), México (CONACYT), Eslovênia (MHEST), Coréia (KOSEF), Finlândia (AKA).

A FINEP e a Cooperação Internacional

A atuação internacional da Financiadora de Estudos e Projetos - FINEP, empresa pública vinculada ao Ministério de Ciência e Tecnologia – MCT, está alinhada com as prioridades da política externa brasileira, priorizando a diversificação de parcerias, com o estabelecimento de programas e projetos cooperativos em todos os continentes.

O foco principal recai na promoção de ações de cooperação com os países da América Latina, países Africanos, China e Índia. Já com a Europa, os Estados

Unidos e outros países “centrais”, priorizam-se ações de cooperação em temas de interesse nacional, com base no princípio da reciprocidade.

Dentre um conjunto de ações desenvolvidas em todos os continentes destacamos as seguintes ações :

- Acordo de Cooperação Tecnológica com a Espanha – Centro para o Desenvolvimento Tecnológico Industrial - CDTI.
- Acordos de Cooperação com a França - OSEO, Agência francesa de financiamento à inovação, e ANR - Agence Nationale de la Recherche.
- Programa INOVAR América Latina.
- Ações de financiamento de Projetos Estratégicos.

O CDTI (Centro para o Desenvolvimento Tecnológico Industrial), assim como a FINEP, desde 1991, é Organismo Gestor IBEROEKA. A promoção de projetos cooperativos empresariais em CT&I com participação de organizações brasileiras atingiu um investimento de US\$ 60 milhões e o credenciamento, de 135 projetos, pela FINEP no âmbito do Programa CYTED (Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento).

Destaca-se, também, o Programa de C&T da SEGIB, que reúne 19 países da América Latina, mais Espanha e Portugal. A FINEP participa na definição e formatação de um novo Programa Ibero-americano de Inovação, e foi indicada pelo MCT, para ser a sede da primeira Secretaria Técnica deste novo Programa. Programa FINEP / OSEO – destinado a pequenas e médias empresas francesas e brasileiras, atuando em consórcio para desenvolvimento de projetos conjuntos de inovação tecnológica, cujo instrumento de apoio na FINEP é o Programa Inova Brasil. Em sua primeira fase, lançada em 11/2009, foram apresentados 15 projetos, no valor total de US\$ 15 milhões, sendo 4 deles considerados elegíveis, totalizando US\$ 3,2 milhões, para apresentação de solicitação de financiamento.

O Programa INOVAR América Latina, a partir de um Convênio com o BID – FUMIN, no valor de US\$ 0,5 milhões, tem como objetivo identificar instituições latino-americanas interessadas em desenvolver atividades específicas em Capital de Risco, promovendo a disseminação de boas práticas e implementação de programas similares ao Projeto Inovar em outros países, e expandindo e consolidando a indústria de Capital de Risco na região. No âmbito desta ação, já foram realizadas missões à Colômbia, Peru e Chile.

Das ações financiadas com países do continente africano, destacamos o financiamento ao Sistema de Monitoramento Hidrológico e Ambiental em Moçambique utilizando satélites brasileiros, e o Projeto A-Darter – Agile Darter, míssil ar-ar de curto alcance desenvolvido em conjunto com a África do Sul, totalizando investimentos da ordem de US\$ 50 milhões.

Com a China, destacamos o financiamento ao Programa CBERS – Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres, e o apoio à Implantação do Centro Brasil-China

de Mudanças Climáticas e Tecnologias Inovadoras em Energia, no total de US\$ 19 milhões.

Instituições e Empresas

O Instituto Butantan e a Cooperação Internacional

A missão do Instituto Butantan (IB) criado em 1901 para combater a peste bubônica, é contribuir para a saúde pública. Para enfrentar esta responsabilidade, o IB desenvolve pesquisa fundamental, faz desenvolvimento tecnológico e produz vacinas, soros e biofármacos. A Fundação Butantan (FB), entidade de apoio às atividades do IB, viabiliza o desenvolvimento tecnológico e permite a fabricação, distribuição e comercialização de produtos essenciais para a saúde pública. Instituição do Estado de São Paulo, o IB/FB são parceiros importantes do Ministério da Saúde, que oferece imunobiológicos gratuitamente para toda a população brasileira.

O IB/FB, onde pesquisa básica, desenvolvimento tecnológico e produção convivem no mesmo espaço permite que o Brasil forneça imunobiológicos na fronteira do conhecimento. Manter este nível de excelência requer inserção internacional, tanto na literatura científica quanto na produção. Todos os produtos produzidos pelo IB/FB foram objeto de publicações e/ou patentes.

Em 2008, o IB/FB forneceu cerca de duzentos milhões de doses de vacina (expressas em antígenos produzidos no IB/FB) e formulou setenta milhões de vacinas para o Ministério da Saúde. Entre as vacinas produzidas no IB/FB destacamos a DTP (difteria, tétano, Pertussis), e a HEPB (Hepatite B) e entre as vacinas formuladas a da Influenza sazonal. As próximas vacinas a serem produzidas no IB/FB incluem a vacina de raiva produzida em células VERO, a vacina contra rotavírus e a vacina contra o Dengue. A produção de vacina contra raiva deve começar em 2010 e as fábricas de vacina contra rotavírus e dengue estão em fase de formulação da licitação.

Os soros antidiftéricos, antituberculoso, anti cobra, antiescorpião, antitetânico, anti Raiva, produzidos com tecnologias contemporâneas atendem ao mercado brasileiro e são exportados a quase trinta países. Outros soros estão em desenvolvimento. Um importante biofármaco, cuja produção foi desenvolvida no IB/FB com tecnologia própria, é o Surfactante Pulmonar (SF). O SF permite evitar a morte das crianças prematuras que nascem com síndrome do desconforto respiratório do recém-nascido (SDR). A partir do fim de 2010 o IB/FB deve produzir SF suficiente para atender as necessidades nacionais. Outras fábricas a começarem a produzir em 2010- 2012 são as de vacina contra influenza e a mais moderna planta de hemoderivados do mundo.

Atendendo a sua vocação de estudo de venenos de animais peçonhentos, a necessidade de descentralizar a pesquisa no Brasil e com apoio da FAPESP e do Ministério de Ciência e Tecnologia o IB/FB implantou um campus avançado em

Santarém, Pará. Neste local, pesquisadores, estudantes e profissionais da saúde, do IB/FB e da região, dão cursos, colhem espécimes e estimulam a pesquisa e melhoram o atendimento a acidentes com animais peçonhentos.

A presença internacional do IB/FB se faz evidente de várias formas. O aumento da inserção internacional do IB/FB se deve a um percurso que permitiu, a partir da pesquisa e o desenvolvimento de imunobiológicos e biofármacos, produzir produtos que vem sendo usados por milhões na última década. O IB/FB mantém convênios de colaboração científico/tecnológicos com prestigiosas organizações internacionais como, por exemplo, o NIH (www.nih.gov) e a Fundação PATH (www.path.org). O alvo destes convênios internacionais com entidades governamentais ou fundações é manter a internacionalização do IB/FB, através de pesquisa em colaboração, bem como incorporar novos produtos e tecnologias. O IB/FB também tem mantido acordos de transferência de tecnologia com grandes empresas multinacionais. O convênio com a SANOFI permitiu a construção de uma fábrica de vacina contra influenza, que usando tecnologia de ponta começa a produção em 2010. A fábrica de hemoderivados, em produção a partir de 2012, detém um processo de propriedade do IB/FB desenvolvido em parceria com a G&E. Adicionalmente o IB/FB, através de seus pesquisadores, vem mantendo presença regular nos Congressos Internacionais sobre Vacinas e Saúde Pública, onde muitas vezes é convidado para ser Conferencista Principal. A presença do IB/FB em organismos multilaterais de Saúde como a OMS e a PAHO é permanente.

A Fundação Oswaldo Cruz – Fio Cruz e a Cooperação Internacional

Criada em 1900, é vinculada ao Ministério da Saúde, tem sede no Rio de Janeiro e institutos e escritórios nas diversas regiões do país. Desenvolve atividades de pesquisa, prestação de serviços hospitalares de referência, produção de vacinas, medicamentos, reagentes e kits de diagnóstico, ensino e formação de recursos humanos (técnico, mestrado e doutorado), informação e comunicação em saúde, ciência e tecnologia, controle de qualidade de produtos e serviços e implementação de programas sociais. Produz novos medicamentos, biofármacos, imunológicos e outros insumos estratégicos.

Tem ampla atuação internacional. Oferece cursos de mestrado na Argentina, Moçambique e Angola. Implantou uma fábrica de produção de medicamentos essenciais para o continente africano, como antirretrovirais no combate à AIDS.

Na área de produção de insumos, a Fiocruz desempenha um papel relevante, atendendo a programas de imunização e situações emergenciais em vários países. Vacinas contra a febre amarela foram enviadas para países da América do Sul, da América Central, África e Ásia. Vacina contra meningite meningocócica A e C foram enviadas para a Ásia e África.

Participa de várias redes colaborativas internacionais a nível do Cone Sul, América do Sul e Latina e Ibero América, da AMSUD-Pasteur, ACTG – Adults

AIDS Clinical Trials Network; HPTN – The HIV Prevention Trials Network; Rede Interagencial de Informação para Saúde e Rede Internacional de Geografia da Saúde, dentre outras.

Entre as instituições de grande envergadura no continente europeu e norte-americano que desenvolvem projetos de pesquisa, ensino, comunicação e informação em cooperação com as várias unidades da Fiocruz, constam: National Institute of Health, Center for Disease Control, Fogarty International Centre, Johns Hopkins, University of Massachusetts, Cornell e California University, nos EUA; Instituto Pasteur, INSERM, CNRS e IRD, na França; Instituto de Salud Carlos III, Universidade de Barcelona e de Valencia, na Espanha; e Instituto de Medicina Tropical Antuérpia, na Bélgica. A Fiocruz também desenvolve ações conjuntas na área de saúde com organismos internacionais como OPAS, OMS, UNAIDS, UNICEF, UNESCO, e também com associações internacionais da área de saúde pública.

A Embrapa no Mundo

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) vinculada ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, foi criada em 26 de abril de 1973. Sua missão é viabilizar soluções de pesquisa, desenvolvimento e inovação para a sustentabilidade da agricultura, em benefício da sociedade brasileira.

A Embrapa atua por intermédio de 45 Unidades de Pesquisa e de Serviços e de 14 Unidades Administrativas, estando presente em quase todos os Estados da Federação, nos mais diferentes biomas brasileiros.

Para ajudar a construir a liderança do Brasil em agricultura tropical, a Empresa investiu, sobretudo, no treinamento de recursos humanos; possui hoje 8.692 empregados, dos quais 2.014 são pesquisadores - 21% com mestrado e 71% com doutorado. O orçamento da Empresa em 2009 ficou próximo de US\$ 800 milhões.

Está sob a sua coordenação o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária - SNPA, constituído por instituições públicas federais e estaduais que, de forma cooperada, executam pesquisas nas diferentes áreas geográficas e campos do conhecimento científico.

Tecnologias geradas pelo SNPA mudaram a agricultura brasileira. Um conjunto de tecnologias para incorporação dos cerrados no sistema produtivo tornou a região responsável por 67,8 milhões de toneladas, ou seja, 48,5% da produção do Brasil (2008). A soja foi adaptada às condições brasileiras e hoje o País é o segundo produtor mundial.

A oferta de carne bovina – na qual o Brasil é o segundo produtor mundial - e suína foi multiplicada por 5 vezes enquanto que a de frango – o País ocupa o 3º

lugar na produção mundial - aumentou 21 vezes (período 1975/2008). A produção de leite aumentou de 7,9 bilhões em 1975 para 27 bilhões de litros, em 2008 e a produção brasileira de hortaliças, elevou-se de 9 milhões de toneladas, em uma área de 771,36 mil hectares, para 17,5 milhões de toneladas, em 806,8 mil hectares, em 2006. Vale ressaltar também a liderança brasileira na produção mundial de café, na qual é o principal produtor de café arábica e o segundo de café conilon. Além do café o Brasil é o maior exportador mundial de suco de laranja, açúcar, etanol, carne bovina e de frango. Consolida-se como o terceiro maior exportador agrícola do mundo, atrás somente dos EUA e União Européia.

Além disso, programas de pesquisa específicos conseguiram organizar tecnologias e sistemas de produção para aumentar a eficiência da agricultura familiar e incorporar pequenos produtores ao mercado, garantindo melhoria na sua renda e bem-estar.

Na área de cooperação internacional, a Empresa mantém 68 acordos de cooperação técnica com mais de 46 países, 89 instituições estrangeiras, principalmente de pesquisa agrícola, mantendo ainda acordos multilaterais com 20 organizações internacionais, envolvendo principalmente a pesquisa em parceria e a transferência de tecnologia.

Para ajudar nesse esforço, a Embrapa estabeleceu parcerias com laboratórios nos Estados Unidos e na Europa (França, Holanda, e Inglaterra) para o desenvolvimento de pesquisas em tecnologias de ponta. Esses “Laboratórios Virtuais no Exterior” (Labex’s) contam com as bases físicas do Serviço de Pesquisa Agrícola (ARS) dos Estados Unidos, em Beltsville (Maryland), da Agrópolis, em Montpellier, na França, da Universidade de Wageningen, na Holanda, e do Instituto de Pesquisas de Rothamsted, na Inglaterra. Mais recentemente, instalou-se o Labex-Coréia, em Seul, na Coréia do Sul.

Com essas iniciativas se tem permitido o acesso de pesquisadores da Embrapa, e desses outros países, às mais altas tecnologias em áreas como recursos naturais, biotecnologia, informática, agricultura de precisão, agroenergia, dentre outras.

Na esfera da transferência de tecnologia para países em desenvolvimento (Cooperação Sul-Sul) destaca-se a abertura de projetos de transferência de tecnologia da Embrapa no Continente Africano (Embrapa África, em Gana), no Continente Sul-Americano (Embrapa Venezuela), e na América Central e Caribe (Embrapa Américas, no Panamá).

Esse esforço tem permitido uma maior disseminação das tecnologias e inovações da agricultura tropical desenvolvidas pela Embrapa e SNPA, e um melhor atendimento às solicitações e demandas dos países desses continentes por colaboração da Embrapa com vistas a seu desenvolvimento agrícola.

A Petrobras no Mundo

A Petrobras é hoje uma das grandes empresas petrolíferas mundiais, e em janeiro de 2010 passou a ser a quarta maior empresa de energia do mundo, sempre em termos de valor de mercado, segundo dados da consultora PFC Energy. Transformou-se também em uma das mais importantes, se não a mais importante, petrolífera operando em águas profundas. Sua reserva comprovada é de mais de 14 bilhões de boe e é possível que atinja pelo menos o dobro nos próximos três anos.

A história da Petrobras é uma história de sucesso, que ela mesma bem construiu com uma gestão eficiente, com a valorização de seus recursos humanos e por investir em pesquisa e desenvolvimento durante várias décadas antes de atingir o presente apogeu. Neste processo envolveu dezenas de instituições acadêmicas no país, universidades e institutos de pesquisa, estimulando a pesquisa científico-tecnológica de ponta e provendo, em muitos casos, a infra-estrutura necessária. A participação da Petrobras para o avanço da C,T&I no Brasil em instituições externas à ela, tem sido extraordinária, sendo que R\$ 400 milhões oriundos da obrigação contratual de investimentos em P&D foram empregados em 2009. Cabe também assinalar que neste mesmo ano o montante de recursos do Fundo Setorial de Petróleo e Gás foi da ordem de R\$ 800 milhões.

Atuação no Exterior: Empresas / escritórios de representação / contratos operacionais em 26 países (além do Brasil):

Exploração e produção; refino; transporte por dutos; comercialização e distribuição; gás e energia; petroquímica; energia elétrica: Argentina
Exploração: Austrália, Cuba, Índia, Líbia, Namíbia, Portugal, Tanzânia, Turquia
Exploração e produção: Angola, Equador, Nigéria, Peru, Venezuela
Escritório de representação: China, Cingapura, Irã, Reino Unido
Exploração e produção; transporte por dutos; compressão de gás: Bolívia
Comercialização e distribuição de combustíveis: Chile
Exploração e produção, distribuição: Colômbia
Exploração e produção, refino: Estados Unidos
Sede da Petrobras International Braspetro B.V.; escritório de representação: Holanda
Refino: Japão
Participação em contrato de serviços de E&P: México
Comercialização e distribuição de combustíveis: Paraguai
Exploração, distribuição de gás natural, comercialização e distribuição de combustíveis: Uruguai

Campos de petróleo em águas profundas: passaporte da Petrobras para o sucesso nos EUA

A Petrobras está presente na porção norte-americana do Golfo do México desde 1988 e atua na exploração de 211 blocos na região, sendo uma das empresas

líderes na exploração do Terciário Inferior, em águas profundas do Golfo do México, com participação nas descobertas de Tiber, Stones, St. Malo, Cascade e Chinook.

O campo de Tiber, descoberto em 2009, está em fase de avaliação e delimitação. A Petrobras tem participação de 20% neste campo, que é operado pela British Petroleum (62%), em parceria com ConocoPhillips (18%).

O campo de Stones, no qual já foram perfurados dois poços, está em fase de seleção dos diversos sistemas de desenvolvimento da produção. A Petrobras tem participação de 25% neste campo, que é operado pela Shell (35%), em parceria com a Marathon e a ENI, com 25% e 15%, respectivamente.

O campo de St. Malo, no qual já foram perfurados quatro poços, está em fase adiantada de detalhamento e contratação dos diversos sistemas de desenvolvimento da produção. A Petrobras tem participação de 25% neste campo, que é operado pela Chevron (51%), em parceria com Statoil, Exxon and ENI, com 21,5%, 1,25% e 1,25%, respectivamente.

A Petrobras é operadora dos campos de Cascade e Chinook, localizados no quadrante Walker Ridge no Golfo do México, a cerca de 250 quilômetros da costa do Estado da Louisiana, em profundidade de água de aproximadamente 2600 metros. Os reservatórios estão localizados a uma profundidade aproximada de 8000 metros em relação ao nível do mar. A Petrobras possui 100% de participação em Cascade e 66,7% em Chinook, o qual está sendo desenvolvido em parceria com a TOTAL E&P USA (33,3%). Cascade e Chinook estão em fase adiantada de desenvolvimento, com início de produção previsto para ocorrer ainda em 2010.

O desenvolvimento dos campos de Cascade e Chinook está carimbando no passaporte da Petrobras uma história de sucesso nos Estados Unidos. Com este projeto, a companhia modificará completamente a maneira de operar nas águas da região, onde estão sendo aplicadas tecnologias bem-sucedidas no Brasil. Os dois campos estão sendo desenvolvidos simultaneamente, e servirão de palco para a instalação do primeiro FPSO (unidade flutuante de produção, estocagem e escoamento) do Golfo do México americano.

Produção de petróleo em 2009 (Brasil e Exterior)

A produção média de petróleo e gás natural da Petrobras no Brasil em 2009 foi de 2.287.457 barris de óleo equivalente (boe), indicando um crescimento de 5,1% sobre o volume produzido em 2008, de 2.175.896 barris/dia. A produção exclusiva de petróleo atingiu a média diária de 1.970.811 barris, com um aumento de 6,3% sobre 2008, cuja média chegou a 1.854.655 barris/dia. O volume de gás natural produzido pela empresa no País foi de 50 milhões 343 mil metros cúbicos/dia, mantendo-se nos mesmos níveis da produção de 2008, como consequência da retração da demanda no País.

Acrescentando o volume dos campos situados nos países onde a Petrobras atua no exterior, a média diária total da Companhia subiu para 2.525.260 barris de óleo equivalentes (boe), 5,2% acima dos 2.399.958 boe/dia produzidos em 2008.

No exterior, a produção média de petróleo em 2009 foi de 140.576 barris/dia, o que representa um aumento de 13,7% sobre 2008. Já o volume médio de gás natural produzido em 2009 foi de 16.519 metros cúbicos diários, com redução de 3,2% sobre 2008. A produção total em barris de óleo equivalente no exterior chegou a 237.803 boe/dia, 6,1% maior que a do ano passado.

O aumento deveu-se à entrada em produção do campo de Akpo e de novos poços no campo de Agbami, ambos na Nigéria. Já a variação no volume de gás natural é decorrente da menor demanda de gás proveniente da Bolívia.

No mês de dezembro de 2009 foram registradas as seguintes médias diárias de produção da Petrobras no Brasil:

- 1.987.098 barris/dia de petróleo com um aumento de 6% sobre o mesmo mês de 2008, quando foram produzidos 1.875.514 barris/dia de petróleo, mantendo-se no mesmo nível do volume produzido em novembro de 2009;
- 50,981 milhões de metros cúbicos de gás natural com um pequeno decréscimo em relação aos 52,257 milhões de metros cúbicos de gás natural produzidos em dezembro de 2008 e nos mesmos níveis da produção de novembro de 2009;
- 2.307.758 barris de óleo equivalente (petróleo e gás), com um aumento de 4,7% sobre os 2.204.203 de boe/dia, produzidos em dezembro de 2008, mantendo-se estável em relação ao mês anterior.

A Amazônia no Contexto Regional Organização do Tratado de Cooperação Amazônica (OTCA)

Ao reconhecer que para dar respostas aos problemas ambientais e alcançar o desenvolvimento sustentável é preciso um trabalho de cooperação que ultrapasse as fronteiras nacionais, os oito países que compartilham os ecossistemas amazônicos assinaram o Tratado de Cooperação Amazônica (TCA) em 1978. Cientes da necessidade de fortalecer essa valiosa ferramenta que permite buscar e adotar posições comuns em relação à complexa e diversa problemática regional, Bolívia, Brasil, Colômbia, Equador, Guiana, Peru, Venezuela e Suriname criaram, há pouco mais de dois anos, a Organização do Tratado de Cooperação Amazônica (OTCA), cuja Secretaria Permanente (SP) está sediada em Brasília.

A cooperação regional é fundamental para aprofundar o conhecimento sobre as potencialidades da Amazônia e possibilitar que, junto à ciência e à tecnologia, a solidariedade se torne suporte do desenvolvimento regional. Aumentar a comunicação entre os países, intensificar o intercâmbio intra-regional e

desenvolver linhas de pesquisa comuns que aproveitem as capacidades instaladas na Amazônia são meios para potencializar os trabalhos realizados em âmbitos nacionais e apoiar políticas públicas que respondam às necessidades da população. Nesse sentido, podemos destacar duas experiências de trabalho conjunto: as da Associação de Universidades Amazônicas (UNAMAZ) e o Programa Cooperativo de Pesquisa e Transferência de Tecnologia para os Trópicos Sul-Americanos (Procitropicos).

A OTCA também fomenta a formulação e a implementação de uma política de ciência e tecnologia para os países amazônicos, que aumente as capacidades nacionais e regionais para desenvolver um amplo programa de avaliação e uso sustentável da biodiversidade amazônica.

Os países signatários do Tratado de Cooperação Amazônica articulam-se entre si no sentido de realizar esforços e ações conjuntas a fim de promover o desenvolvimento harmônico de seus respectivos territórios amazônicos, de modo que essas ações conjuntas produzam resultados equitativos e mutuamente proveitosos. Também para a preservação do meio ambiente e a conservação e utilização racional dos recursos naturais desses territórios, considerando que a Amazônia guarda riquezas biológicas e culturais ímpares (maior bacia hidrográfica do mundo, em termos de volume, e contém aproximadamente 20 por cento da água doce do planeta; abriga cerca de 30 milhões de habitantes; possui imensos recursos energéticos e minerais; reúne espécies de mamíferos, aves, insetos e peixes, em uma quantidade sem igual; reúne centenas de espécies de frutas e produtos florestais comercializáveis e mais de 2 mil plantas identificadas e classificadas para fins medicinais, alimentícios e industriais).

Isto é apenas uma idéia das potencialidades da Amazônia; mas essa fabulosa biodiversidade deve ser associada à transformação científica e tecnológica, que poderia multiplicar a dimensão econômica e social da região. Em grande parte, as riquezas amazônicas ainda permanecem desconhecidas e inexploradas. Diante disso, o futuro dos países será determinado pela capacidade de utilizar o conhecimento e as informações que possuem, embora ainda fragmentados, somados aos avanços da tecnologia e aos conhecimentos tradicionais dos povos amazônicos. Informação, ciência e tecnologia e conhecimento tradicional: estes 4 pilares conjugados e harmônicos podem transformar a realidade da região.

Esta é uma alternativa que cremos ter boa chance de ser bem sucedida na tentativa de reverter o ciclo de destruição, que, infelizmente, se acelerou nos últimos 50 anos. Ao mesmo tempo, é urgente criar mecanismos alternativos para melhorar a qualidade de vida das populações locais. Pois, não obstante a extraordinária riqueza do seu entorno, os povos amazônicos encontram-se entre os mais desfavorecidos habitantes dos países signatários da OTCA. O avanço da fronteira agrícola e pecuária, com base em modelos insustentáveis de utilização da terra, as queimadas, o comércio ilegal de espécies da fauna e da flora, a crescente urbanização da região e o conseqüente incremento no consumo de recursos naturais, além do uso indiscriminado do meio ambiente como depósito de detritos, têm obrigado as comunidades locais e as nossas nações a pagarem

uma altíssima cota do passivo ambiental que temos, nós todos, contribuído para gerar na Amazônia.

Fonte: Tratado de Cooperação Amazônica, Artigo I; O papel central da ciência e da tecnologia na busca de mecanismos alternativos para o futuro da Amazônia Continental, OTCA

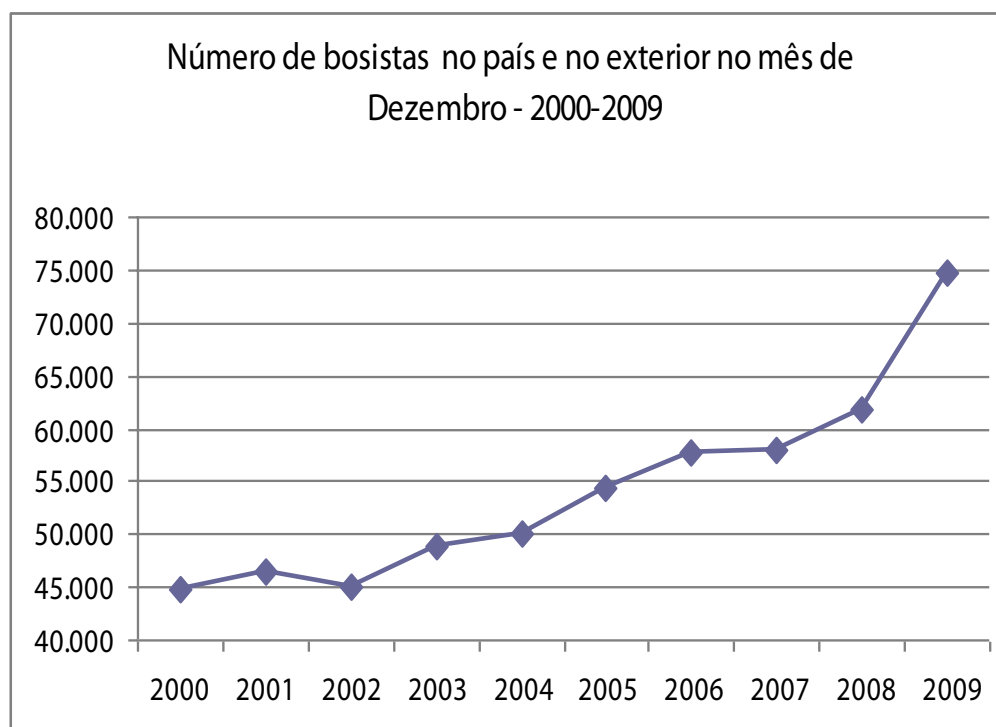
Agradecimentos

Impossível contar tais histórias de sucesso sobre os avanços da ciência brasileira e nossa presença internacional, e lançar perspectivas para o futuro, sem a colaboração de colegas cientistas e técnicos das agências de fomento, instituições e empresas aqui mencionadas, aos quais expresse profundos agradecimentos.

A institucionalidade do fomento à ciência básica

Carlos Aragão (Presidente do CNPq)

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).



Fonte: CNPq

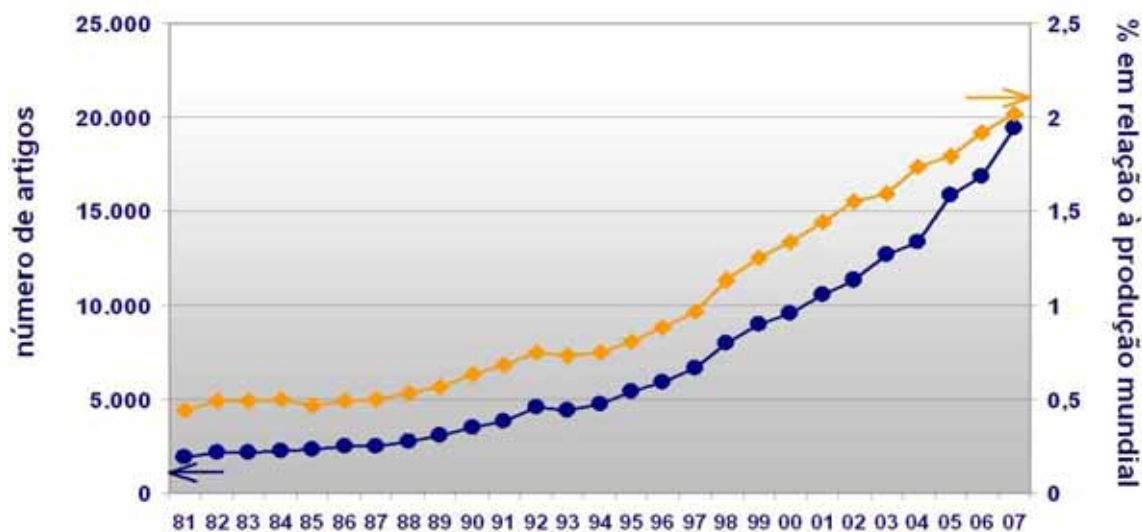
A institucionalidade da ciência básica no CNPq remonta à data de sua criação, em 1951. Entenda-se por institucionalidade o conjunto de princípios, normas, diretrizes e procedimentos que definem uma instituição. A missão do CNPq foi sempre a de "promover, fomentar e divulgar o desenvolvimento científico e tecnológico no Brasil" e, para tal, a instituição investe em diversos instrumentos na área de C,T&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 divulgado 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.

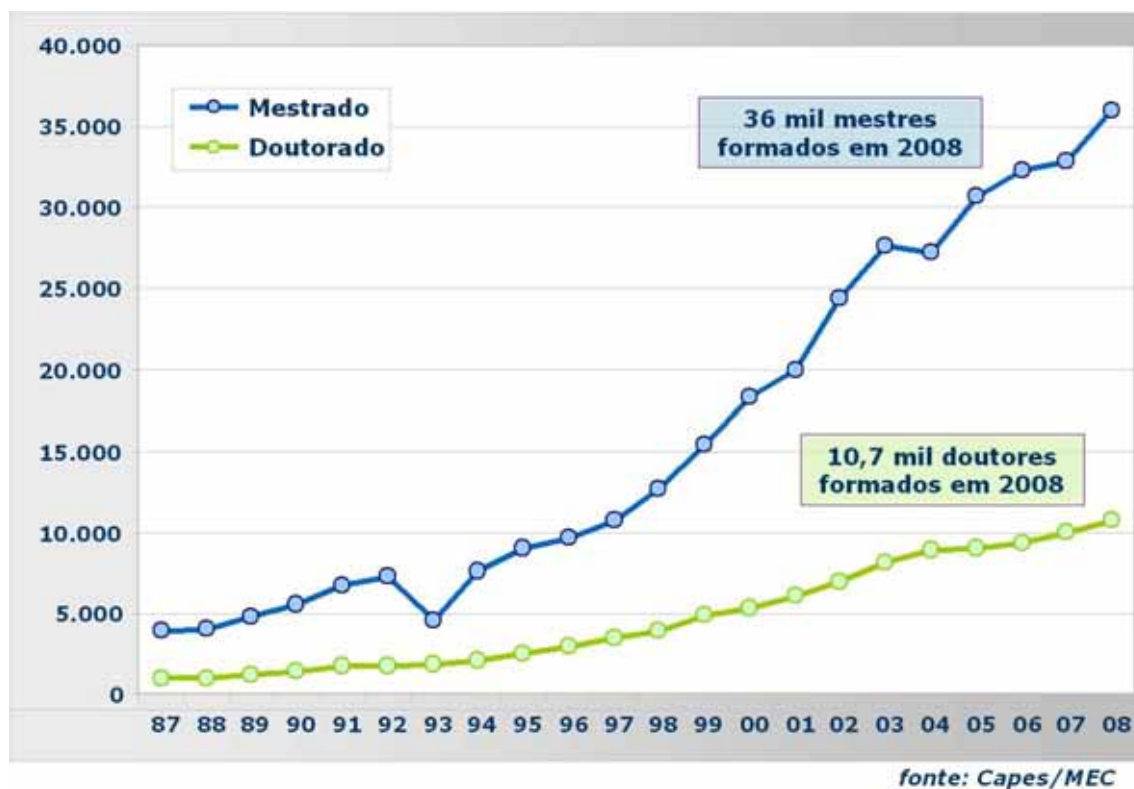
Artigos científicos do Brasil, indexados no ISI (Institute for Scientific Information)



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 com 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, como por parte dos órgãos de financiamento e gestão.

Mestres e doutores titulados anualmente



Em relação 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.

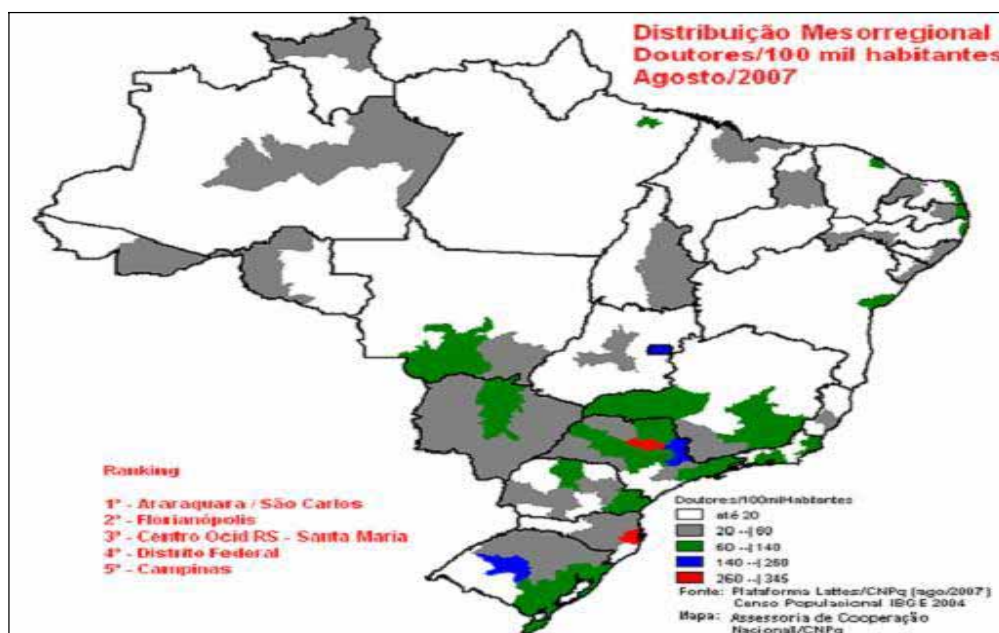


Fonte: MCT

Do ponto de vista da gestão, há dificuldades para se identificar prioridades, corrigir distorções e planejar o futuro. Sob esse aspecto, a institucionalidade ainda é frágil. Observa-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 C,T&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

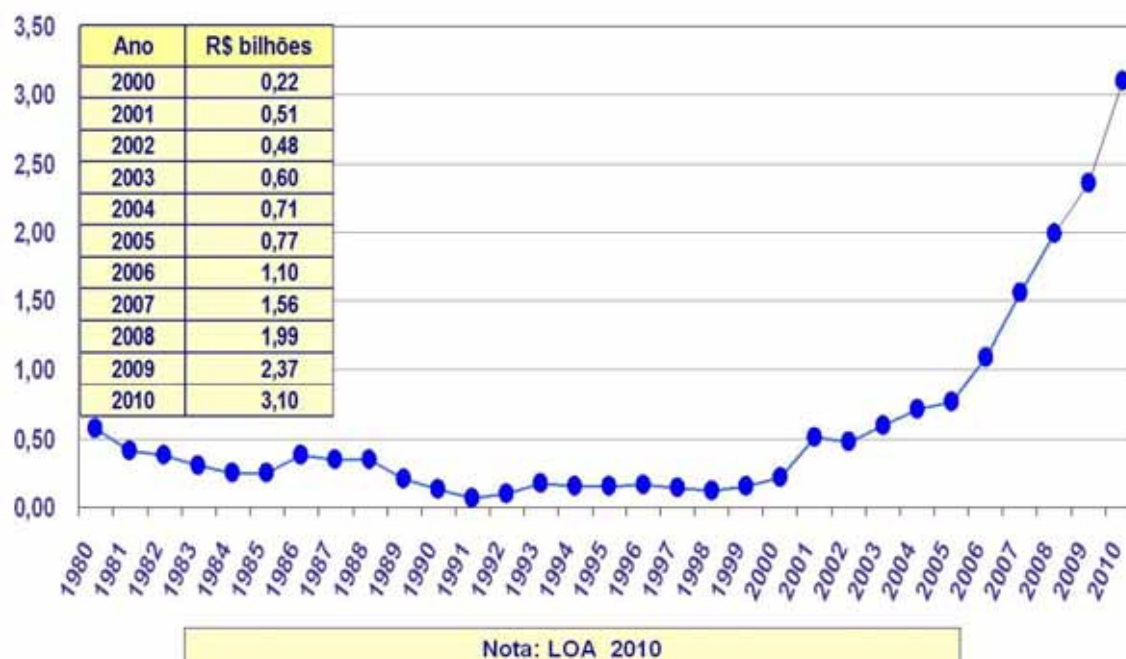
para que o país produza mais riquezas é preciso que grande parte desses pesquisadores se desloque para as áreas de pesquisa e desenvolvimento e inovação.



Fonte: CNPq

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 C,T&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.

Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-FNDCT

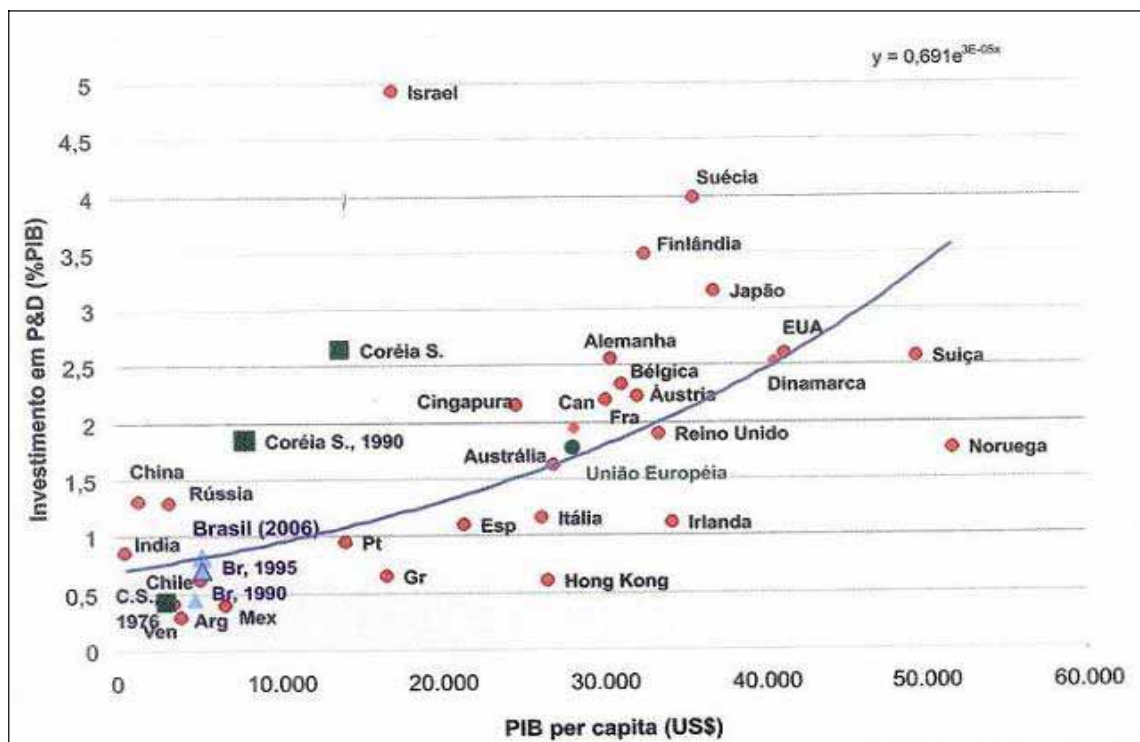


Fonte: MCT

Os dados orçamentários do MCT mostram que, em 11 anos, os recursos para C,T&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 de 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.

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, como recomendações 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 C,T&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)

Doutores no Brasil e formação de recursos humanos em áreas estratégicas

Lucia Melo (Presidenta do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos)

Conhecer a base de recursos humanos qualificados é fundamental para as estratégias de desenvolvimento nacional. O Centro de Gestão e Estudos e Estratégicos (CGEE), em cumprimento à sua missão institucional de subsidiar políticas e estratégias em CT&I, promoveu uma série de estudos que discutem questões concernentes à formação de recursos humanos a partir de diferentes dimensões. Dois desses estudos serão aqui apresentados, o primeiro deles analisa a formação e a inserção de doutores no mercado de trabalho e o segundo aborda uma nova agenda de formação de recursos humanos em áreas estratégicas de ciência, tecnologia e inovação.

ESTUDO 1 – BRASIL: DOUTORES 2010¹

Apesar de os doutores constituírem uma parcela muito pequena da população total de qualquer país, sua importância é estratégica. Os doutores constituem não só os indivíduos que receberam o mais elevado nível de qualificação educacional possível, como também compõem a parcela dos recursos humanos que foi treinada especificamente para realizar pesquisa e desenvolvimento. Por essa razão eles *“são considerados o grupo com a maior probabilidade de contribuir para o avanço e a difusão de conhecimentos e tecnologias e, como tal, (...) são frequentemente vistos como atores que desempenham papel chave na criação do crescimento econômico baseado no conhecimento e na inovação”* (OECD, Eurostat e Unesco/UIS 2007, p. 6). Em razão desse papel estratégico desempenhado pelos doutores nos processos de produção e transmissão de conhecimentos e tecnologias é que se justifica a necessidade de conhecer e acompanhar cuidadosamente a evolução dessa população específica.

O objetivo principal deste estudo é ampliar significativamente o conhecimento sobre a população de doutores brasileiros, seu crescimento, diversidade, áreas de formação, condições de emprego, setores de atividade, remuneração, ocupação, composição étnica e por gênero, distribuição espacial, etc. Estas informações foram geradas por meio da análise e cruzamento de duas principais bases de dados, o Coleta Capes (Capes- MEC), que traz informações sobre os programas de doutorado e os titulados, e a Relação Anual de Informações Sociais - RAIS 2008 (MTE), que traz informações sobre os empregados brasileiros, do setor público ou privado.²

¹ O Estudo teve a autoria de Eduardo B. Viotti, Rosana Baeninger, Antonio Ibarra, Calor Duarte de Oliveira, Renato B. Viotti, Roberto Dantas de Pinho, Sofia Daher Aranha e Roberto Vermulm, sob a coordenação de Eduardo B. Viotti e contou com a colaboração da Capes e do MTE para sua realização.

O relatório do estudo “Demografia da Base Técnico-Científica II. Relatório técnico final. CGEE, 2009. Brasília: 333p.” encontra-se no site www.cgee.org.br e o livro encontra-se no prelo.

² Este estudo foi desenvolvido em estreita parceria com a CAPES, com a Coordenação de Indicadores do MCT e contou com a colaboração do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) que forneceu a RAIS 2008, fundamental para análise sobre o emprego dos doutores.

Outra parte do estudo dedicou-se à análise da população que freqüentou programas de mestrado ou doutorado, segundo os dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios - PNAD. Esses dados revelam características dessa pequena parcela da população em relação à população brasileira como um todo em vários aspectos, como, por exemplo, a evolução da população escolarizada e da população de mestres e doutores no país– 1998 a 2008, sua composição de gênero e cor, dentre outras.

Evolução da população escolarizada e da população de mestres e doutores no País, no período de 1998 a 2008

De acordo com os dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNADs) , em 1998, o Brasil contava com cerca de 160 milhões de habitantes, dos quais 75% correspondiam à população escolarizada. Desses 120 milhões de brasileiros escolarizados, em torno de 450 mil frequentava ou freqüentou cursos de mestrado/doutorado em 1998, correspondendo a 0,38% da população escolarizada no país. O ingresso da população na pós-graduação nos anos 2000 refletiu-se no aumento de pessoas frequentando ou que já havia freqüentado cursos de pós-graduação em 2001: 595 mil pessoas, passando, em 2004, para mais de 810 mil, e chegando a mais de 900 mil em 2007 e 2008. Isso representava 0,6% da população escolarizada no Brasil, parcela muito pequena em relação aos 156 milhões de população escolarizada naquele último ano. Por outro lado, é possível verificar que a expansão da população na pós-graduação se deu em um ritmo bem mais intenso que o da população escolarizada em seu conjunto. A população total do país cresceu em torno de 1,6% ao ano, nesse período. Enquanto a taxa de crescimento anual da população escolarizada situou-se próxima dos 3%, entre 1998 a 2008, as taxas de crescimento da população que ascendiam à pós-graduação foram de 9% ao ano, entre 1998-2001, de quase 11%, entre 2001-2004 e de 5% ao ano, entre 2004-2008. Nesse último período, o ritmo de crescimento apresentou-se menor, embora bem acima da média da população escolarizada, indicando realmente os efeitos das políticas de pós-graduação no Brasil ao longo dos anos 2000. Já aqueles que concluíram o mestrado ou doutorado eram cerca de 250 mil em 1998, elevando-se para 586 mil, em 2008.

A população de doutores no Brasil

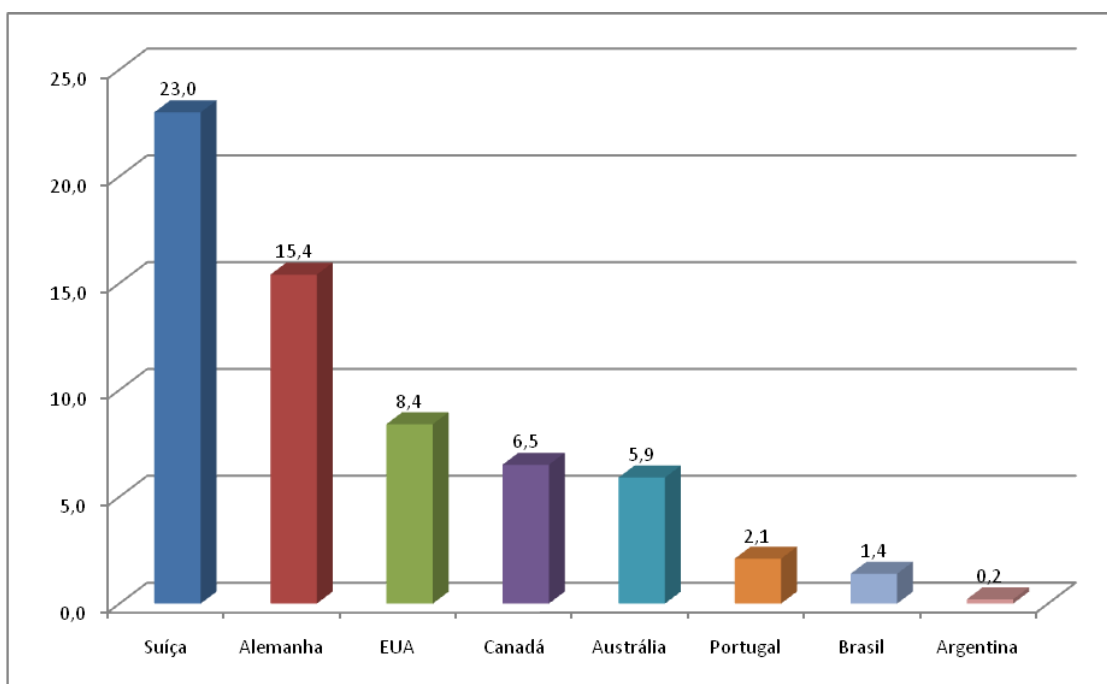
Pode se estimar como essa população se divide em mestres e em doutores, a partir de uma inferência aproximada, considerando a proporção de 22,6% de doutores. Essa relação tem se mantido relativamente estável ao longo das duas últimas décadas.³ Com base nesta proporção, é possível inferir que o número de doutores existentes no País no ano de 2008 fosse de aproximadamente 132 mil. Considerando-se esse número, é possível afirmar que o número de

³ Estimado com base nos dados da tabela “3.5.1 Brasil: Alunos novos, matriculados ao final do ano e titulados nos cursos de mestrado e doutorado, 1987-2008” acessada no dia 03/12/2009 em <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/6629.html>.

doutores correspondia a apenas 0,07% da população total e a 0,14% da população na faixa etária entre 25 e 64 anos de idade.

Apesar de a proporção de doutores ser uma fração pequena da população em qualquer país do mundo, os números disponíveis indicam que essa proporção é ainda bem menor no Brasil, quando comparada a alguns países desenvolvidos, como mostra o gráfico 1. Uma política desenvolvimento apoiado no conhecimento e na inovação deverá contar com uma maior participação de doutores em sua população, necessitando, portanto, manter e ainda aumentar seu esforço de formação desses recursos humanos altamente capacitados.

Gráfico 1. Número de portadores de títulos de doutorado por mil habitantes na faixa etária entre 25 e 64 anos de idade, países selecionados



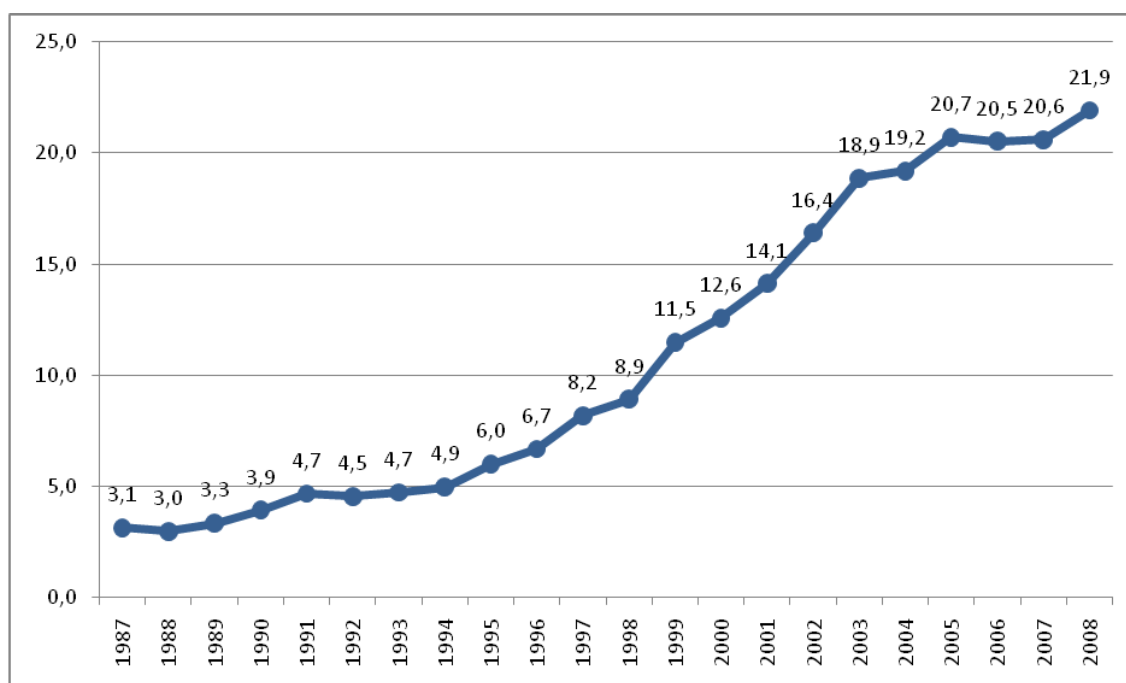
Fontes: O número do Brasil foi estimado como sendo 22,64% (proporção dos doutores no número total de mestres e doutores titulados no período 1987-2008) da população de mestres e doutores estimada) a partir da PNAD 2008 (IBGE). Os dados dos demais países são provenientes de Auriol (2007, p. 8). (Apud *Brasil: Doutores 2010*, CGEE.)

Notas: Os dados de Austrália e Canadá referem-se a 2001; Suíça, Alemanha e EUA a 2003; Argentina a 2005 e Brasil a 2008. No caso da Argentina, o dado foi estimado em relação à população total. O uso destes dados deve levar em consideração o fato de que eles são resultados de estatísticas ainda não consolidadas. O dado do Brasil foi obtido a partir de expansão da amostra da PNAD para uma população específica muito pequena, à qual foi adicionada a inferência indicada acima. Os dados dos demais países são resultado do primeiro e relativamente frágil exercício de coleta de dados do Projeto Carreiras dos Portadores de Título de Doutorado (conhecido como projeto CDH, em sua sigla em inglês) realizado sob a coordenação de OCDE, Eurostat e Instituto de Estatísticas da UNESCO.

A formação de doutores

O bom desempenho de uma política contínua do Estado brasileiro para a pós-graduação pode ser constatada, por exemplo, na comparação entre o número de doutores titulados a cada ano no Brasil e nos Estados Unidos (gráfico 2). No ano de 1987, o Brasil titulava apenas cerca de 3% do número de doutores titulados nos Estados Unidos. Cerca de vinte anos depois, o número de doutores titulados no Brasil já representava mais de um quinto dos titulados nos Estados Unidos.

Gráfico 2. Percentual representado pelo número de doutores titulados no Brasil em relação ao de titulados nos EUA, 1987-2008



Fontes: Coleta Capes (Capes, MEC), MCT e NSF (2009a, Table 1). (Apud *Brasil: Doutores 2010*, CGEE.)

Notas: Os dados do Brasil no período 1987 a 1995 foram extraídos da tabela 3.5.1, elaborada pela ASCAV, MCT, com dados da Capes, acessada em 03/12/2009 <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/6629.html>>. Os dados brasileiros referentes ao período 1996-2008 são provenientes do capítulo 2 de CGEE (2010).

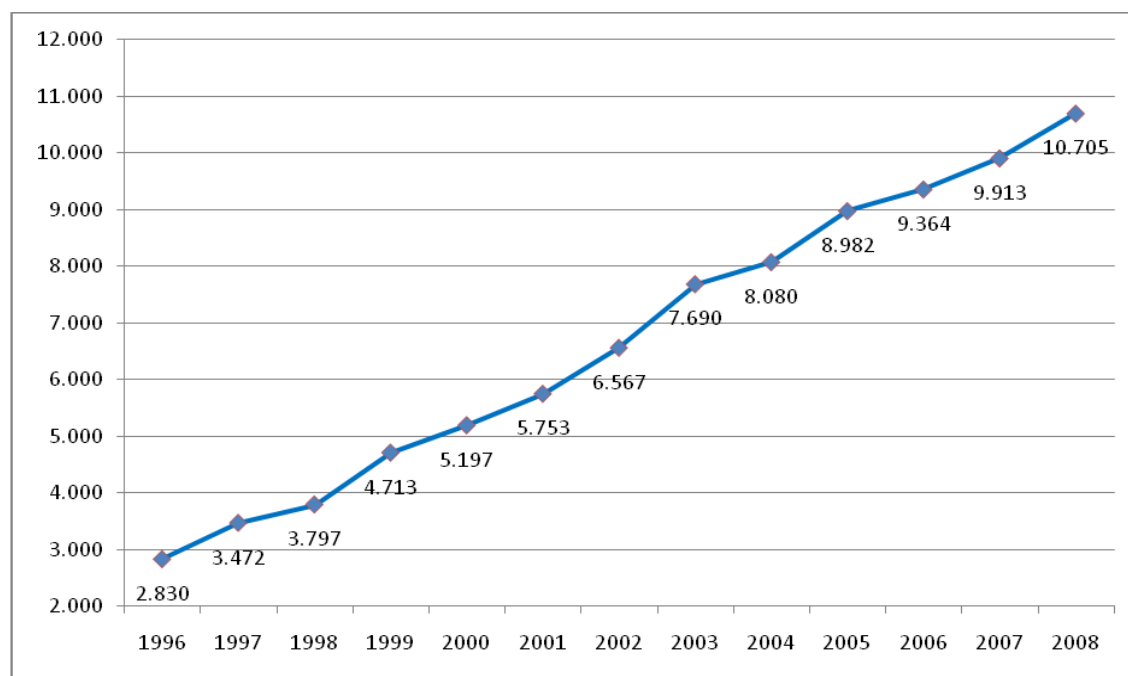
O número de doutores tem crescido de forma acelerada no Brasil. O número de doutores titulados entre 1996 e 2008 cresceu 278%, o que corresponde a uma taxa média de 12% de crescimento ao ano (Gráfico 3).

A composição das grandes áreas do conhecimento na formação dos doutores

Há que se notar que todas as grandes áreas do conhecimento tiveram crescimento significativo na formação de doutores no período. No entanto, houve reduções importantes da participação no total de titulados de três das grandes áreas mais tradicionais: ciências exatas e da terra, engenharias e ciências biológicas e crescimento relativo muito acentuado da grande área multidisciplinar. (Gráfico 4)

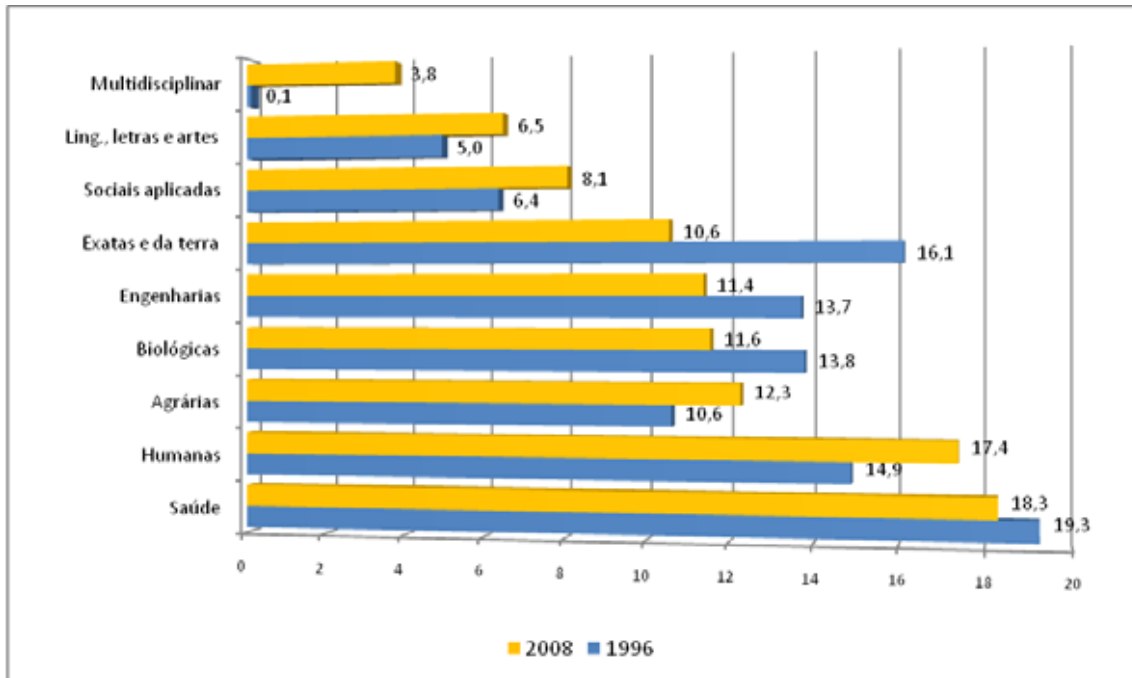
Profundas reflexões sobre essas tendências de composição das áreas de formação dos doutores brasileiros fazem-se necessárias, visando dotar o País de recursos humanos necessários ao seu plano de desenvolvimento. Conforme será tratado no segundo estudo, não somente a composição ou proporção das áreas de formação dos doutores, mas adequação da formação desses profissionais deve ser foco dos debates sobre o futuro da pós-graduação brasileira.

Gráfico 3. Número de doutores titulados no Brasil, 1996-2008



Fonte: Coleta Capes (Capes, MEC). (Apud Brasil: Doutores 2010, CGEE.)

Gráfico 4. Distribuição percentual entre as grandes áreas do conhecimento do número de doutores titulados no Brasil em 1996 e 2008



Fonte: Coleta Capes (Capes, MEC). (Apud Brasil: Doutores 2010, CGEE.)

A distribuição dos programas doutorado e da formação de doutores no território brasileiro

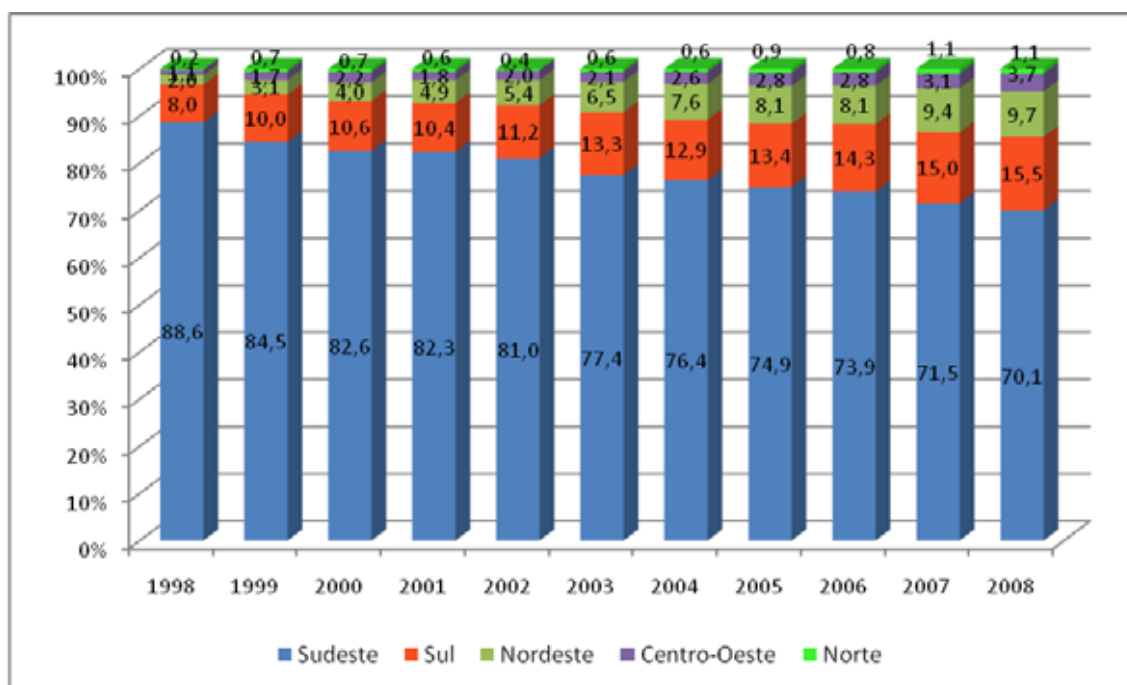
Análise dos programas de pós-graduação e da formação de doutores, do ponto de vista da sua distribuição no território nacional, mostra que, embora haja ainda uma grande concentração em um reduzido número de instituições, unidades da federação e regiões brasileiras, é possível detectar a ocorrência de uma tendência muito significativa de desconcentração da formação de doutores no Brasil durante a última década.

A região Sudeste continua sendo a principal responsável pela titulação de doutores no Brasil. Em 2008, 70% dos doutores formados no Brasil obtiveram seus títulos em instituições localizadas no Sudeste, sobretudo no Estado de São Paulo que, isoladamente, foi responsável pela titulação de 45% dos doutores titulados no Brasil nesse ano. Embora esses percentuais sejam muito elevados, eles declinaram de maneira muito acentuada entre 1996 e 2006. No início desse período, a participação da Região Sudeste e do Estado de São Paulo na formação de doutores foi de respectivamente 89% e 67% do total de doutores formados no Brasil. Portanto, houve, entre 1996 e 2008, uma perda de participação relativa da região Sudeste na formação de doutores de 19 %, enquanto que a perda de participação relativa do estado de São Paulo chegou a 22%. Esse acentuado declínio da participação relativa da região Sudeste e de São Paulo na formação de

doutores indica a existência de um forte processo de desconcentração da formação de doutores na última década.

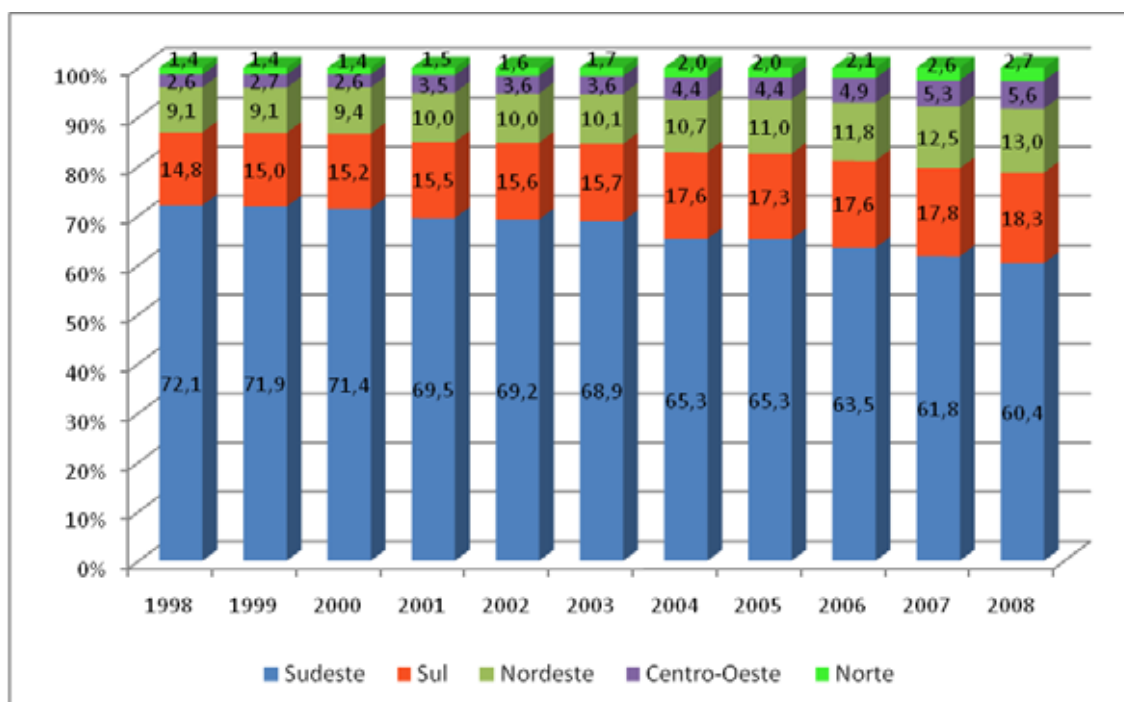
Já o número de programas de doutorado é muito menos concentrado do que o número de titulados. No ano de 2008, a região Sudeste titulóu 70% dos doutores brasileiros, mas ela tinha 60% dos programas de doutorado. O crescimento mais acelerado do número de programas de doutorado nas regiões de menor tradição na formação de doutores certamente antecipa uma tendência de aceleração da formação de doutores nessas regiões.

Gráfico 5. Distribuição percentual do número de doutores titulados no Brasil pelas regiões, 1998-2008



Fonte: Coleta Capes (Capes, MEC). (Apud Brasil: Doutores 2010, CGEE.)

Gráfico 6. Distribuição percentual do número de programas de doutorado pelas regiões, Brasil, 1998 – 2008



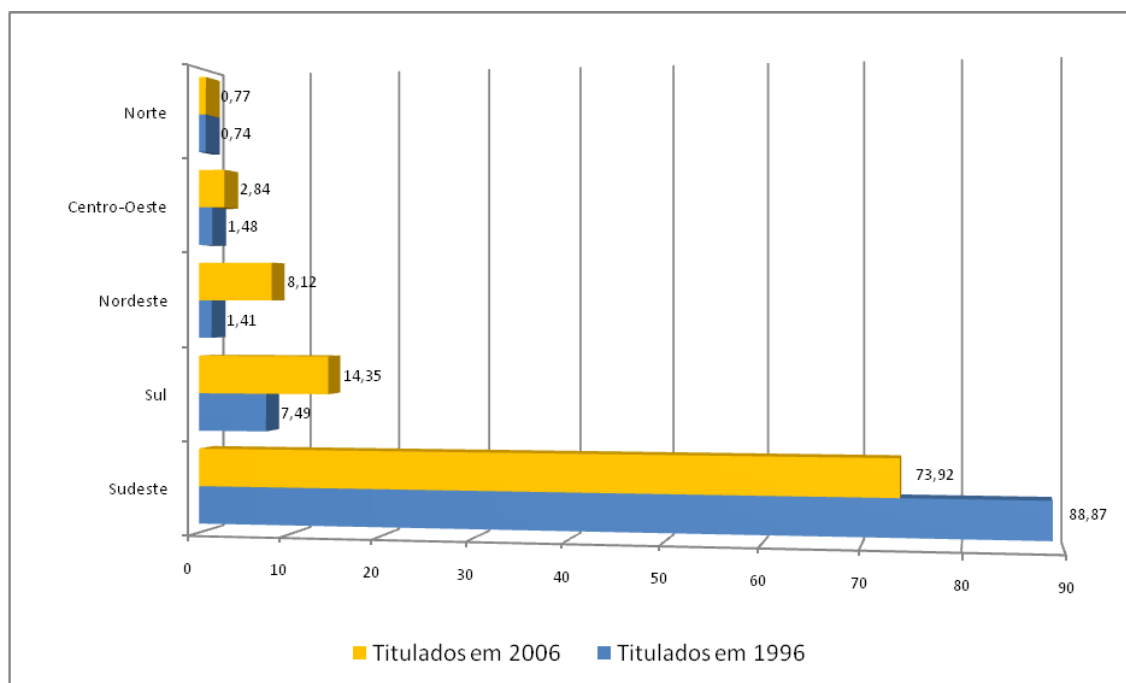
Fonte: Coleta Capes (Capes, MEC). (Apud Brasil: Doutores 2010, CGEE)

O emprego dos doutores

A análise da distribuição regional da formação dos doutores vis-à-vis o local onde estes estão empregados permite concluir que o emprego dos doutores brasileiros é bem menos concentrado regionalmente do que sua formação. O Sudeste e principalmente São Paulo é um importante pólo de formação de doutores. Estes vão trabalhar em outros estados ou regiões, com grande parte indo se dedicar às atividades de ensino e acabam por contribuir para o desenvolvimento de novos programas de mestrado e doutorado naqueles locais do País.

A dimensão desse tipo de contribuição realizada pela região Sudeste pode ser inferida pelo fato de essa região ter titulado 74% dos doutores brasileiros no ano de 2006, enquanto que, em 2008, apareciam empregados nessa região apenas 53% dos doutores titulados em 2006. Dessa diferença pode-se concluir que as quatro outras regiões ficaram com um saldo líquido de 21% dos doutores titulados em 2006, que estavam empregados em 2008.

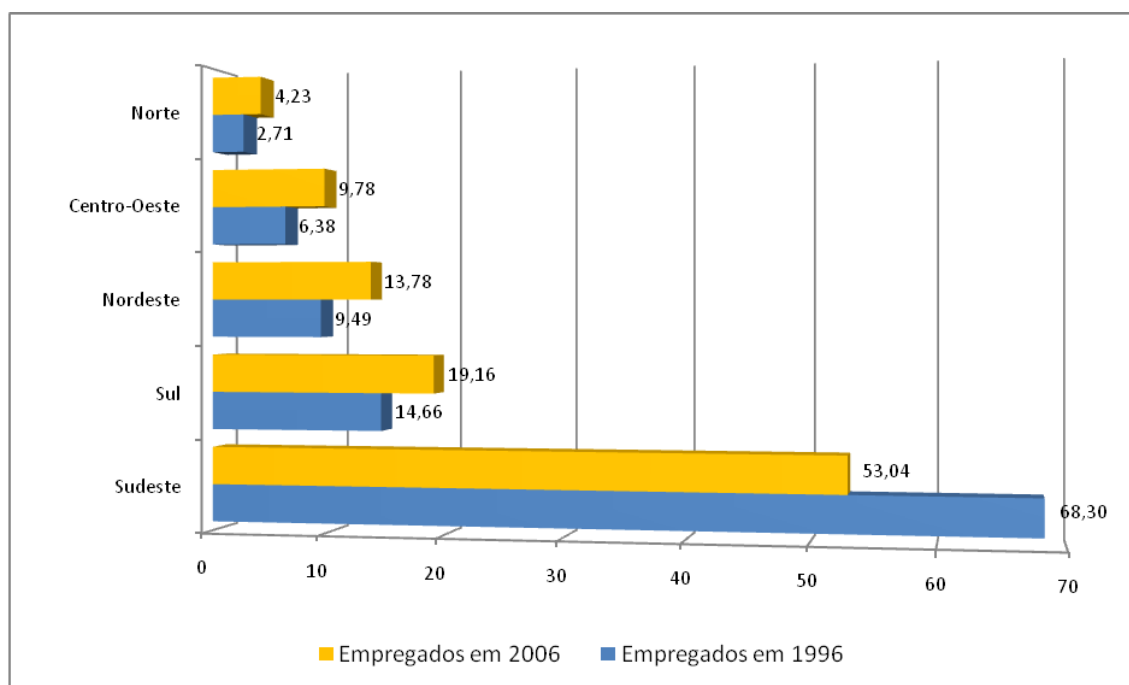
Gráfico 7. Percentagem dos doutores titulados no Brasil em 1996 e em 2006, por região da titulação



Fonte: Coleta Capes (Capes, MEC). (Apud *Brasil: Doutores 2010*, CGEE)

Nota: Notar que esse gráfico refere-se ao número de titulados no Brasil no período 1996-2006 e o gráfico 8 refere-se ao período 1996-2008.

Gráfico 8. Percentagem dos doutores titulados no Brasil em 1996 e em 2006, empregados em 2008, por regiões do emprego

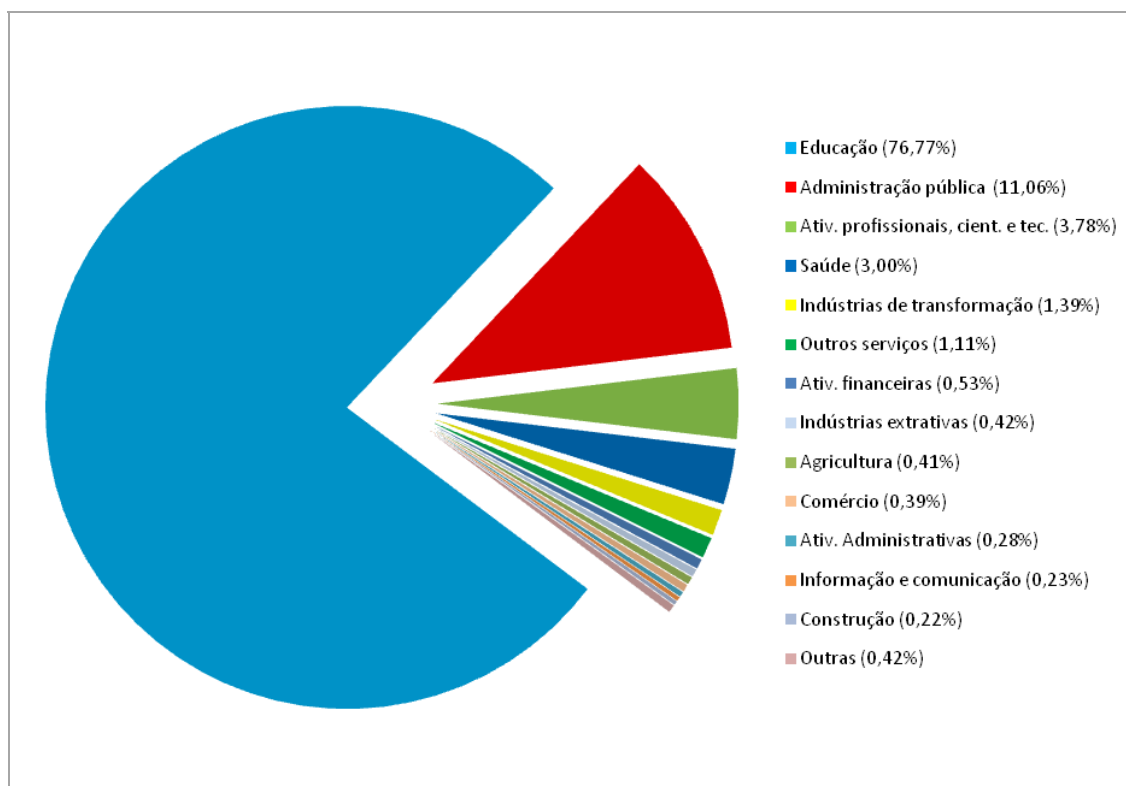


Fonte: Coleta Capes (Capes, MEC) e RAIS 2008 (MTE). (Apud *Brasil: Doutores 2010*, CGEE)

Observa-se que aproximadamente 9 em cada 10 doutores brasileiros (titulados entre 1996 e 2006) estavam empregados no ano de 2008 em estabelecimentos cuja atividade econômica principal era a educação ou a administração pública. Esses se distribuíam na proporção de 8 doutores em educação para cada doutor na administração pública. Os demais doutores, um pouco mais de um décimo do total, distribuíam-se entre as restantes 19 seções da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE). (Gráfico 9)

Inferindo-se pelo número de titulados a cada ano no período 1996-2006, que estavam empregados em 2008, é possível afirmar, no entanto, que o emprego de doutores cresceu 185% em todas as atividades no período 1996-2006. Tal crescimento foi muito superior à média em todas aquelas 19 seções da CNAE, que menos empregavam doutores. Apenas a seção educação teve um crescimento do emprego inferior à média.

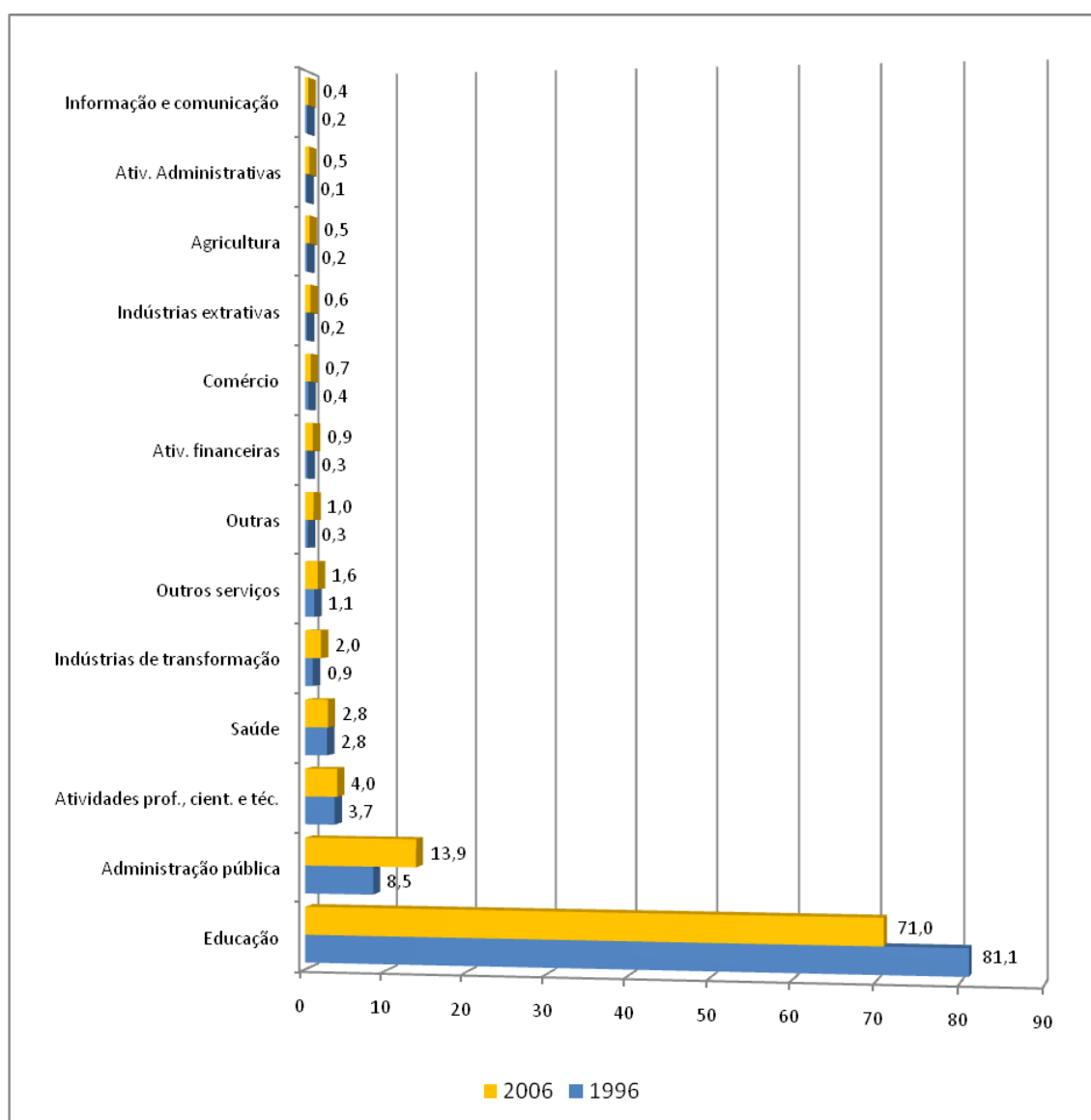
Gráfico 9. Distribuição percentual dos doutores titulados no Brasil no período 1996-2006, empregados durante o ano de 2008, por seção da classificação nacional de atividades econômicas (CNAE) dos estabelecimentos empregadores



Fonte: Fonte: Coleta Capes (Capes, MEC), e da RAIS 2008 (MTE). (Apud *Brasil: Doutores 2010*, CGEE.)

É possível afirmar que existe o início de um processo de progressiva mudança estrutural no mercado de trabalho dos doutores em razão de haver sido detectada uma tendência de queda na participação relativa dos estabelecimentos educacionais como os principais empregadores de doutores.

Gráfico 10. Percentagem dos doutores titulados no Brasil em 1996 e em 2006, empregados em 2008, por seção da classificação nacional de atividades econômicas (CNAE) dos estabelecimentos empregadores



Fonte: Coleta Capes (Capes, MEC) e RAIS 2008 (MTE). (Apud *Brasil: Doutores 2010*, CGEE)

Esse é um fenômeno importante e indica uma mudança estrutural no quadro da pós-graduação brasileira (supondo que tendência similar também esteja se manifestando em relação aos mestres). Nas primeiras décadas da consolidação da pós-graduação, a principal função dessa foi a de fornecer quadros – professores e pesquisadores – para alimentar a expansão da própria pós-graduação e do sistema universitário em geral. O fenômeno aqui detectado apontaria para o início de um processo

de amadurecimento da pós-graduação na medida em que haveria evidências de uma progressiva diversificação dos tipos de atividades econômicas que empregam doutores. É verdade que os demais setores ainda empregam muito poucos doutores, mas empregam cada vez mais doutores em termos absolutos e relativos.

O caso da indústria de transformação pode servir como um exemplo. Ela empregava no ano de 2008 apenas cerca de 1,4% dos doutores titulados no Brasil no período 1996-2006 (empregados em 2008). Contudo, caso se analise apenas os doutores que titularam no ano de 1996, aquela proporção era bem menor, menos de 1% do total. Entre os titulados no ano de 2006, essa proporção já havia mais que dobrado atingindo 2%. Inferido pela evolução no emprego em 2008 das coortes de titulados a cada ano, o número absoluto de doutores empregados na indústria de transformação cresceu 495% no período 1996-2006, taxa essa mais de duas vezes e meia superior à média de todas as atividades e mais de 3 vezes superior à da educação.

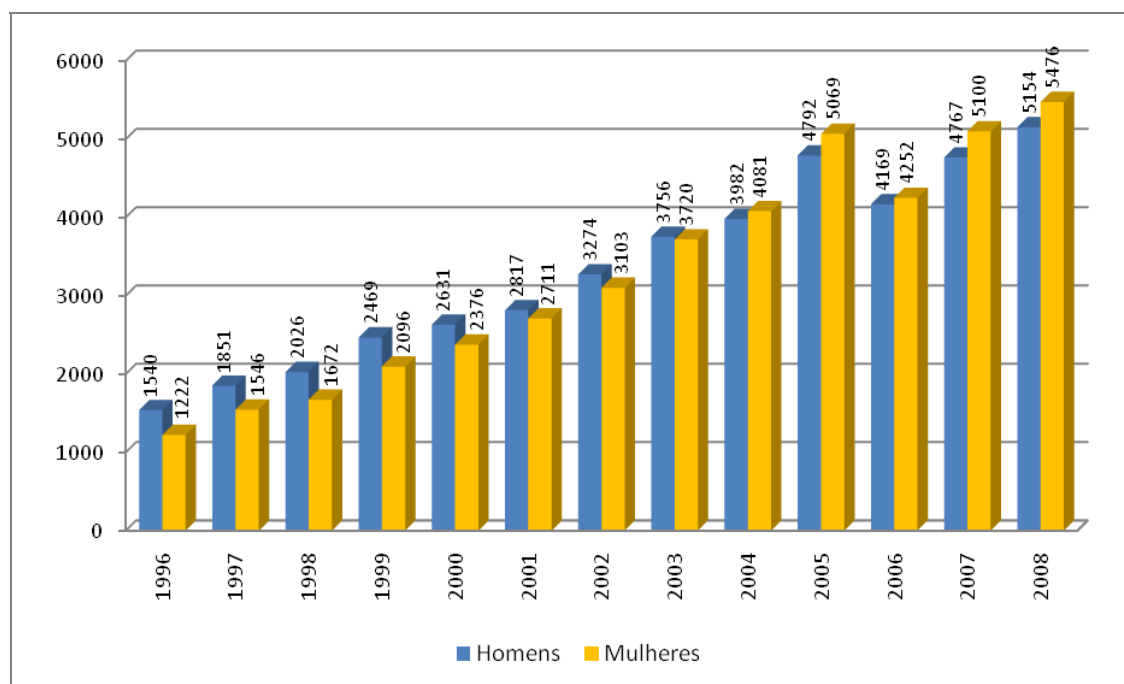
A outra face desse fenômeno pode ser observada no fato de a educação ter sido responsável pela absorção em 2008 de 81,13% dos doutores titulados em 1996 e de apenas 71% dos titulados dez anos depois, em 2006.

As questões de gênero e cor

Outra mudança marcante é o aumento crescente da presença do sexo feminino entre os doutores titulados na última década. Em 1996, as mulheres eram apenas 43% dos doutores titulados no Brasil, mas em 2008 elas chegaram a 51% dos doutores titulados naquele ano. Na verdade, o número de mulheres ultrapassou o de homens entre os doutores titulados já no ano de 2004 e, desde então, elas mantêm esse maioria.

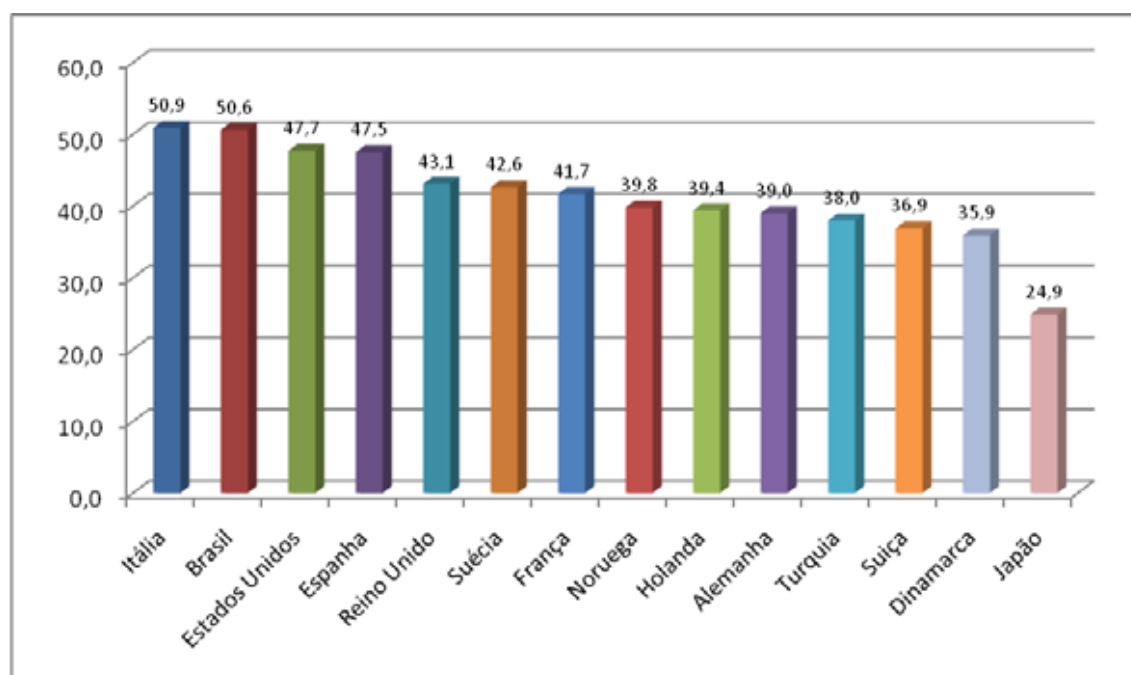
Essa conquista no mais elevado nível de educação, no qual são formados profissionais com capacidade de realização de pesquisa original, é um marco das conquistas femininas no esforço de redução das desigualdades de gênero, ainda que persistam algumas disparidades na remuneração. É importante notar também que esse é um feito no qual o Brasil se destaca quando comparado com a maior parte dos países para os quais esse tipo de estatísticas está disponível. (gráfico 12)

Gráfico 11. Número de doutores titulados no Brasil por gênero, 1996-2008



Fonte: Coleta Capes (Capes, MEC). (Apud *Brasil: Doutores 2010*, CGEE)

Gráfico 12. Participação percentual feminina no número de doutores titulados no ano de 2004, países selecionados



Fonte: Fonte: Coleta Capes (Capes, MEC), e Eurostat (2007, table 3). (Apud *Brasil: Doutores 2010*, CGEE)

A composição de cor dentre os doutores brasileiros é ainda muito desigual. De acordo com estimativas baseadas nas PNADs, os brasileiros de cor parda representavam 42,3% da população brasileira no ano de 2007, mas sua proporção na população de portadores de títulos de mestrado ou de doutorado era de apenas 11,8%. Os brasileiros de cor preta eram 7,4% da população em 2007, enquanto que os pretos representavam apenas 2,7% da população com título de mestrado ou doutorado. Já os brancos eram 49,4% da população total e 84,2% da população dos que possuíam mestrado ou doutorado. Houve uma redução dessa desigualdade racial entre 1998 e 2007 na medida em que o número dos portadores de título de mestrado ou doutorado cresceu menos para os brasileiros de cor branca (121%), do que para os pardos (188%) e os pretos (233%), mas o ritmo de tal redução ainda é pequeno e há muito a ser feito nesse sentido.

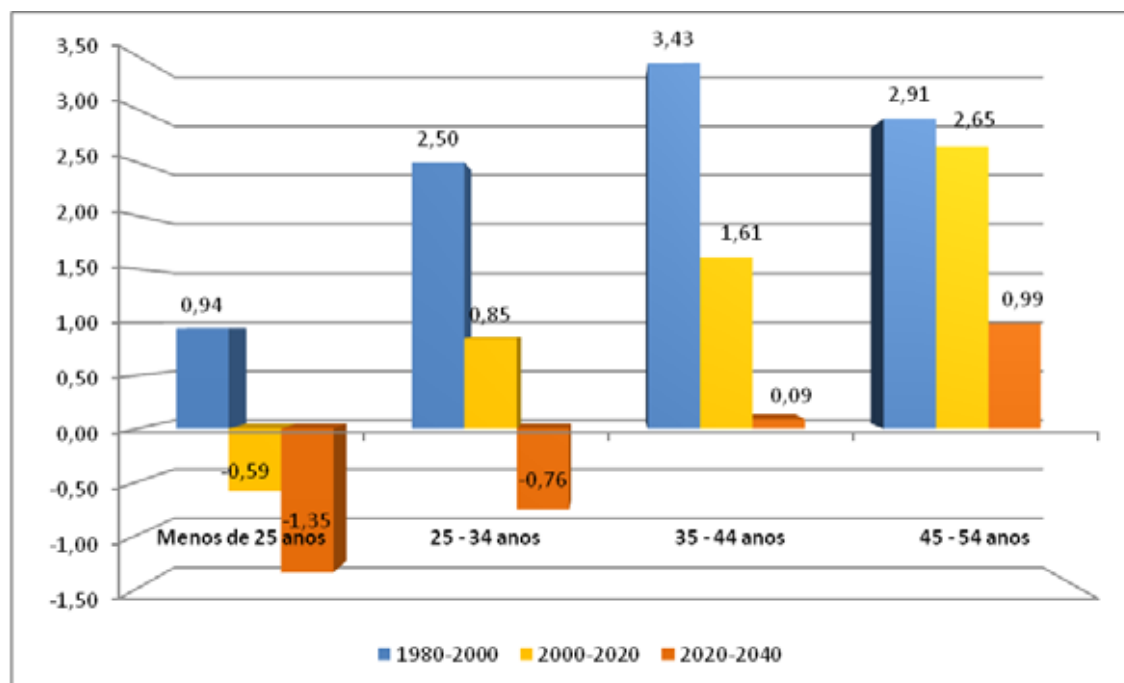
Uma janela de oportunidade demográfica para a formação de mestres e doutores

Mirando o futuro do País, há que se considerar que as projeções demográficas indicam que os grupos de idade acima de 25 anos serão, no Brasil, os de maior crescimento populacional durante os próximos trinta anos. Com isso, quase metade da população brasileira deverá estar na faixa de 35 a 54 anos de idade por volta do ano 2040. No entanto, os extratos dessa faixa de população adulta com maior potencial para a formação de mestres e doutores, isto é, a população de 25 a 44 anos, deverá crescer até o ano de 2020, conforme indicado no gráfico 13. Entre 2020 e 2040, esse segmento da população deverá decrescer em termos absolutos. Portanto, identifica-se no horizonte dos próximos 10 anos uma janela de oportunidade demográfica para a expansão significativa da base populacional de cuja faixa etária a pós-graduação mais se alimenta.

A partir do ano de 2020, essa tendência se inverte e aquela janela de oportunidades inicia um processo de fechamento que retirará esse fator de dinamismo que tem contribuído para a expansão da população de mestres e doutores no Brasil.

Muitos países europeus, por exemplo, enfrentam atualmente um processo de declínio da população potencial para a formação de mestres e doutores e, por essa, dentre outras razões, precisam desenvolver esforços deliberados para atrair cidadãos de países mais jovens, para preencher vagas tanto em seus programas de mestrado e doutorado, quanto para ocupar postos com esse nível de titulação.

Gráfico 13. Taxa de crescimento anual observada e estimada para grupos etários de interesse para a formação de mestres e doutores, Brasil, 1980 – 2040



Fontes: IBGE, 2009 (Apud *Brasil: Doutores 2010*, CGEE)

Deste modo, os esforços para ampliar consideravelmente a base técnico-científica do País, com perfis altamente qualificados e adequados às novas demandas do mercado profissional, devem considerar a atual janela de oportunidade demográfica. O avanço na compreensão das demandas do mercado de trabalho de doutores tem também um papel fundamental no aperfeiçoamento das políticas de formação de recursos humanos que necessitam cada vez mais de coordenação e articulação entre os diversos agentes de fomento.

Referências

AURIOL, L., 2007. *Labour market characteristics and international mobility of doctorate holders: Results for seven countries*, STI Working Paper 2007/2, Paris: OECD Directorate for Science, Technology and Industry. <<http://www.oecd.org/dataoecd/17/57/38055153.pdf>> Accessed January 15, 2008.

CGEE, 2009. Demografia da Base Técnico-Científica II. Relatório técnico final. Brasília: 333p.

EUROSTAT, 2007. *Doctorate Holders*, in Statistics in Focus Science and Technology 131/2007, Tomas Meri, Eurostat. <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_OFFPUB/KS-SF-07-131/EN/KS-SF-07-131EN.PDF>

NSF, 2009a. *Doctorate Recipients from U.S. Universities: Summary Report 2007–08*, National Science Foundation, Division of Science Resources Statistics, Special Report NSF 10-309, Arlington, VA. <<http://www.nsf.gov/statistics/nsf10309/>> Acesso em: 03/12/2009.

NSF, 2009b. *Characteristics of Doctoral Scientists and Engineers in the United States: 2006, Detailed Statistical Tables*, NSF 09-317, Arlington, VA.: National Science Foundation, Division of Science Resources Statistics. <<http://www.nsf.gov/statistics/nsf09317/>>. Acesso em: 10 dez. 2009.

NSF, 1999. *SESTAT: A Tool for Studying Scientists and Engineers in the United States*, NSF 99-337, In. Nirmala Kannankutty and R. Keith Wilkinson, Arlington, VA: National Science Foundation, Division of Science Resources Studies. <www.nsf.gov/statistics/nsf99337/htmstart.htm>. Acesso em: 30 jun. 2008.

OECD, 1995. *Canberra Manual - Manual on the Measurement of Human Resources Devoted to S&T*, OCDE/GD(95)77, Paris: OECD, 111 pp. <<http://www.oecd.org/dataoecd/34/0/2096025.pdf>>. Acesso em: 30 jun. 2009.

OECD, Eurostat e Unesco/UIS, 2007. *Mapping Careers and Mobility of Doctorate Holders: Draft Guidelines, Model Questionnaire and Indicators*, The OCDE / UNESCO Institute for Statistics Eurostat Careers of Doctorate Holders (CDH) Project, STI Working Paper 2007/6 [DSTI/DOC (2007/6)], Paris: OCDE. <<http://www.oecd.org/dataoecd/6/25/39811574.pdf>> Acesso em: 30 jun. 2009.

UNESCO, 1997. *International Standard Classification of Education - ISCED 1997*, Paris: UNESCO, November 1997. <http://www.unesco.org/education/information/nfsunesco/doc/isced_1997.htm>.

Acesso em: 30 jul. 2008.

ESTUDO 2 - FORMAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS EM ÁREAS ESTRATÉGICAS DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO⁴

A adoção de políticas especialmente direcionadas para sustentar o desenvolvimento de determinadas áreas do conhecimento reconhecidas como estratégicas foi prática recorrente adotada em diferentes países ao longo do século 20. Tradicionalmente, o desenho fundamental de políticas dessa natureza está na priorização de algumas áreas, percebidas como estratégicas, para onde são canalizados – através de programas direcionados - recursos públicos para o custeio de pesquisa e desenvolvimento tecnológico. A geração de recursos humanos com competências específicas para essas áreas é parte integrante do desenho dessas políticas. Esse apoio se concretiza em programas que sinalizam o suporte preferencial a essas áreas na pós-graduação e em todo o ambiente acadêmico de um país.

Diante desse pressuposto, o objetivo do estudo “Formação de Recursos Humanos em Áreas Estratégicas de Ciência, Tecnologia e Inovação” é contribuir para uma nova agenda de formação de recursos humanos, em uma perspectiva de curto e médio prazo, em especial naquelas áreas que são estratégicas para consolidar a posição brasileira em um cenário internacional inovador e altamente competitivo. O trabalho mostra que novos arranjos institucionais começam a emergir novos atores se organizam para assegurar a formação de profissionais e que as políticas públicas para a área educacional vêm adotando novas diretrizes.

Quais as estratégias mais adequadas para minimizar eventuais diferenças entre as necessidades de pessoal qualificado (recursos humanos) dos sistemas produtores de bens e serviços e as instituições de educação? É possível fazer prospecções que ajudem a dar maior aderência entre a oferta e a demanda de profissionais no médio prazo de forma que o país possa competir em condições mais favoráveis no mercado internacional?

Essas foram algumas das questões que o trabalho em tela busca responder a partir da análise de alguns setores produtivos prioritários como siderurgia, construção civil, cosméticos, equipamento médico-hospitalar e odontológico, móveis, têxtil e confecções, plásticos, couro e calçados, automotivo, aeronáutico, papel e celulose e bioindústria, que já haviam sido objeto dos Estudos Prospectivos Setoriais (PES) pelo CGEE, como também as tecnologias portadoras de futuro, nanotecnologia e biotecnologia, tecnologia de informação e comunicação e algumas áreas estratégicas como engenharia e energia, tendo como suporte os setores prioritários do PDP (Plano de Desenvolvimento Produtivo) e áreas estratégicas incluídas no PPA (Plano Plurianual de Ciência e Tecnologia).

⁴ O Estudo teve a autoria de Michelangelo Trigueiro, Ivan Rocha Neto, Elizabeth Balbachevsky, Rubens de Oliveira Martins, Lígia Barbosa e Kira Tarapanoff. A equipe técnica do CGEE contou com a participação de Evando Mirra de Paula e Silva, Fernanda Sobral e Maria Elenita Nascimento, sob a coordenação de Sílvia Velho.

O relatório do estudo Formação de recursos humanos em áreas estratégicas do Plano Nacional de C&T encontra-se no site www.cgEE.org.br e o livro encontra-se no prelo.

A Agenda de Formação de Recursos Humanos

Ao longo de toda a análise do material empírico, fica evidente a necessidade de se envidar esforços para que o país possa ter condições reais de responder aos grandes desafios que são apresentados por vários setores estratégicos da esfera produtiva. A demanda por mão de obra em quantidade e qualidade é a tônica. Em todas as áreas aqui enfocadas – da indústria de plástico, petroquímica e de gás, siderúrgica, automotiva, da construção civil e de cosméticos –, a necessidade de pessoal é central, mesmo considerando a reconhecida capacidade científica e tecnológica que o país já dispõe, em termos de números de cursos e de formandos, em todos os níveis. Os números indicados no estudo apresentam evidências de uma base técnico-científica robusta, ainda que precise ser mais bem cotejada com as demandas reais, provenientes dos setores produtivos.

Assim, o primeiro ponto da agenda de formação de recursos humanos é a proposta para ampliação da oferta e ocupação de vagas de cursos, em todos os níveis, da formação técnica à pós-graduação, em todas as áreas de frente do conhecimento. Como o *deficit* é muito alto, todo o esforço para diminuir rapidamente essa defasagem deve ser prioritário.

O Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI), instituído pelo Decreto nº. 6.096, de 24 de abril de 2007, aposta nessa direção e, a julgar pelos primeiros resultados, é bastante promissora a expansão das vagas no ensino superior brasileiro. E é importante destacar que a expansão deve se dar em todos os níveis da formação de recursos humanos, no país, de acordo com os estudos prospectivos analisados. Mas é necessário delinear melhor essa ampliação, procurando estimar, o mais próximo possível, a demanda quantitativa real de pessoal para ser empregado nos setores de ponta do desenvolvimento nacional. Nesse sentido, a realização de amplo *survey* junto aos setores industriais indicados no presente trabalho é indicada, consultando os principais porta-vozes sobre a estimativa concreta de necessidade de pessoal, para os próximos dez ou vinte anos, com o nível de formação e na área de competência requeridos. Embora tenha se afirmado que estudos dessa natureza dificilmente chegam a indicadores precisos, em razão da complexidade dos processos inovativos e da dinâmica da produção nesses setores, é importante buscar aproximar os números do que é de fato almejado, para não comprometer a continuidade de ações de desenvolvimento.

Entretanto, devem ser integradas as diferentes bases de informação, e, eventualmente, complementá-las, daí a proposta para a realização de um amplo *survey*, nas indústrias nacionais, focalizando-se em aspectos específicos que ainda não estão devidamente cotejados nos estudos hoje disponíveis. O levantamento e a integração dessas informações permitirão melhor projetar as aberturas de vagas e identificar os novos cursos necessários, no âmbito do Reuni, bem como nos demais níveis de formação, incluindo a pós-graduação.

Porém, nesse estudo, é também realizado um mapeamento da oferta e da demanda de pessoal qualificado nos setores produtivos prioritários, nas tecnologias portadoras de futuro, e em algumas áreas estratégicas já citadas. Além disso, são feitas comparações e mapeamentos da Oferta *versus* Demanda, considerando que as duas variáveis não podem ser avaliadas de forma independente. Do lado da oferta, o estudo focaliza a existência de cursos e oportunidades de formação, bem como a produção de conhecimentos, traduzidas na atuação de grupos de pesquisa cadastrados no Diretório do CNPq e na produção acadêmica nacional de artigos, dissertações e teses. Do lado da demanda, são contemplados os requisitos dos setores prioritários e áreas estratégicas definidas. A pesquisa foi desenvolvida, com base em estudos recentes do CGEE e outras fontes (relatórios econômicos atuais, dados e discursos oficiais, artigos, dissertações e teses, notícias e sítios da internet), além de

bases oficiais de informações do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (Senai), do Ministério da Educação (MEC), da Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (Setec/MEC) e do Sistema Nacional de Informações da Educação Profissional e Tecnológica (Sistec), ambos do MEC, das universidades corporativas (UCs) e do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae).

Também no que concerne à demanda, são apresentados alguns fatos portadores de futuro de diferentes dimensões e impactos, tais como: o Programa de Aceleração de Crescimento (PAC), o [Plano de Desenvolvimento Produtivo \(PDP\)](#), o Plano Plurianual de CT&I (PPA), o REUNI, a expansão dos Institutos Federais de Educação (Ifets), o Programa Brasil – Profissionalizado, o [Pré-Sal](#), o Plano Nacional de Qualificação (PNQ) do MTE (Ministério do Trabalho e Emprego), o [Programa de Educação para a Nova Indústria](#), o Inova Engenharia e, finalmente, a Copa do Mundo de Futebol em 2014 e as Olimpíadas em 2016 que, tendo o Brasil como sede, demandarão engenheiros civis e mão de obra mais qualificada para reformas de estádios, construções de hotéis e shoppings, pessoal de hospedagem e hospitalidade, além de também aumentar a demanda de produção e de pessoal em muitos outros setores tracionais, sobretudo no setor de serviços.

A título de exemplo de demandas específicas, podem-se destacar as principais recomendações para algumas áreas estratégicas. Na Biotecnologia, em nível de pós-graduação, os aspectos cruciais apontados são os seguintes:

- Induzir a criação de mestrados profissionais, em interação com a indústria, envolvendo gestão do conhecimento e da tecnologia, e propriedade intelectual;
- Aumentar a oferta de mestrados e doutorados, inclusive orientados ao desenvolvimento de produtos biotecnológicos.
- Estimular a formação de redes regionais de pesquisa e pós-graduação, a exemplo da RENORBIO;
- Estimular a participação das empresas no desenvolvimento de dissertações e teses;
- Estimular a cooperação internacional e tornar mais flexíveis os processos de formação de parcerias;
- Estimular a concessão de bolsas pelas empresas;
- Estimular a formação de profissionais que já atuam no mercado de trabalho;

No caso da Nanotecnologia são destacados os seguintes aspectos:

- Criar Programas de Pós-Graduação, profissionais e acadêmicos, aproveitando dos 142 grupos de pesquisa identificados no Diretório do CNPq;
- Intensificar a formação de pessoal qualificado, apoiando iniciativas tanto do setor público, quanto privado;
- Apoiar a formação de redes e parcerias;
- Modernizar a infraestrutura de ensino e pesquisa em nanotecnologia e nanociências.

De um modo geral, o cotejamento da oferta em relação à demanda evidencia que um enorme esforço precisa ser feito para ampliar a oferta de pessoal qualificado para todos os setores e níveis de escolaridade, em especial para as engenharias, sobretudo, aeronáutica, naval, nuclear, minas e energia, principalmente no setor de petróleo (Pré-Sal) e, Agroenergia, bem como para atender a demanda das indústrias nascentes (Bioindústria, Nanotecnologia e Equipamentos Médico Hospitalares), intensivas em tecnologia.

Um outro aspecto levantado na agenda de formação de recursos humanos é a importância de se reexaminar o conteúdo e a metodologia de avaliação hoje adotados pelos órgãos superiores do governo, para o ensino e a pesquisa no país.

Mostra-se a importância de se abordar e valorizar, por exemplo, no modelo seguido pela Capes, a interdisciplinaridade – enfoque destacado nos estudos prospectivos setoriais. Presencia-se hoje cada vez mais a interdisciplinaridade, dado o fato de que as inovações e descobertas em cada área do conhecimento acabam por atingir e também ser condicionadas por várias outras áreas de ponta do desenvolvimento científico-tecnológico, implicando redes complexas de interações e processos sociais os mais diversos, entre cientistas e tecnólogos, dirigentes de órgãos públicos, empresários e o público em geral.

Outro aspecto a merecer revisão no processo de avaliação é a pouca valorização, nos parâmetros atuais, da participação de um docente em diferentes programas de pós-graduação, o que acaba por fortalecer determinadas práticas endógenas, incompatíveis com a requerida necessidade de maior articulação entre diferentes organizações que compõem as “arenas transeparísticas” do novo contexto do desenvolvimento científico-tecnológico e industrial. Finalmente, constata-se que os resultados tecnológicos – importantes segundo as expectativas dos setores produtivos – são ainda menos valorizados que os científicos, contabilizados, especialmente, em termos de publicações em periódicos, notadamente internacionais. Assim, defende-se como fundamental para a formulação de uma nova agenda de formação de recursos humanos para a inovação, a redefinição de muitos aspectos dos modelos dominantes de avaliação no país.

Também é da maior relevância a construção de novos formatos curriculares, também para a graduação. O nosso ensino superior deve procurar contemplar, de uma maneira muito mais efetiva, a articulação entre a teoria e a prática, bem como a vinculação com temas e abordagens pertinentes à nossa realidade brasileira; o que requer, por exemplo, acentuar, como algo fundamental, o papel e a importância do estágio na formação do futuro profissional, e abertura de novas possibilidades de formação no próprio ambiente produtivo, em áreas de ponta. Ademais, o questionamento em torno de novos perfis profissionais pode repercutir também no processo de reformulação curricular e de redesenho acadêmico das novas atividades do ensino, da pesquisa e da extensão, para fazer frente aos desafios recentes da sociedade .

Em suma, dentro das tendências predominantes no atual contexto do desenvolvimento científico-tecnológico e das novas dinâmicas que surgem no interior das sociedades, faz-se mister considerar a necessidade de desenhos curriculares mais flexíveis, mediante o acúmulo de diferentes módulos temáticos ou teórico-práticos, os quais possam permitir, a cada etapa de conclusão, a imediata inserção dos estudantes em ambientes profissionais .

Novas experiências de formação de recursos humanos

Além desses aspectos relacionados à agenda de formação de recursos humanos para as áreas estratégicas, o estudo também faz uma cuidadosa revisão de práticas de reconhecido sucesso, adotadas por governos de alguns países, com a finalidade de garantir a formação de recursos humanos qualificados para atuar num ambiente global de alta competição e permanente modificação nos processos tecnológicos.

Até o final dos anos 1990, a área de pós-graduação, e mais especificamente o doutorado, tendeu a permanecer relativamente infensa às mudanças e reformas propostas para o ensino superior. Em 1995, entretanto, o documento *Reshaping the graduate education of scientists and engineers*, produzido pela *National Academy of Science*, colocou em debate as principais insatisfações que vinham se acumulando na sociedade americana acerca das disfuncionalidades da pós-graduação daquele país. Nesse mesmo ano, a União Européia publicou o *Green Paper on Innovation* (1995), que fazia referências ao “paradoxo europeu”, isto é, ao fato de que os países europeus, embora contando com uma ciência de alto nível, enfrentavam dificuldades em traduzir esse conhecimento em resultados tecnológicos capazes de imprimir uma vantagem competitiva real para a sua indústria nos mercados mundiais.

As críticas em torno do formato tradicional do doutorado se articulavam em torno de dois pontos centrais: a sua baixa relevância para a formação de profissionais versáteis, capazes de atuar em ambientes heterogêneos, dentro e fora da academia, e suas insuficiências do ponto de vista do desenvolvimento das competências (inclusive de pesquisa) tidas como necessárias para um ambiente de trabalho em forte mutação.

A partir dessas críticas, se realizaram algumas experiências de reforma do doutorado. A Austrália, por exemplo, foi um dos primeiros países a adotar o doutorado profissional. Nesses programas, o estudante desenvolve sua tese em contextos de pesquisas colaborativas, desenvolvidas (e parcialmente financiadas) em conjunto com instituições privadas. Os programas de estudos e de estágios e o próprio desenvolvimento da tese são definidos a partir de esquemas de tutoria, com a participação de pesquisadores acadêmicos e profissionais.

Algumas das tendências internacionais apontadas no trabalho se refletem na experiência nacional. Dentre estas, vale ressaltar a ênfase de vários programas de apoio à pesquisa para a organização de redes de pesquisa temática e para a interdisciplinaridade, como os Institutos do Milênio e os Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia. Daí a importância de se ter uma estrutura organizacional que favoreça a multidisciplinaridade não apenas nas agências de fomento, mas também nas Instituições de Ensino Superior, tal como a estrutura recente criada pela Universidade Federal do ABC (UFABC), que procura levar em conta as mudanças no campo da ciência, propondo uma matriz interdisciplinar, caracterizada pela interseção de várias áreas do conhecimento científico e tecnológico. A UFABC possui três grandes centros: ciências naturais e humanas, matemática, computação e cognição e engenharias, modelagem e ciências sociais aplicadas; e o ingresso se dá inicialmente em dois bacharelados: em ciência e tecnologia e em humanidades.

A proposta de criação dos mestrados profissionais no âmbito da pós-graduação também aponta nesse sentido. As recentes reformas propostas para essa modalidade de mestrado (MEC, 2009), como a criação de uma área específica para avaliação dos cursos dentro dessa modalidade, a exigência de que a composição de seu corpo docente inclua profissionais com experiência no

mercado de trabalho não acadêmico, e a flexibilização do formato do trabalho final, que reconhece outras modalidades além da tradicional dissertação, reforçam a orientação geral dessa modalidade de formação.

Além das questões já citadas, algumas políticas educacionais ou novos arranjos institucionais no Brasil também são analisados pelo estudo do CGEE tais como os cursos seqüenciais, a educação profissional e as universidades corporativas.

A situação dos cursos sequenciais no sistema de educação superior brasileiro é explorada, mostrando como as sucessivas alterações na regulamentação do MEC resultaram na perda de oportunidade de diversificação da oferta da formação superior. Também se faz uma comparação entre os formatos dos cursos sequenciais e os cursos tecnológicos, indicando como a ausência de uma política explícita de indução em áreas estratégicas determinou um falso paradoxo, uma vez que essas duas modalidades de cursos superiores, juntamente com os bacharelados e licenciaturas tradicionalmente ofertadas, devem ser concebidos como diferentes caminhos destinados a diferentes vocações acadêmicas e objetivos individuais, cada um com sua especificidade e terminalidade, conjugados em um sistema único de educação superior que permita “passarelas” de complementação e de avanço de acordo com as perspectivas e necessidades de formação desejadas.

Porém, ao se insistir na manutenção e na valorização de um modelo único de instituições e de formações no ensino superior, corre-se o risco de que os altos investimentos realizados, tanto pelos governos como individualmente, pelos estudantes – em termos de tempo e estudos –, resultem em um crescente contingente de egressos formados em áreas de pouco valor estratégico para o desenvolvimento nacional, desperdício de recursos humanos e financeiros devido à evasão por conta de formações longas e não atrativas e pequeno impacto da formação superior nas perspectivas de melhor inserção profissional.

A questão da educação profissional no nível dos cursos técnicos e tecnológicos também é analisada, traçando alguns eixos de reflexão sobre o sentido dado a esse tipo de educação em nosso país e, particularmente, sobre os rumos que ela vem tomando com a promulgação da Lei 11.892, que cria os Ifets. Discute-se o grau em que as políticas propostas e instituídas contribuem efetivamente para a democratização da educação no Brasil e para a redução das nossas imensas desigualdades e, ao mesmo tempo, o quanto tais políticas poderiam contribuir para a formação de recursos humanos para o desenvolvimento econômico, científico e tecnológico. É feita uma análise crítica dessa lei, evidenciando, que a educação profissional desenhada ainda é generalista e teórica, dando pouca importância aos aprendizados práticos e ao conhecimento especializado, dificultando, desse modo, a formação dos recursos humanos mais qualificados que o Brasil necessita.

Finalmente, é realizada uma retrospectiva histórica das Universidades Corporativas no Brasil e no mundo mostrando que se trata de um novo *player* no cenário de oferta de educação, tanto em nível técnico como em nível superior “customizado”, o que faz em parceria com centros tecnológicos de ensino, como o Sistema S, os Centros Federais de Educação Tecnológica (Cefets) e outras escolas técnicas, bem como com *Business Schools* e universidades. A parceria é frutífera para todos os envolvidos, pois aproxima a academia da prática e vice-versa, propiciando não apenas o conhecimento “customizado”, mas também a possibilidade de aplicação prática de competências adquiridas, inovando muitas vezes processos, produtos e serviços. Desafia a universidade a solucionar problemas práticos específicos e ainda a inovar em áreas onde a demanda surgiu antes da oferta. Mas, alerta para a necessidade de definir o seu papel no cenário de oferta de educação profissional e sinaliza a importância do envolvimento do governo através de políticas públicas que visem o benefício do trabalhador e da empresa, buscando a formação e desenvolvimento de uma

mão de obra qualificada, à altura do esforço produtivo do país e do seu papel no cenário nacional e mundial.

Em conclusão, há deficiências quantitativas e qualitativas na formação de recursos humanos para as áreas estratégicas, mas são apontados alguns pontos da agenda que podem enfrentar esses desafios, tais como a expansão das vagas e dos cursos com alterações curriculares que privilegiem a interação com o ambiente externo, a interdisciplinaridade, a relação entre o saber teórico e prático, além do aperfeiçoamento da metodologia e conteúdo das avaliações do ensino superior e da pós-graduação, promovidas por diferentes órgãos do governo. Ao lado disso, são apontados novos caminhos utilizados no mundo e, em alguns casos no Brasil, como o doutorado e o mestrado profissional e as universidades corporativas, além da educação profissional e dos cursos sequenciais que poderiam ser mais bem aproveitados.

Referências

AGUIAR, A. Atividades de educação corporativa no Brasil: análise das informações coletadas em 2006 pela Secretaria de Tecnologia Industrial/Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Brasília: MDIC, 2006. Disponível em: <http://www.educor.desenvolvimento.gov.br>

BALBACHEVSKY, E. 2004. Graduate education: emerging challenges to a successful policy. In: Broock, C.olin; Schwartzman, Simon. (Org.). *The challenges of education in Brazil*. Oxford: Simposium Books, pp. 209-228.

BARBOSA, M. L., e ALVES, A. P. (2009): *Marco Regulatório da formação profissional: Tendências e desafios*, Relatório de pesquisa feito para o Senai-DN.

CGEE. Recursos Humanos em Áreas Estratégicas para a Inovação; síntese do relatório. Brasília, 2009

CGEE. “Oportunidades para o Futuro do Setor Siderúrgico Brasileiro”; Sistematização de Oportunidades apontadas pelo EPSS: Documento Subsidiário. CGEE, Brasília, 2009.

CGEE. Biotecnologia; Iniciativa Nacional de Inovação. Panorama da Biotecnologia. CGEE, Brasília, 2009.

CGEE. Biotecnologia; Relatório Final: Iniciativa Nacional de Inovação; Estudo prospectivo, Visão de Futuro e Agenda INI - Biotecnologia: 2008-2025; 2009.

CGEE. Estudo Prospectivo Setorial, Construção Civil; Relatório Final. CGEE, Brasília, 2009.

CGEE. Estudo prospectivo setorial, Setor Automotivo. Relatório Panorama Setorial; Relatório Intermediário. CGEE, Brasília, 2009.

CGEE. Nanotecnologia. Iniciativa Nacional de Inovação; Estudo Prospectivo da INI - Nanotecnologia: 2008-2025. CGEE, Brasília, 2009

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, 2009, *Portaria Normativa nº 7* “Dispõe sobre o mestrado profissional no âmbito da Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES”. Brasília: Diário Oficial da União, Nº 117, 23 de junho de 2009 pp. 31

MARTINS, R.O. Cursos Sequenciais – entendendo a formação superior de curta duração. São Paulo: EDUSC, 2004.

TARAPANOV, K. & FERREIRA, J. R. “Aprendizado Organizacional: Panorama da Educação Corporativa no Contexto Internacional”. <http://www.educor.desenvolvimento.gov.br>, 2004.

TRIGUEIRO, M. Reforma Universitária: mudanças no ensino superior brasileiro. Paralelo 15, Brasília, 2004.

Associação Brasileira de Eletrônica de Potência (SOBRAEP)

Desafios ao desenvolvimento da indústria eletroeletrônica nacional

Carlos Alberto Canesin (UNESP)

Fernando Antunes (UFC)

José Antenor Pomílio (UNICAMP)

Richard M. Stephan (UFRJ)

Selênio Rocha Silva (UFMG)

A Eletrônica de Potência é uma ciência, composta por um conjunto de tecnologias, que utiliza dispositivos semicondutores como um dos elementos principais para o processamento e controle eletrônico da energia elétrica, resultando em estruturas com reduzidos volume e peso, e, elevado rendimento. Neste contexto, a Eletrônica de Potência e suas tecnologias, quer seja para o processamento, condicionamento ou controle da energia elétrica, está integrada a um conjunto ilimitado de dispositivos e sistemas, nas mais diversas áreas.

A eletrônica de potência está presente em aviões, submarinos, navios, trens elétricos, automóveis, nos mais diversos sistemas produtivos industriais, nos eletrodomésticos, nos sistemas de produção, transmissão e distribuição de energia elétrica, nos sistemas de telecomunicações, nos sistemas da tecnologia da informação, em inúmeros dispositivos da área médica, dentre outros, e, é a ciência que tem possibilitado o uso em larga escala, com viabilidade econômica, das fontes renováveis de energia para produção de energia elétrica. A Eletrônica de Potência está em constante desenvolvimento, em função da constante necessidade da população humana mundial por melhores condições de vida, e, pela necessidade da preservação e uso racional das fontes de energia na terra, exigindo-se um crescente contingente de profissionais especializados para atender tais demandas, quer seja no Brasil ou no mundo.

No aspecto tecnológico, a eletrônica de potência é concretizada por uma infinidade de estruturas eficientes processadoras de energia, comumente denominadas de conversores estáticos. O atual estágio de desenvolvimento da civilização humana, e, certamente seu futuro e sobrevivência na terra, ou, no universo, estão intimamente ligados e estritamente dependentes do desenvolvimento da eletrônica de potência.

As grandes invenções da vida moderna necessariamente passam pela eletrônica de potência. Ela está presente no processamento de energia elétrica para dispositivos e acionamentos industriais, proporcionando o uso racional e adequado da energia elétrica, melhorando a eficiência dos processos industriais e a qualidade dos produtos. Ela é essencial no desenvolvimento dos veículos elétricos (aéreos, terrestres, navais), principalmente para o transporte coletivo de pessoas e de cargas, assim como, dos sistemas de energia para telecomunicações, proporcionando fontes de energia de vários kW para centrais telefônicas ou fontes de energia de alguns mW, ou, W, para celulares e sistemas eficientes de iluminação. No seguimento da indústria biomédica de diagnóstico não intrusivo, nos mais diversos instrumentos da área cirúrgica e de assistência à manutenção da vida humana, a eletrônica de potência tornou-se imprescindível e fundamental para o estágio atual da medicina, e, inclusive, da indústria farmacêutica e química.

Merece destaque também a importância da eletrônica de potência na produção de energia elétrica a partir de energias renováveis como solar e eólica, na geração distribuída, nas *smart grids*, nos sistemas de transmissão em corrente contínua, nos compensadores e reguladores estáticos, na qualidade da energia elétrica fornecida aos consumidores, e na continuidade de fornecimento de energia elétrica a cargas especiais através das fontes ininterruptas de energia. Assim como, na eminente revolução da possibilidade de produção de energia elétrica através da fusão nuclear, que poderá determinar os novos rumos para o futuro da humanidade.

No âmbito industrial, a eletrônica de potência tem sido a base para o uso eficiente da energia elétrica não somente em seus processos produtivos, mas, também no desenvolvimento de novos sistemas eficientes de máquinas elétricas em sistemas de bombeamento, ventilação e condicionamento de ar. Neste contexto, um programa de eficiência energética em sistemas motrizes necessariamente passa pela eletrônica de potência.

Nos seguimentos do entretenimento, conforto e lazer domésticos, assim como, no processamento de dados e nas mais diversas ferramentas da tecnologia de informação, a eletrônica de potência tem contribuído com a redução de peso, volume e perdas, ampliando a eficiência nestas aplicações.

Portanto, a Eletrônica de Potência é uma ciência fundamental para a sustentabilidade e melhoria da qualidade de vida humana, considerando-se a produção, condicionamento, processamento e utilização da energia elétrica com melhor eficiência.

a) Desafios para o Brasil

O Brasil tem se destacado na formação de profissionais em todos os níveis (graduação e pós-graduação), para os setores industriais e acadêmicos na área de eletrônica de potência. A indústria nacional tem crescido, com destaque para fontes para computadores, infra-estrutura de energia para telecomunicações e acionamentos industriais. Entretanto, o desafio para a indústria nacional ainda é grande, principalmente no desenvolvimento de uma tecnologia nacional, levando-se para a indústria o conhecimento que existe nas universidades e institutos de pesquisa. A indústria nacional de bens e serviços relacionados à eletrônica de potência não tem acompanhado o crescente nível na formação de pessoal, sendo o país, infelizmente, um exportador de talentos nesta área. Um exemplo atual disto está na necessidade do desenvolvimento da indústria nacional de conversores para processamento da energia através de fontes como a eólica e fotovoltaica e de sua integração à rede elétrica, que, apesar da demanda nacional e da disponibilidade de profissionais, tem-se importado a quase totalidade dos equipamentos relativos ao processamento da energia, com pouco ou nenhum investimento com capital nacional para o estabelecimento de uma indústria nacional. Obviamente, a reversão deste e de outros inúmeros exemplos, não poderá depender somente da “vontade” do seguimento industrial, ou, acadêmico, mas, primordialmente de uma “política científica e industrial” para o país, de fomento para a academia e de apoio e infra-estrutura para os investimentos do seguimento industrial.

Outro desafio a ser vencido está relacionado à normatização. Normatizar não significa restringir, coibir, mas sim fomentar investimentos para a melhoria de processos e estruturas, proporcionando-se a possibilidade de refinamentos e melhorias constantes, uniformizando-se procedimentos e fomentando a competitividade, regional, nacional, ou mesmo, internacional, com vistas ao fortalecimento dos processos produtivos, da indústria e da ciência e tecnologia nacional. O estabelecimento de normas nacionais relacionadas aos conversores eletrônicos de energia elétrica e

à qualidade de energia, nos processos de produção, transmissão, distribuição e utilização, são fundamentais para a integração e fomento de tecnologias para uma virtuosa política industrial.

Obviamente, considerando o impacto da normatização, mas, no entanto, sua necessidade estratégica para o país, sua implantação nos mais diversos seguimentos, deve passar por debates envolvendo academia, governo e indústria, debatendo-se seus aspectos científicos, tecnológicos e econômicos, entretanto, mora e letargia neste processo com absoluta certeza poderá acarretar perdas irreparáveis tanto para a ciência e tecnologia, assim como, para a competitividade industrial nacional.

b) Recomendações para a Política de C,T&I para os Próximos Anos

A eletrônica de potência, como qualquer setor industrial, apresenta uma cadeia específica, que envolve formação de recursos humanos, pesquisa, desenvolvimento e fabricação de equipamentos, incluindo-se ainda atividades de operação, manutenção e gerenciamento. Cabe assinalar que há a necessidade de se estabelecer estratégias tecnológicas e ações específicas para o desenvolvimento da indústria de base em eletrônica de potência, abrangendo políticas e mecanismos para o incentivo à fabricação nacional de equipamentos, assim como, fortalecer e ampliar a formação de recursos humanos, a pesquisa e o desenvolvimento científico e tecnológico relacionados à eletrônica de potência. Certamente que o sucesso desta ciência que é a eletrônica de potência, e, o virtuosismo da indústria nesta área estratégica, em outros países, não é somente pelo fato de se deter tecnologias e patentes, é um sucesso porque existem mecanismos sólidos que permitem o desenvolvimento sustentado, de médio e longo prazos, de um mercado e demandas que por sua vez realimentam todo o processo.

Portanto, políticas eficientes e integradas para pesquisa, desenvolvimento e inovação (P&D&I), são fundamentais para a transformação da atual realidade nacional. Como elo fundamental desta política, a constituição de comitês técnicos com a participação da academia, do governo e da indústria para o estabelecimento de normas nacionais relacionadas aos conversores eletrônicos e à qualidade da energia elétrica, nos seguimentos da geração, transmissão, distribuição e utilização final, é parâmetro fundamental e vital para o sucesso destas ações políticas de estado.

Obviamente, o estabelecimento de programas de curto, médio e longo prazos para integrar e organizar as ações e recursos nacionais em pesquisa, desenvolvimento e inovação de modo a prover conhecimento, formação de recursos humanos e infra-estrutura laboratorial para os institutos e centros de pesquisas, para o desenvolvimento de tecnologia nacional e geração de patentes, suporte e infra-estrutura para o setor industrial, são exigências necessárias às políticas bem sucedidas neste seguimento.

Portanto, é de fundamental importância a integração definitiva da academia e das associações científicas neste processo de transformação da ciência, tecnologia e indústria eletroeletrônica nacional.

Associação Brasileira de Enfermagem

Política para a enfermagem brasileira em ciência, tecnologia e inovação

Ivone Evangelista Cabral (Centro de Estudos e Pesquisa em Enfermagem)

A Associação Brasileira de Enfermagem – ABEn, juntamente com a Coordenação da Área de Enfermagem na CAPES, a Representação do Comitê Assessor da Área de Enfermagem no CNPQ, com o apoio da Associação Brasileira de Obstetrias e Enfermeiros Obstetras – ABENFO, do Conselho Federal de Enfermagem – COFEN e Federação Nacional dos Enfermeiros – FNE, e o referendado da comunidade científica de Enfermagem Brasileira, reunida no 61º Congresso Brasileiro de Enfermagem, realizado na cidade de Fortaleza no Ceará, no período de 07 a 10 de dezembro de 2009, apresenta o documento em tela às organizações governamentais e não governamentais, destacando a trajetória e o comprometimento da Enfermagem Brasileira com o desenvolvimento da Ciência, Tecnologia e Inovação em prol da saúde e do bem-estar da população brasileira.

Considerando que:

A Enfermagem, como campo de conhecimento específico e como prática social, se consolida e se fortalece como ciência, tecnologia e inovação.

A Pós-Graduação da Enfermagem Brasileira tem incrementado a formação e qualificação de recursos humanos, titulando mestres, desde o início da década de 70; e doutores, a partir dos anos 80. Os mestres e doutores desenvolvem pesquisas científicas alicerçadas nas especificidades e diversidades da prática profissional nos mais variados cenários; articulando e integrando conhecimentos com outros setores determinantes da vida e da saúde, para um melhor cuidado de Enfermagem à necessidade em saúde do cidadão. Nesse sentido, os resultados de pesquisa contribuem para conferir à Enfermagem o estatuto de ciência, produzem impacto na qualidade do cuidado em saúde e na educação em Enfermagem, e geram novas investigações.

O crescimento quantitativo/ qualitativo de Programas/Cursos de Pós-graduação e sua expansão geográfica refletem-se no aumento do volume da produção de conhecimentos científicos e tecnológicos, das publicações em periódicos de impacto, e em maior número de recursos humanos qualificados.

Os Programas/Cursos de Pós-graduação são organizados em áreas de concentração, linhas e projetos de pesquisas, com estruturas curriculares pertinentes, abrangentes e consonantes com o corpo de conhecimento e a especificidade da Enfermagem no campo da Saúde.

Atualmente, a área da Enfermagem conta com 39 Programas de Pós-Graduação stricto sensu em Enfermagem credenciados pela CAPES, com um total de 58 cursos, sendo 20 doutorados em Enfermagem, 35 mestrados acadêmico; e três mestrados profissional em Enfermagem.

A pesquisa em Enfermagem está institucionalmente estruturada em 444 grupos de pesquisa cadastrados no Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq, mais de 130 pesquisadores com bolsa de

produtividade em pesquisa do CNPq e um CA-EF - Comitê Assessor da Área da Enfermagem no CNPq. A produção de conhecimentos avança apoiada pelo olhar da interdisciplinaridade, intersetorialidade e da complexidade, com ganhos e retornos significativos para as necessidades sociais e com impactos internos, regionais, nacional e internacional.

A Enfermagem na CAPES mostra-se como uma área em franco processo de consolidação, considerando o alcance da internacionalização pela visibilidade e inserção internacional, a partir das fortalezas regionais e liderança na América Latina, buscando aproximação com os Cursos de Doutorado em Enfermagem existentes em mais de 32 países, alguns dos quais, desde a década de 60.

A Enfermagem representa, aproximadamente, 60% dos trabalhadores do Sistema Único de Saúde, mais de um milhão de profissionais de Enfermagem, mostrando-se resolutiva e contributiva na atenção à saúde da população, mediante a construção de conhecimentos que contribuem para promover o ser/viver melhor e com melhor saúde. A relevância social do conhecimento e dos saberes da Enfermagem é reconhecida por meio de competências e instrumental tecnológico frente a aproximadamente 800 cursos de graduação em Enfermagem e à demanda de cuidado qualificado na atenção à saúde.

Sua autonomia vem sendo conquistada e consolidada pelo incremento de políticas que fortalecem suas especificidades e incorporam novas ações de domínio próprio. Registram-se avanços nas articulações e parcerias de esforço coletivo, apoiados pelas organizações profissionais da Enfermagem, no alcance de metas para o incremento da construção de conhecimentos relevantes e inovadores, como uma prática social desafiadora e promissora.

O cuidado ao ser humano é um valor, um bem social inalienável para promover e manter a vida e o morrer com dignidade.

A competência técnico-científica de cuidar do cidadão, no seu processo saúde e doença e no contexto ambiental e social do viver humano, requer a produção de conhecimentos avançados, de natureza biológica, sócio-humanista e sócio-crítica. A abrangência da ciência da Enfermagem tem interface e interdependência com diversos campos de conhecimentos, e contribui para a formulação de políticas públicas sociais e de cuidados.

Tem conduzido projetos de pesquisa executados por equipes de pesquisadores com reconhecida competência, na linha temática de CUIDADO DE ENFERMAGEM E SAÚDE, cujos estudos estão direcionados para o desenvolvimento tecnológico e inovação, aos modelos assistenciais, à gestão e à educação em cuidado de Enfermagem e saúde, considerando as prioridades da Agenda Nacional de Pesquisa em Saúde, o contexto ambiental do desenvolvimento sustentável, a superação das desigualdades sócio-regionais de acesso das pessoas aos cuidados de Enfermagem e saúde, a formação e a qualificação de profissionais no cenário do Sistema Único de Saúde (SUS).

Nesse sentido, manifestamos o interesse de participar da 4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, e sugerimos a inclusão no item IV.A3.V (Saúde), no campo observações, uma descritiva com questões sobre “Saúde humana e sustentabilidade ambiental”, “Segurança dos cuidados em saúde”, “transferência de conhecimentos científicos na promoção da adesão às práticas de vida saudáveis e aos cuidados terapêuticos”.

Associação Brasileira de Pós-Graduação em Saúde Coletiva (ABRASCO)

Conferências Nacionais: mecanismo de consenso político? Modelos científicos de previsão e seu impacto social e político. Saúde universal pelo mercado: oxímoro conceitual?

Luiz Augusto Facchini (Presidente da ABRASCO)

José da Rocha Carneiro (USP)

Em colaboração com Observatório de Inovação do IEA/USP (Glaucio Arbix) e com o INCT Inovação em Doenças Negligenciadas (CDTS/Fiocruz) (Carlos Morel)

As comunidades epistêmicas, os grupos de interesse e sua dinâmica

Em trabalho anterior (Carvalho, 1999) destacamos o conceito de "comunidade epistêmica" no sentido que lhe é conferido por Haas (1992) e que foi apropriado no terreno da saúde internacional por Melo e Costa (1994). Mencionávamos, ainda, que uma publicação relativamente recente à época (Sutton, 1999) avançava no sentido de associar à comunidade epistêmica uma "malha política" (policy network), emprestando ao conjunto uma dinâmica que incorpora a idéia de contradições internas e é mais plausível com o mundo real. Em particular, identifica os "grupos de interesse" (interest groups) como elementos essenciais na análise dos rumos do processo de implantação de uma política. Mais que isso, avança no sentido da discrepância entre o esforço dos que formulam as políticas (policy makers) e a realidade concreta enfrentada por aqueles que as implementam na prática. Ou os responsáveis pela "burocracia ao rés do chão" (street level bureaucracy). Essas instâncias são representadas pelas escolas, as delegacias de polícia, os juizados de pequenas causas e, em nosso caso, centros de saúde, hospitais, laboratórios etc. Nada mais exemplar do que a realidade do SUS das ruas, como contraponto cruel ao SUS dos gabinetes.[Texto reproduzido, com adaptações da referência Carvalho, 1999].

Essas idéias se associam ao pensamento crítico de Fleck, publicado originalmente em alemão em 1932, com recente tradução em francês (Fleck, 2008), introduzindo os conceitos de "coletivos do pensamento", sejam eles restritos (esotéricos) ou ampliados (exotéricos) e de "estilos de pensamento".

Formular políticas

De maneira geral podemos considerar que "formular políticas é inovação" e que sua implantação de certa forma se assemelha ao processo de "difusão de inovações". Nesse sentido, as idéias de Rogers (2003) devem ser consideradas em todas as etapas deste processo. Em particular da

derradeira, que trata das conseqüências da inovação difundida. Nada mais próximo da compreensão popular de que “há leis que pegam, outras não”.

Na área da saúde, a Medicina baseada em evidências (EBM), tem intensa aplicação na atualidade científica quando aplicada à clínica e ao atendimento dos indivíduos. Já sua generalização para uma “Saúde pública baseada em evidências”, ou uma “Política de saúde baseada em evidências” é questionada por muitos. Podemos afirmar que essas idéias contaminaram a formulação de políticas em geral por influência do campo da saúde. Embora se considere altamente duvidosa a idéia de que se pode “governar cientificamente”, conforme assinala Davies, P.(2004), num artigo em que apresenta uma cáustica referência a John Maynard Keynes: ‘There is nothing a government hates more than to be well-informed; for it makes the process of arriving at decisions much more complicated and difficult’. Gagnon, et al(2007), transitam pela políticas públicas “saudáveis” e Nutbeam, D. & Boxall, A-M (2008) pela duvidosa transferência dos resultados da pesquisa na prática médica e na formulação de políticas de saúde.

Ainda na área da saúde há uma recente tendência de transformar as idéias do século XX, da (política de) “Saúde para todos” (HFA) numa nova concepção de “Saúde em todas políticas” (HiAP) . A principal defensora destas idéias é Ilona Kickbusch (2008) que as tem defendido especialmente na Europa e na Austrália.

Consenso político

As maneiras de consenso político através de consultas tem sido amplamente descritas em todo o mundo, em particular na Europa, notadamente na Dinamarca, na Holanda e no Reino Unido. Nesse sentido, lembramos o trabalho de Joss, S & Durant, J. (2002) e o de Andersen & Jæger (1999), ambos a respeito de modelos de consenso político através de conferências “democráticas”. Na América Latina podemos mencionar recente publicação originada no Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), associada à Universidade de Harvard (Stein, E. & Tommasi, M., 2008).

Nesse sentido, é vasta a experiência brasileira na área da saúde, que há quase um século vem realizando Conferências Nacionais de Saúde. Em particular, a VIII Conferência Nacional de Saúde (1986) teve sua proposta de criação do Sistema Único de Saúde acolhida pela Assembléia Nacional Constituinte (1988). O mesmo sucesso não tem sido obtido nas recentes Conferências Nacionais de Saúde (gerais e temáticas) evidenciando o insucesso de colocação em prática das suas conclusões. No momento atual seria interessante comparar a política de saúde no Brasil e seus procedimentos de consenso com a política de saúde nos EUA (Barack Obama) e a crise de sua aprovação pelo Congresso e negativa de aceitação por alguns estados da federação (nos EUA): a idéia seria explorar a viabilidade de conseguir a universalidade na área da saúde através do mercado (oximoro conceitual ?)

Entre as experiências brasileiras de consenso em outras áreas que podem ser mencionadas encontram-se os fóruns de competitividade e sua influência na formulação da política industrial. Em particular, na saúde, o fórum da cadeia farmacêutica e o fórum de biotecnologia aproveitaram como proposta de política industrial na produção de vacinas o Projeto “Inovacina”, encaminhado p ela Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz).

Quanto à realização de conferências nacionais em outras áreas, tem havido polêmica recente que as desqualifica como instrumentos “democráticos” de estabelecer consenso. Análise interessante,

considera a recente Conferência Nacional de Segurança Pública como um processo que envolve redes sociais, (Toledo e Pavez, 2010).

Referências

- ANDERSEN, I-E; & JAEGER, B.(1999)- Danish participatory models: Scenario workshops and consensus conferences: towards more democratic decision-making. *Science and Public Policy* 26(5): 331-340
- CARVALHEIRO, J. R .(1999) "Os desafios para a saúde". *Estudos Avançados*, n. 35, 1994, pp. 7-20
- DAVIES, P.(2004) - Is Evidence-Based Government Possible? Washington D.C.: presented at the 4th Annual Campbell Collaboration Colloquium 19 February 2004
- FLECK, L. (2005) *Genèse et développement d'un fait scientifique*. Paris: Éditions Flammarion, 2008.
- GAGNON, F.; TURGEON, J & DALLAIRE, C.(2007) - Healthy public policy: A conceptual cognitive framework .*Health Policy* Volume 81, Issue 1, April 2007, Pages 42-55
- HAAS, P. M. "Knowledge, Power, and International Policy Coordination: Epistemic Communities and International Policy Coordination". *International Organization*, vol. 46, n. 1, 1992, pp. 1-35
- JOSS, S. & DURANT, J. - Public participation in science: the role of consensus conferences in Europe. London: Copytech (UK) Ltda (with support of European Commission Directorate General XII). 1995 (reprint 2002)
- KICKBUSCH, I. (2008) - *Healthy Societies: addressing 21st century health challenges*. Adelaide Thinker in Residence, Department of the Premier and Cabinet. Adelaide: Crown – in right of the State of South Australia (ISBN 978-0-9804829-2-8), May 2008
- MELO, M. A .B. C. e COSTA, N. R. "Desenvolvimento sustentável, ajuste estrutural e política social: as estratégias da OMS/OPS e do Banco Mundial para a atenção à saúde". *Planejamento e Políticas Públicas*, Ipea, n. 1, 1994, pp. 49-108.
- NUTBEAM, D. & BOXALL, A-M (2008) - What influences the transfer of research into health policy and practice? Observations from England and Australia. *Public Health*. Volume 122, Issue 8, August 2008, Pages 747-753
- ROGERS, E. M. (2003) "Diffusion of Innovations". 5th. Edition. New York: Free Press.
- STEIN, E. & TOMMASI, (editors) (2008) - *Policymaking in Latin America : how politics shapes policies*. Washington D.C.: Inter-American Development Bank and David Rockefeller Center for Latin American Studies Harvard University, (ISBN: 978-1-59782-061-5), 2008.
- SUTTON, R. "The Policy Process: An Overview". Working Paper 118. London, Overseas Development Institute Portland House, 1999, 35 p.
- TOLEDO, D. & PAVEZ, T. (2010) "Redes sociais, mobilização e segurança pública: a evolução das redes de atores no processo preparatória da 1ª Conferência Nacional de Segurança Pública". Apresentação no Observatório de Inovação do IEA/USP, em 23 de março de 2010.

PROPOSTA 1 de apresentação em Sessão Paralela IV.A.4. Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Social, possivelmente no segmento vi) Políticas Públicas de CT&I para o Desenvolvimento Social, num de seus sub-itens.

MESA: Conferências Nacionais: mecanismo de consenso político?

Justificativa: na Saúde temos larga tradição de Conferências Nacionais, já estamos na 14^a; a VIII CNS (em 1986) deu origem à proposta consagrada na Constituinte de criação do SUS onde se formalizam as Conferências em todos os níveis federativos como instrumento de participação (ou controle social); nas últimas Conferências Nacionais de Saúde, ou nas conferências temáticas de Ciência, Tecnologia e Inovação em Saúde (CNCT&I/saúde), de Vigilância Sanitária (VISA), de Saúde e Ambiente, as propostas aprovadas não têm sido todas implementadas, sem grande ruído; atualmente, temos uma polêmica intensa em torno das propostas da Conferência Nacional de Comunicação e, especialmente, do III Plano Nacional de Direitos Humanos, anunciado como síntese de “diversas” Conferências Nacionais de diferentes áreas; a nossa proposta é de Mesa capaz de colocar em discussão essa realidade e comparar com experiências internacionais, notadamente na Dinamarca e no Reino Unido, com modos consagrados de busca de consenso político através de Conferências ligadas ao parlamento, com participação de cientistas e de “leigos”.

PROPOSTA 2 de apresentação em Sessão Paralela IV.A.4. Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Social, possivelmente no segmento vi) Políticas Públicas de CT&I para o Desenvolvimento Social, num de seus sub-itens.

MESA: Modelos científicos de previsão e seu impacto social e político.

Justificativa: Lord Keynes, o economista do estado de bem-estar, escreveu: “o que os governantes mais odeiam são as evidências científicas, pois elas limitam sua liberdade de ação”; na atualidade estamos em presença de uma discussão na área de meio ambiente, quanto às previsões catastróficas de aquecimento global pela ação humana; também na área da saúde a introdução, por influência do Banco Mundial (BIRD), da idéia de Carga da Doença ou Burden of Disease (BoD) é contestada, especialmente pela maneira de ser medida em anos de vida perdidos por incapacidade (DALYs) e pelo modo de projeção para décadas; alguns consideram mais fácil de apreender as idéias traduzidas pelos “tradicionais” indicadores de saúde: geralmente mortalidades; ainda na área da saúde, no momento atual, as estimativas de evolução da pandemia de influenza A(H1N1) foram tão apocalípticas que determinaram a produção (excessiva ?) de vacinas específicas, o que está sendo contestado por nações européias que acusam a OMS de responsabilidade pelos gastos com vacinas que não serão usadas antes do vencimento; a nossa proposta é a de Mesa em que se debata o papel da ciência no auxílio da formulação de políticas, numa espécie de crítica às “políticas de saúde baseadas em evidência científica”.

PROPOSTA 3 de apresentação em Sessão Paralela IV.A.4. Ciência, Tecnologia e Inovação para o Desenvolvimento Social, possivelmente no segmento vi) Políticas Públicas de CT&I para o Desenvolvimento Social, num de seus sub-itens.

MESA: Saúde universal pelo mercado: oxímoro conceitual ?

Justificativa: discutir as características do “nosso” SUS e suas diferenças com a proposta de organização da saúde encaminhada pelo governo dos EUA, votada no Congresso e com dificuldades de implementação pela oposição de alguns estados da federação. Podemos intitular esta Mesa: Universalizar a saúde pelo mercado: oxímoro conceitual ? ou ainda Saúde universal pelo mercado: oxímoro conceitual ?

Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional (ANPUR)

Direito à cidade, inovação e políticas urbanas

Leila Christina Dias (UFSC)

Elson Manoel Pereira (UFSC)

a) Breve diagnóstico sobre a situação brasileira e internacional na área

O início do século XXI foi marcado por uma extraordinária conscientização global sobre temas como mudança climática e pobreza, que colocam desafios ao campo disciplinar e profissional do planejamento e dos estudos urbanos e regionais. Em países tão diversos como a Índia – onde a pobreza tem raízes numa acelerada migração rural-urbana e se manifesta no trabalho informal e temporário, e nas favelas –, e os Estados Unidos – onde muitas décadas de políticas públicas criaram simultaneamente processos de guetização e suburbanização –, estamos confrontados a complexos legados de exclusão e de estigmatização territorial.

No Brasil, o movimento pelo “direito à cidade” é gestado nos anos sessenta do século passado; em função do período ditatorial, toma forma apenas no capítulo da política urbana da Constituição Federal de 1988; no entanto, seu produto de maior impacto é a lei 10.257 de 2001, denominada de Estatuto da Cidade. Esse processo aponta para uma nova forma de conceber a questão urbana no Brasil e busca o combate das desigualdades através da democratização do acesso à terra urbanizada e a habitação nas cidades, bem como a democratização do processo de gestão urbana.

Apesar de algumas contradições no interior do próprio governo que a implanta e da convivência com outras visões, esta visão crítica do planejamento urbano no Brasil tem se institucionalizado de maneira importante, principalmente na esfera federal, onde foi criado o Ministério das Cidades e diversas instâncias e órgãos participativos como o Conselho das Cidades e as Conferências das Cidades.

b) Principais desafios para o Brasil nessa área

O Planejamento urbano brasileiro atravessa um momento de inflexão; o questionamento sobre a prática do planejamento funcionalista, modernista, que começou na década de sessenta do século XX nos Estados Unidos e na Europa, encontra na proposta da Reforma Urbana e particularmente na lei denominada Estatuto da Cidade, uma resposta originalmente brasileira, constituindo inclusive objeto de discussão em diversos círculos acadêmicos e técnico-políticos internacionais.

A cidade resultante do planejamento urbano técnico-burocrático na maior parte do século XX resultou em problemas sócio-espaciais importantes e há algum tempo as cidades européias, principalmente, tentam ultrapassar modelos que fragmentaram a cidade criando sub-espacos que não se comunicam. A crença nos modelos e utopias urbanísticos parece ter cedido lugar, em

algumas experiências, a um planejamento urbano que objetiva reconstituir o espaço urbano como lugar de trocas sociais intensas, que chamamos de urbanidade, distante da visão de um planejamento territorial puramente funcional.

Um dos principais desafios para o Brasil é dar continuidade à reflexão e à ação sobre um projeto de cidade que traduza em termos espaciais o projeto social contido no modelo de “direito à cidade”, proposto pelo filósofo francês Henri Lefebvre no final dos anos sessenta do século XX. A solução brasileira de criar Zonas de Interesse Social, por exemplo, objetivou a integração de grande parte da população à cidade formal pela possibilidade de regularização fundiária e de acesso a serviços que anteriormente, se existiam, eram fornecidos a partir de uma relação clientelista, que questionam o próprio ideal moderno de cidade, de *civitas*. Isso significa a afirmação de direitos coletivos: do direito à regularização de assentamentos informais ao direito ao planejamento urbano. Intervenções urbanísticas nas áreas que historicamente foram negligenciadas pelas políticas públicas brasileiras parecem mostrar uma mudança importante do norte do planejamento de nossas cidades; apenas em uma única área de favelas no Rio de Janeiro conhecida como Complexo do Alemão, por exemplo, estão sendo aplicados hoje um montante de meio bilhão de Reais buscando-se não apenas a melhoria das habitações mas igualmente a integração desta área ao tecido urbano tradicional, inclusive do ponto de vista da mobilidade dos moradores.

O desafio é ainda maior, considerando a globalização econômica, que redefine o papel dos Estados Nacionais na formulação de políticas públicas urbanas, e a emergência de novos atores sociais e de novas pautas de problemas. De fato, as mudanças nas relações entre economia, política e território nas últimas décadas indicam que os instrumentos concebidos historicamente para o planejamento urbano escapam, muitas vezes, do controle democrático dos usos dos territórios municipal e metropolitano.

c) Recomendações para política CT&I para os próximos anos

Do ponto de vista da elaboração de Políticas Públicas Participativas de planejamento e gestão urbanas é preciso primeiramente superar as visões dicotomizadas sobre o papel do técnico no processo: ou se tem visão elitista que concebe a capacidade de deliberar como um atributo de notáveis ou se tem a visão que desqualifica a importância do saber especializado e tudo aposta no saber popular. Em seguida, compreender a nova abordagem do planejamento urbano a partir do Estatuto da Cidade como uma mudança de direção onde se passa de uma abordagem tecnicista, que se limitava às questões de uso e ocupação do solo a uma abordagem mais política de um planejamento negociado; mais do que discutir “um dado projeto”, a participação consiste em colocar lado a lado os diversos atores (políticos eleitos, técnicos e sociedade civil) para discutir “para o projeto”.

As recomendações para a política de Ciência e Tecnologia no campo do planejamento urbano no Brasil, frente aos avanços e conquistas dos últimos anos, deve então tentar responder algumas questões fundamentais como: de que maneira transformar a obrigatoriedade da participação no processo de elaboração de políticas urbanas sem burocratizá-la? Como evitar a participação instrumentalizada e como equilibrar a força de grupos de pressão na arena de discussão política? Como administrar os diferentes tempos: dos membros eleitos da administração pública, dos técnicos e dos habitantes?

O espaço metropolitano constitui um contexto de permanente inovação, dada a sua densidade sócio-cultural e econômica e a concentração de recursos públicos que o sustenta. É neste contexto, de natureza

multiescalar, que deve intervir a ação planejadora, num período histórico caracterizado por crescente aporte de ciência, tecnologia e informação na organização do território, como tão bem analisou o geógrafo Milton Santos.

Sabemos que o desenho e a implementação das políticas urbanas implicam desafios de diferentes ordens, sendo a capacidade de inovação um dos mais importantes. Inovações tecnológicas como aquelas que podem emergir no âmbito da problemática da mobilidade urbana – que deveria tratar de garantir às pessoas o direito de acesso aos diversos territórios das cidades, e não apenas a funcionalização do espaço urbano. Mas também inovações pensadas no âmbito da redução das desigualdades sociais.

Enquanto temas e setores ligados à pobreza tem sido tratados isoladamente – saúde, educação, geração de renda e direitos humanos – menos atenção tem sido dedicada à uma visão relacional, às cidades e às questões relativas ao planejamento urbano. Nossa sugestão central como recomendação à política de CT&I para os próximos anos é abrir espaço de reflexão e de ação sobre como as formas de planejamento urbano podem reduzir a pobreza e a desigualdade. Isso significa pensar não somente a inovação tecnológica, mas igualmente a inovação na esfera das políticas urbanas.

Sociedade Brasileira de Física (SBF)

A Sociedade Brasileira de Física e a 4^o Conferência Nacional de CT&I

Diretoria e Conselho da Sociedade Brasileira de Física

Por ocasião da realização da 4^a Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, a Sociedade Brasileira de Física (SBF) vem manifestar seu desejo de contribuir para os debates preparatórios e, dentro das possibilidades da grade final de programação, chegar a ver incluídos entre os temas a serem discutidos os assuntos abaixo mencionados.

Principais desafios para a ciência brasileira

1 – Inserção da ciência na vida do País

As políticas de Estado que têm sido praticadas nas últimas décadas no campo de pós-graduação e da pesquisa geraram um avanço muito expressivo da ciência brasileira. Hoje o Brasil se coloca em posição destacada entre os maiores produtores mundiais de artigos científicos. Mas o impacto dessa capacitação científica na vida social e econômica do país ainda permanece abaixo daquele observado nos países avançados, embora haja um potencial significativo para melhorá-lo. Essa defasagem tem origem em vários fatores bem conhecidos, ligados aos processos históricos de implantação e modernização episódica de nossa indústria – que não favoreceram o desenvolvimento do gene da pesquisa e da inovação. Nas empresas brasileiras, o tema inovação é bastante recente e, nelas, o investimento em pesquisa e desenvolvimento (P&D) representa apenas cerca de 0,5% de nosso PIB. Isto corresponde a um terço do que, em média no conjunto das nações da OCDE, as empresas despendem em P&D. Por outro lado, há no País uma carência significativa de profissionais adequadamente qualificados para programas de pesquisa e inovação realizados no âmbito empresarial. Este é um problema que pode criar obstáculos em curto prazo ao crescimento da produção brasileira.

2 – Formação de quadros para a ciência, tecnologia e inovação

Na última década, tem havido um considerável esforço do Governo para promover maior inserção da ciência na vida do País, com resultados animadores. No entanto, os desafios são enormes. Além de uma implementação mais plena da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (PITCE), parecem ser necessárias importantes inovações em nosso sistema de educação superior. Esse sistema, que cresceu adaptando-se à pequena demanda de pesquisadores pelas empresas, forma ainda um número insuficiente de cientistas e engenheiros preparados para a inovação que o País necessita. Por ser uma ciência que tem uma grande interface com alta tecnologia, a Física brasileira tem sido especialmente afetada por esse cenário. Da mesma forma, sem um concertado programa de reforço à educação em ciência e matemática, desenhado para alcançar a cobertura universal de nossos jovens, o Brasil não disporá, nas próximas décadas, de um

contingente expressivo de trabalhadores com domínio das novas tecnologias e que, de fato, possam contribuir para o aumento da produtividade da economia brasileira. No século 21, a existência de uma massa crítica de cidadãos funcionalmente aptos a lidar com tais assuntos poderá ser o diferencial a distinguir as nações líderes daquelas meramente caudatárias.

3 – Fixação dos quadros especializados

Vemos como essencial uma combinação equilibrada da ciência básica com suas aplicações práticas. Nossa ciência é ainda permeada por um viés teórico e de pouca valorização da atividade de laboratório, observação particularmente aplicável aos programas de formação de pessoal. É urgente, por isto, acelerar a formação de engenheiros pesquisadores e cientistas capacitados para o trabalho em tecnologia e inovação. Naturalmente, um programa de formação de pessoal desse porte precisa ser articulado a um planejamento adequado da capacitação humana resultante, sob pena de nos transformarmos em exportadores de profissionais altamente qualificados. É essencial a gestação de uma política pública de fixação de quadros especializados que, entre outros objetivos, busque fomentar a consistência do crescimento científico e tecnológico, enquanto ampliando a redução das disparidades regionais, e venha enfim complementar os nossos muito bem sucedidos programas de formação de pessoal pós-graduado.

Recomendações para a política de CT&I nos próximos anos

1 – Infraestrutura estatal de pesquisa

O Brasil, em contraste com um grande número de países cientificamente avançados, tem grande deficiência, em sua infraestrutura, de Institutos de Pesquisas, aquelas instituições (predominantemente estatais) com missões científicas e tecnológicas bem definidas e que não têm como objetivo a formação de pessoal, papel reservado às universidades. Embora haja uma gama ampla de Institutos de Pesquisas hoje no Brasil, e apesar do grande progresso alcançado por eles em suas respectivas missões nos últimos anos, seu número ainda está muito aquém das necessidades de um país com as complexidades brasileiras. O número de pesquisadores hoje em atividade nesta classe de instituições, quando comparado com o daqueles alocados às universidades, é cerca de quatro vezes menor que o encontrado em países com economias mais maduras. Por desbravarem áreas de fronteira, seja desenvolvendo instrumentação científica sofisticada ou se dedicando ao avanço de uma tecnologia com foco mais bem definido, absorvem uma fatia significativa de jovens cientistas e tecnólogos; assim, instituições desta natureza são elementos-chave para o crescimento científico e tecnológico de um país. No campo da agropecuária é emblemático o papel da Embrapa, em cujo ambiente as atividades de pesquisa, além de grandemente intensificadas, foram colimadas em direção a objetivos e metas bem definidos. O sucesso desse modelo foi inspirador da proposta de criação da Embratec, um análogo para a área da tecnologia industrial brasileira, detalhada e justificada no relatório “Ciência para um Brasil Competitivo – o papel da Física” (2007), fruto de um estudo encomendado pela Capes. Esta proposta foi importante na decisão do MCT de criar o Sibratec, um complexo que envolve os institutos de pesquisa já pertencentes ao MCT e outros que

estão sendo criados. O Sibratec merece ser ampliado, delineado e gerido de maneira a garantir missões bem definidas para cada instituição desse complexo.

2 – Programas mobilizadores

É essencial adquirirmos a capacidade de estabelecer prioridades de ação e, de modo regular e consistente, a elas alocar os recursos disponíveis, identificando todos os agentes sociais que possam ser mobilizados para contribuir nas direções definidas. No passado, programas mobilizadores foram muito importantes no processo de gestação de avanços que induziram saltos tecnológicos em algumas áreas no Brasil. No presente, sua necessidade se faz ainda mais essencial para definir foco em muitas áreas onde temos feito progresso de maneira geral, porém difusa. Entendemos por programa mobilizador um esforço orquestrado para se atingir alguma meta bem definida, no caminho da qual tenham sido identificados obstáculos técnicos cuja superação, por si só, resolva problemas específicos e, assim, em seu conjunto justifiquem o programa como um todo. Vários países adotam programas mobilizadores para desenvolver tecnologias estratégicas. Por exemplo, o Programa Apollo, que em 1969 levou o Homem à Lua, exigiu o desenvolvimento de técnicas (novos materiais, eletrônica e computação avançadas etc.) que renderam aos americanos muito mais que tudo que foi gasto no programa. O atual programa espacial chinês, que recentemente externou a meta de enviar à Lua naves tripuladas antes de 2020, é também, claramente, um programa mobilizador. A SBF sugere que alguns programas mobilizadores, como os expostos a seguir sejam considerados. Essa lista, que certamente não esgota o rol de programas necessários ao País, destaca alguns daqueles onde a Física tem papel relevante.

a) *Programa Espacial*

Um robusto programa espacial é uma necessidade estratégica urgente do Brasil. Além da sua já comprovada eficácia como programa mobilizador, há de se reconhecer que, sem pleno domínio da tecnologia de satélites, um país continental como o Brasil permanecerá crescentemente vulnerável. Satélites são hoje amplamente empregados em telecomunicações, geoposicionamento, cartografia, agricultura de precisão, observação e previsão meteorológica, monitoramento e vigilância do território, controle de tráfego aéreo, etc. Deixar que tais serviços fiquem a cargo de nações estrangeiras é uma inaceitável temeridade. Se bem planejado, um redimensionamento substancial de nosso programa espacial pode gerar um círculo virtuoso de interações entre ciência e tecnologia, institutos de pesquisa e universidades, e entre a academia e as empresas nacionais, que acelere o nosso amadurecimento tecnológico.

b) *Nanotecnologia*

Hoje, é consensual a visão de que a nanotecnologia será a nova revolução técnica e industrial da humanidade, e que estará no centro dos desenvolvimentos industriais pelas próximas décadas. Da produção de fármacos às indústrias petroquímica e de materiais, passando pela eletrônica, pelas telecomunicações e pela informática, tudo está sendo revolucionado pela nanotecnologia. Por isso, e pelas justificadas pretensões que o Brasil exprime de se tornar em breve uma das nações líderes no mundo, é importante que criemos forte capacitação nos campos mais promissores da nanociência e

da nanotecnologia. O esforço nesse sentido empreendido pelo MCT e suas agências tem de ser revigorado por uma governança mais bem definida, clara visibilidade na implementação de suas decisões e adoção de mecanismos eficazes de gestão e avaliação. No âmbito dos institutos de pesquisa e do complexo Sibratec, deve-se considerar a possibilidade de criação de centros de pesquisa com foco em temas da nanociência e nanotecnologia, tanto os assuntos de natureza fundamental, de pesquisa básica, como outros com aplicações bem delineadas.

c) *Energia*

A crise da energia antevista para as próximas décadas oferece esplêndidas oportunidades para programas mobilizadores, especialmente para o Brasil, cuja matriz energética singularmente sustentável deve ser preservada. A dimensão mundial que o País assumirá na exploração, produção e logística de transporte de óleo e gás, com o desenvolvimento do pré-sal, irá requerer avanços substanciais em várias tecnologias correlatas que, certamente, deverão ter outras aplicações em áreas não relacionadas a petróleo. A expansão na produção de bioetanol irá requerer, além de progresso na técnica agrícola, o desenvolvimento de catalisadores eficientes e baratos para a hidrólise da lignocelulose, que terão impacto na indústria química e, possivelmente, na produção de células de combustível, componentes centrais de veículos movidos a hidrogênio. Nossa presente vantagem competitiva no setor de biocombustíveis só poderá ser mantida pelo investimento contínuo no domínio de tecnologias que permaneçam à frente daquelas adotadas por outros países. Por sua vez, o desenvolvimento de geradores fotovoltaicos de baixo custo se apresenta com grande potencial em um país com uma insolação média como a nossa, o que tem consequência importante para a indústria eletrônica. A reativação de um programa nuclear para a geração de energia, com todos os qualificativos para o cuidado com sua segurança, é importante para reduzir os problemas que geram o efeito estufa, e provavelmente será um elemento chave para a superação da crise energética mundial. Um programa que busque a autonomia técnica em toda a cadeia da produção de energia nuclear, o que inclui tanto a construção de reatores avançados e seguros, quanto de materiais especiais – para ultracentrifugadoras rápidas, caldeiras de alta pressão, etc – e de sensores diversos, representa grandes oportunidades para o desenvolvimento tecnológico, com impacto em outras áreas. A SBF defende com veemência o compromisso inarredável de que o programa nuclear brasileiro permaneça voltado para aplicações exclusivamente pacíficas, uma vez que nosso repúdio a armas nucleares se baseia em uma questão moral, e não apenas em um posicionamento político.

3 – Internacionalização da ciência brasileira

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. Esse aspecto deve ser perseguido pela comunidade brasileira de Física, com o foco muito claro de, sempre e em cada caso, identificar as nossas prioridades e demandas. Em particular, muitos dos programas científicos que envolvem grandes colaborações internacionais, além de abrir o acesso de pesquisadores brasileiros a problemas que isoladamente não teríamos como abordar, face aos custos de instalação de equipamento se infraestrutura, oferecem também excelentes oportunidades de mobilização do nosso parque industrial, para atender demandas que envolvem tecnologia de ponta. Em paralelo, uma nova agenda de cooperação precisa ser aberta e consolidada na colaboração com outros países em

desenvolvimento, como Índia, China, Coréia e África do Sul. Da mesma forma, as iniciativas de integração acadêmica Sul-Sul devem ser desenvolvidas sem olvidar o espaço geopolítico da América Latina, onde 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. De maneira similar, se faz importante a 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.

Na expectativa de que nossas sugestões possam ser acolhidas no âmbito da 4ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, a SBF vem se colocar à disposição para colaborar para o sucesso dessa iniciativa.

Sociedade Brasileira de Genética

Dificuldades para o desenvolvimento de ciência e tecnologia no Brasil

Carlos Frederico Martins Menck (USP)

Mara Helena Hutz (UFRGS)

O processo de desenvolvimento científico e tecnológico no país tem implicações no próprio anseio de tornar a Sociedade Brasileira mais justa. Isto se dará pela criação de conhecimento e implantação de infraestrutura para transferência de tecnologia. Entretanto, dificuldades normalmente encontradas por nossas empresas e pesquisadores podem representar verdadeiros gargalos para nosso desenvolvimento, sobretudo em áreas tão competitivas. Essas dificuldades podem representar entraves que inviabilizam o processo da descoberta, e reduzem nosso potencial de fazer face a um mundo globalizado, que requer esse crescimento tecnológico. Entre as dificuldades, algumas merecem destaque, pois datam de períodos bastante antigos e tem causado grandes problemas ao nosso desenvolvimento, havendo urgência na viabilização de políticas que modifiquem o quadro atual: demoras de importação (se queremos fazer tecnologia de fronteira, precisamos trabalhar com material de fronteira do conhecimento, em geral não disponível no mercado nacional), necessidade de que a ANVISA assuma responsabilidades frente a processos de importação de produtos biológicos (facilitando tramites burocráticos e reduzindo o tempo que esses produtos são retidos), altos preços (como concorrer com companhias estrangeiras pagando de três a cinco vezes mais caro que o concorrente), restrições para importação de animais (que bloqueiam trabalhos fundamentais, sobretudo na área de saúde), etc. Além disso, outros pontos merecem ser discutidos (e eventualmente buscarmos soluções), tais como falta de aplicação em desenvolvimento e inovação pelo setor privado e também desperdício na formação de Doutores altamente qualificados e que não estão sendo aproveitados pelo país.

a) Breve diagnóstico sobre a situação brasileira e internacional na área

As dificuldades citadas acima datam de períodos políticos no Brasil, quando pouco se esperava de mudanças estruturais da ciência brasileira. Hoje esse momento é completamente diferente, mas o que se vê é que, apesar de financiamentos extensos a processos biotecnológicos, são raros os exemplos onde houve a transferência da tecnologia da Universidade para o setor empresarial. Em geral, esses processos foram feitos diretamente por pesquisadores que buscam demonstrar, com esforço próprio e financiamento, em geral, do Estado, o valor de suas idéias. Entretanto, o excesso de burocracia, o tempo desperdiçado, o valor gasto, tornam as idéias desatualizadas, reduzindo a capacidade de competitividade desses pesquisadores.

Além disso, nos últimos anos houve um incentivo à formação de pesquisadores altamente qualificados no país (doutores em vários centros de excelência). Estes indivíduos precisam ser aproveitados no desenvolvimento de uma indústria de Ciência e Tecnologia, seja ao nível público (criação de novos centros de pesquisa de excelência acadêmica e/ou tecnológica) ou privado (com a qualificação de nossas empresas).

b) Principais desafios para o Brasil nessa área

O desenvolvimento de políticas que faça com que todos os personagens envolvidos nesse processo (por exemplo a ANVISA) assumam suas responsabilidades, respondendo por perdas e demoras nos processos de importação. É importante salientar que avaliações técnicas podem ser imprescindíveis, e o país conta com um conjunto de pesquisadores altamente capacitados que poderiam realizar essas avaliações, o que poderia agilizar todos os tramites burocráticos necessários para transito de materiais de interesse biológico. Além das universidades, agências como o CNPq e FINEP poderiam auxiliar nesse processo. Chamamos a atenção para o fato de que alguns países, como os Estados Unidos, União Européia e Austrália, que tem apresentado restrições ainda mais elevadas que nosso país, porém são competentes na circulação de mercadorias, demonstrando que isso é possível.

Por outro lado, o país passa por um momento privilegiado com a formação de pesquisadores doutores de alta qualidade. Institutos de Pesquisa de excelência voltados para objetivos acadêmicos ou tecnológicos, poderiam aproveitar esses recursos humanos que devem gerar grandes benefícios ao país. Da mesma forma, empresas que investissem no recrutamento de pesquisadores altamente qualificados poderiam ser incentivadas e ao mesmo tempo isso provavelmente promoveria melhoria da qualificação profissional destas.

c) Recomendações para política CT&I para os próximos anos

Desenvolver políticas que permitam agilizar o processo de circulação de mercadorias de interesse científico e tecnológico, e promover o aproveitamento de recursos humanos com qualificação em ciência e tecnologia. Frente aos elevados custos dos equipamentos necessários para a pesquisa de ponta na área biomédica, a criação de centros tecnológicos vinculados ao CNPq ou a FINEP poderiam abrigar equipamentos como seqüenciadores de nova geração, plataformas de genotipagem ou espectrofotômetros de massa entre outros. Esses equipamentos serviriam ao conjunto de pesquisadores brasileiros que pagariam apenas o custeio de suas análises.

Sociedade Brasileira de Geologia (SBGeo)

Contribuição da Sociedade Brasileira de Geologia as reflexões da SBPC, visando a 4ª Conferencia Nacional de Ciência e Tecnologia.

1. Introdução

Esse documento apresenta informações sobre o panorama geral das Ciências Geológicas no Brasil com foco na Geologia, tendo-se como base trabalhos de síntese anteriores sobre as Geociências, dados disponibilizados pelo CNPq, CAPES, CPRM e Petrobras. Outras informações utilizadas foram obtidas em documentos e bancos de dados abertos disponíveis na internet, como por exemplo no INEP, IBGE, MCT, CNPq, CAPES e ANP.

O estímulo a formação de geólogos tem se mostrado cíclico e induzido pelas demandas da economia global, pois os seus objetos de estudo, bens minerais, são os componentes (petróleo, ferro, cobre, cromo, níquel, platina, ouro, etc.) para os produtos industrializados e energéticos (petróleo, carvão e gás). Nesse momento em que o Brasil sai fortalecido da crise econômica e tem demonstrado sua maturidade política, marcada dentre outros aspectos pelo fortalecimento de seu sistema de ciência e tecnologia, a demanda por profissionais geólogos e geofísicos cresceu bastante e somente poderá ser atendida convenientemente se houver ações políticas indutoras e específicas para esse fim.

A descoberta de gigantescas reservas de petróleo e gás do Pré-Sal por geólogos brasileiros, sem dúvida, aportou novos horizontes para a economia do país para as próximas décadas. Pois, os investimentos necessários para que se possa explorar e refinar o petróleo do Pré-Sal irão circular na economia como, indústria de base, de aço, siderurgia, indústria naval, indústria da construção civil etc. Para que o Brasil saia do patamar atual de país em desenvolvimento é necessário que esses recursos circulem igualmente para fortalecer a Educação, amplie e consolide instituições de pesquisa, possibilitando que melhor se conheça a geologia do Brasil.

2. Histórico

As Ciências Geológicas abrangem o estudo da composição, estrutura e evolução da Terra, através do exame de seus minerais, rochas e fósseis, visando a prospecção de recursos minerais. Uma das características particulares dos profissionais das Ciências Geológicas é a de não se ocupar unicamente com o presente, mas também da reconstituição do passado de nosso planeta. Essa visão holística qualifica o geólogo, entre os profissionais das Geociências, a melhor compreender as mudanças globais e as suas implicações para o meio ambiente atual do planeta e, prover a sociedade das bases para o desenvolvimento sustentável.

Datas importantes para as Ciências Geológicas no Brasil: 1876 criação da Escola de Minas, Ouro Preto; 1907 criação do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil; 1938 criação do Conselho Nacional de Petróleo; 1940 criação do Código de Minas; 1942 criação da Companhia Vale do Rio Doce; 1951 criação do CNPq; 1953 criação da Petrobras; 1957 implementação pelo governo federal da Campanha Nacional de Formação de Geólogos (CAGE); 1960 graduam-se os primeiros

geólogos brasileiros e cria-se o Ministério das Minas e Energia; 1961 criação do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE); 1967 descoberta da jazida de ferro de Carajás (2,1 bilhões de toneladas); 1969 criação da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), transformada recentemente em Serviço Geológico do Brasil; 1970 criação do Projeto RADAM, nessa década iniciaram-se os cursos de pós-graduação em Geociências e a cartografia geológica básica regional e sistemática no Brasil; 1971 criação na FINEP da Secretaria Executiva do Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT); 1973 criação da CAPES e da empresa Rio Doce Geologia e Mineração; 1984 criação do primeiro curso de graduação em Geofísica, do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT) e a expansão dos cursos de pós-graduação; 1996 criação da Agência Nacional do Petróleo; 1999 criação dos Fundos Setoriais; lançado em 2001 o primeiro edital do Fundo de Infra-Estrutura (CT-Infra)/FINEP; 2003 a Petrobras implanta as Redes Temáticas nacionais e os Núcleos de Competência Tecnológica em vários estados; 2004 criação da Rede de Estudos Geodinâmicos e Ambientais do Brasil (Rede Geochronos); 2008 descoberta dos reservatórios de petróleo do Pré-Sal pela Petrobras.

2.1. Desafios e perspectivas

A grande dimensão geográfica do Brasil faz com que o maior desafio para as Ciências Geológicas no país no Século XXI, Século do Conhecimento, seja estabelecer a sua cartografia geológica, incluso os terrenos oceânicos submersos, em escala e nível compatíveis com as necessidades do desenvolvimento econômico sustentável, utilizando as disponibilidades das geotecnológicas atuais. Ou seja, cartografia geológica com suporte imagens de satélite de alta resolução, aliada a levantamentos dos recursos hídricos, aereogeofísicos, de sísmica profunda e a construção de bancos de dados digitais que possibilitem o desenvolvimento de aplicativos SIG.

Existiram avanços importantes na última década com respeito a cartografia geológica regional, por exemplo, houve a duplicação da área com mapas geológicos na escala de 1:100.000; contudo, não se atingiu ainda a 10% da área do país. É fato que, atualmente os depósitos minerais de interesse econômico não são mais encontradas na superfície. Portanto, a realização de mapeamentos geológicos em escala de 1:100.000 ou superior associadas a levantamentos geofísicos é condição *sin ne qua non* para que se possa ampliar as reservas minerais de interesse econômico e subsidiar de forma realística o planejamento estratégico sobre as potencialidades minerais, hídricas e os diagnósticos dos impactos ambientais.

O governo brasileiro explicita em diversos documentos oficiais que a área internacional do Atlântico Sul e Equatorial é considerada como interesse econômico, político e estratégico (p.ex. Política Nacional para os Recursos do Mar - PNRM). Nesse contexto, executa o Programa de Prospecção e Exploração de Recursos Minerais da Área Internacional do Atlântico Sul e Equatorial (PROAREA) que tem como propósito identificar e avaliar a potencialidade mineral de áreas com importância econômica e político-estratégicas. Para que se atinjam os objetivos do PROAREA - (ampliação da presença brasileira no Atlântico Sul e Equatorial; coleta de dados para subsidiar futuras requisições brasileiras de áreas de prospecção e exploração mineral junto à Autoridade Internacional dos Fundos Marinhos (ISBA); obtenção de informações técnicas, econômicas e ambientais necessárias para que empresas, públicas e privadas, e órgãos governamentais possam desenvolver atividades de exploração mineral e gestão ambiental na área internacional do Atlântico Sul e Equatorial) -, torna-se imperativo que existam ações políticas nacionais voltadas a indução na

formação de geólogos, geofísicos e oceanógrafos, dentre outros. Assim como ampliação da capacidade laboratorial do país.

Outro desafio importante é que haja a redução de catástrofes ambientais. A expansão física das cidades ou construções em zonas de risco têm levado a catástrofes ambientais no país, com a que ocorreu recentemente em Angra dos Reis, e nos últimos cinco anos em Cubatão, Ubatuba, Guarujá, Santa Catarina e Campos de Jordão. Para que se possa evitar ou minimizar esses acidentes naturais é essencial que existam investimentos em prevenção (estudos de geologia de engenharia, geração de cartas geotécnicas, etc.). E, além disso, a eficiência da disponibilização e difusão dos avanços técnico-científicos entre as diferentes esferas de governo (federal, estadual e municipal).

2.2. Cientistas e profissionais na área das Ciências Geológicas no Brasil

Estima-se que no Brasil existam atualmente cerca de 8.000 geólogos e geofísicos. Estes profissionais atuam na Petrobras (1564); a CPRM (380), Vale (200), Departamento Nacional de Pesquisa Mineral (DNPM), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), e empresas estaduais e privadas de mineração e de consultoria ambiental. Nas instituições de pesquisa e ensino superior avalia-se que existam atuando cerca de 1200 entre geólogos e geofísicos.

Dados sobre a formação de pós-graduandos disponibilizados pela CAPES, abrangendo o período de 1990 até 2007, revelam que tem havido o aumento do número de mestres e doutores, passando de 25 doutores ano em 1990 para 150 em 2007, e de 150 mestres em 1990 para 480 em 2007. Todavia, mesmo com o aumento do número de doutores em geologia e geofísica o total existente no país não alcança 30% dos graduados.

Os dados disponibilizados pelo CNPq (janeiro de 2010) revelam que existem 306 pesquisadores com bolsa de produtividade em pesquisa na área das Geociências, sendo 196 na sub-área Geologia, 76 na sub-área Geofísica, 11 na sub-área Geodésia e 23 na sub-área Geografia Física. A região sudeste concentra 54,2 %, sul 17%, norte e nordeste 10%, e centro-oeste 7%.

O perfil da distribuição dos geocientistas das Ciências Geológicas no país concentra-se essencialmente nas regiões sudeste e sul, representam 72% dos bolsistas PQ do CNPq. A estratégia para que haja melhor distribuição regional de geocientistas é o fortalecimento dos grupos de pesquisas existentes nas instituições de pesquisa e ensino superior que têm boa distribuição regional no país. É igualmente importante a ampliação de estímulos para inserção de pesquisadores altamente qualificados no setor produtivo.

A infra-estrutura laboratorial e computacional para as pesquisas nas Ciências Geológicas concentram-se historicamente em universidades e centros de pesquisa. Ela foi montada essencialmente com recursos oriundos de ações do governo federal (p.ex. PADCT e CT-INFRA) e mais recentemente com a implantação das Redes Temáticas nacionais da Petrobras a partir de 2004 e a criação ou fortalecimento de FAPS em vários estados. Embora tenha-se conseguido montar uma infra-estrutura razoável para pesquisas em Geociências ela é insuficiente para atender as demandas existentes e mostra-se concentrada essencialmente nas regiões sudeste, sul, e no Distrito Federal. A presença de longas filas para obtenção de dados analíticos nos laboratórios existentes no país ou o envio de amostras para serem analisadas em laboratórios comerciais no exterior por pesquisadores,

atestam a necessidade de expansão do parque laboratorial nacional na área das Geociências.

Ações estratégicas para o aumento da relevância brasileira no que tange a geração de conhecimentos e a sua apropriação tecnológica na área das Ciências Geológicas passa, necessariamente, pela implementação de dois estágios distintos e complementares. O primeiro é induzir fortemente a formação de doutores e prover condições para fixá-los nas regiões norte, centro-oeste e nordeste e no setor produtivo. E, o segundo, é a implantação nessas regiões de laboratórios para análises físicas e químicas e infra-estrutura computacional de grande porte, notadamente para processamentos geofísicos, levando-se em consideração as vocações e necessidades regionais. Esse último aspecto constitui estímulo essencial para a fixação de geocientistas, permite que haja a obtenção de dados para subsidiar a produção técnico-científica de alto nível. Além disso, a melhora dos salários nessas instituições é igualmente aspecto relevante.

3. Relevância para a Sociedade (formação de pessoal, impactos na economia)

Existem no país atualmente 25 cursos de graduação em Geologia. A maioria deles foi criada nas décadas de 60, sendo que nos últimos 5 anos foram criados novos cursos de geologia em Sergipe, Espírito Santos, Bahia (Barreiras), Marabá (Pará), Roraima. E, um total de 87 cursos de pós-graduação em Geociências. O resultado da avaliação da qualificação dos programas de pós-graduação, segundo a avaliação trienal da CAPES (2007), permite que se constate que existem apenas 3 programas em nível 7 (6,1%) e 6 em nível 6 (12,1%). Esses dados evidenciam que, embora tenha havido progressos importantes na ampliação do número de programas de pós-graduação é necessário que hajam ações que os estimulem o aumento de suas produtividade científica propiciando suas consolidações.

O número de cursos de graduação em Geologia parece-nos adequado para o país. Contudo, o número médio de formandos na última década é inferior a 200 geólogos/ano. O que é insuficiente para atender as demandas do setor produtivo. Por exemplo, a Petrobras tem a expectativa de contratar, no mínimo, 1000 geólogos e geofísicos nos próximos 5 anos, para garantir a exploração das reservas do Pré-Sal. Essa demanda não será atendida se for mantida as condições atuais. Torna-se, portanto, imperativo para que não falem profissionais geólogos e geofísicos no país, ações voltadas para garantir as necessidades do setor produtivo e a renovação e ampliação dos quadros profissionais das universidades. Para tanto é necessário que se amplie a infra-estrutura para a formação de pessoal (ampliação das instalações, número de docentes, laboratórios e infra-estrutura para desenvolvimento de trabalhos de campo).

O impacto mais evidente na economia da atuação de geólogos e geofísicos se faz sempre que existe a identificação de grandes reservas minerais. Por exemplo, como é o caso das reservas de petróleo e gás encontradas pela Petrobras no Pré-Sal e localizadas entre os Estados de Espírito Santo e Santa Catarina. Essas descobertas irão fazer com que a produção atual de petróleo do Brasil, passe de 1,59 milhões de barris por dia, salte para o patamar de 3 milhões de barris/dia, incluindo o país no seleto grupo de grandes produtores de petróleo. Para que se atinja esse resultado, ante as características geológicas destas reservas de petróleo em grandes profundidades (2.000-4.000 m) há de haver um grande esforço tecnológico e industrial no país.

As reservas de ferro e outros metais base (por exemplo Mn, Cu, Ni, Pt, Au) existentes em

Carajás e de outros distritos mineiros no país têm contribuído para investimentos na economia, particularmente com as *commodities*. Contudo, o crescimento acelerados dos países emergentes vislumbram demandas expressivas para o setor mineral mundial. Por outro lado, internamente o Brasil tem apresentado aumento da demanda em cerca de 6% ao ano de minerais não-metálicos (rochas carbonáticas, areia, brita, seixo, argila, pedras ornamentais) que são matérias primas indispensáveis para a construção cível e grandes obras de engenharia.

4. Recomendações

A seguir são listadas algumas recomendações julgadas essenciais para que as Ciências Geológicas possam atuar de forma a contribuir com as demandas da sociedade brasileira:

- (1) Estimular a formação de geólogos e geofísicos.
- (2) Ampliar a infra-estrutura laboratorial, particularmente aquelas voltadas a obtenção de composições químicas e isotópicas de rochas e minerais e computadores de médio a grande porte para processamento de dados geofísicos, e tratamento de imagens e modelamentos cartográficos.
- (3) Garantir a renovação e ampliação do quadro de geocientistas nas universidades de centros de pesquisa e criar estímulo para absorção de profissionais altamente qualificados para o setor produtivo.
- (4) Ampliar e intensificar os projetos de mapeamento geológico regional e sistemático do Brasil em escala de 1:100.000 ou superiores.
- (5) Fortalecer as ações do Programa de Prospecção e Exploração de Recursos Minerais da Área Internacional do Atlântico Sul e Equatorial (PROAREA) de forma a garantir que o país possa beneficiar das potencialidades econômica da Amazônia Azul.
- (6) Ampliar e difundir os resultados de estudo geotécnicos em áreas de risco, como forma de evitar ou minimizar eventos catastróficos, como os ocorridos recentemente.

Sociedade Brasileira de Matemática (SBM) **Associação Brasileira de Estatística (ABE)**

Ensino de Ciências e Matemática no Brasil. Desafios para o século XXI

Marcelo Viana (SBM)

Hilário Alencar (SBM)

Introdução

A educação básica em matemática é o instrumento disseminador da competência para o pensamento quantitativo nas sociedades modernas. Como tal é de importância estratégica tanto para a formação de uma cidadania consciente quanto para geração de capital humano qualificado, indispensável para a competição no mundo contemporâneo.

Graças ao bem sucedido programa nacional de pós-graduação, a matemática brasileira atingiu um padrão de excelência pela qualidade da sua pesquisa e formação de pesquisadores, amplamente reconhecido no âmbito nacional e internacional. Se, por um lado, os quadros altamente qualificados formados pelos nossos programas de pós-graduação garantem ao País uma visibilidade na matemática mundial, persiste o desafio de converter estes resultados em qualificação para o ensino básico em matemática.

Os problemas do ensino básico de matemática são uma parte dos grandes desafios do sistema educacional em nosso país. A necessidade imperiosa de melhorar o ensino básico no Brasil e, em particular, o ensino de ciências, é tema do documento *O Ensino de Ciências e a Educação Básica-Propostas para superar a crise*, da Academia Brasileira de Ciências (www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-19.pdf). A Sociedade Brasileira de Matemática e a Associação Brasileira de Estatística apóiam as recomendações do documento da ABC, visando ao aprimoramento da educação básica e, em particular, do ensino de ciências e apresentam, no presente documento, uma contribuição complementar ao documento da ABC, especificamente voltada para o aprimoramento do ensino básico de matemática no Brasil.

Os desafios do ensino básico em matemática

Do ponto de vista de políticas públicas, os objetivos centrais do ensino básico de matemática são:

(1) formar uma população matematicamente letrada, com domínio dos instrumentos quantitativos necessários para o cotidiano e para o mercado de trabalho. Estes instrumentos abrangem: conhecimento do significado de números e de grandezas; domínio das operações básicas com os números e suas aplicações relevantes na vida cotidiana; desenvolvimento de raciocínios que conectem os conceitos abstratos da linguagem matemática, que incluem as formas geométricas e a

álgebra básica; atividades mais complexas tais como a extração, interpretação e representação de dados quantitativos em gráficos e tabelas.

(2) fornecer bases sólidas para a educação de nível médio e superior e estimular a vocação para as profissões nas diversas áreas que são essenciais para o desenvolvimento social, científico e tecnológico do país e que requerem formação matemática especializada.

Um desempenho adequado na execução destes objetivos é considerado de importância estratégica para as perspectivas de inserção competitiva das nações na economia globalizada do século XXI. Isto se deve, pelo menos em parte, à estrutura do mercado de trabalho internacional e da internet, que tornam a competência matemática um bem exportável. Bons empregos que exigem competência quantitativa podem se deslocar facilmente para onde esta competência é abundante.

A situação atual do Brasil neste aspecto é alarmante. Nos resultados do PISA (Programme for International Student Assessment) - matemática, um exame de conteúdo e competências básicas, apesar de avanços substanciais alcançados entre 2000 e 2006, o Brasil ainda teve um dos piores desempenhos entre os 57 países que participam da avaliação da OCDE. Em 2006, mais da metade dos jovens brasileiros ainda não atingiam, aos quinze anos, competências quantitativas básicas correspondentes aos objetivos pedagógicos do terceiro ano do ensino fundamental. O resultado alarmante não é apenas devido à rápida incorporação recente da fração mais desfavorecida da população brasileira no sistema educacional. Os resultados também indicam falhas graves na formação matemática mesmo para jovens que tiveram sua formação inteiramente realizada em escolas particulares. Este quadro deve ser contrastado com o excelente desempenho de jovens brasileiros nas olimpíadas internacionais de matemática, fruto de um processo educacional artesanal, mas que ilustra nosso potencial de melhoria.

Esta situação se deve, em grande parte, a fragilidades sistêmicas do sistema educacional, tais como infra-estrutura física e material precária, financiamento inadequado, turnos escolares reduzidos, carência, desmotivação e baixa remuneração dos professores, além, é claro, da dificuldade essencial de educar adequadamente uma vasta população de crianças e jovens em condições precárias de subsistência. Para estes problemas, apenas o reconhecimento, por parte de governos e da sociedade em geral, da absoluta centralidade da educação básica no planejamento de políticas públicas é que pode conduzir a progresso substantivo. Estes temas compõem uma área de ação, que pode ser chamada de agenda macro-educacional, absolutamente crucial para o futuro de nosso país. A Sociedade Brasileira de Matemática e a Associação Brasileira de Estatística apóiam enfaticamente a posição da Academia Brasileira de Ciências para esta agenda, incorporadas às propostas do documento www.abc.org.br/IMG/pdf/doc-19.pdf. O objetivo deste documento é complementar a posição da ABC com uma discussão mais específica relativa ao ensino de matemática.

Deve-se reconhecer que os avanços sociais e de renda que vêm sendo experimentados no Brasil, juntamente com uma progressiva melhoria nas condições materiais de oferta educacional básica, pelo menos em algumas regiões do Brasil, tornam relevante uma agenda micro-educacional. Supondo-se que estejam alcançadas as condições essenciais de uma escola física e materialmente adequada, com presença de professores e funcionários minimamente qualificados e com estudantes presentes por um tempo razoável, a quem os direitos básicos do estatuto da criança foram assegurados, coloca-se nesta agenda a questão de como criar condições para que esta escola desempenhe com qualidade seu papel formador, especialmente no que diz respeito ao ensino de matemática.

Destacamos alguns desafios que identificamos como prioritários neste contexto:

1) Um princípio básico para ensino de qualidade em matemática é que o professor conheça profundamente o material que ensina. Há uma precariedade endêmica na formação matemática de professores do ensino básico no Brasil, particularmente grave na formação de professores das primeiras séries do ensino fundamental. A matemática, ensinada por alguém com domínio precário de sua forma de raciocinar e de seu uso para resolver problemas, se torna um amontoado sem sentido de rituais e de regras repetidos sem raciocinar. Esta é a maneira mais comum, e mais grave, em que o ensino de matemática falha. Claro que a formação de um professor de matemática não se encerra na própria matemática, pois ainda há que dominar a conexão entre o conhecimento e sua vivência eficaz em sala de aula, mas uma formação sólida dos professores na matemática apropriada é uma condição *sine qua non* para um ensino de qualidade.

2) A matemática e a educação matemática são um bem universal. A formação matemática básica é fundamentalmente a mesma em todos os países e comunidades no mundo que compartilham a civilização contemporânea. Esta identidade universal da matemática possibilita processos de avaliação internacionais como o PISA. A discussão sobre políticas públicas para o ensino de matemática tem que passar por uma reflexão aprofundada sobre as experiências em outros países.

3) O entendimento vigente sobre educação em geral, e educação matemática em particular, propõe um modelo abrangente, que leva em conta especificidades das condições de vida dos alunos, da comunidade em que a escola se insere, de uma articulação profunda entre diferentes currículos e eixos de formação. De fato, sendo a matemática parte essencial da linguagem de todas as ciências, seu ensino deve propiciar o suporte adequado para outras disciplinas do currículo, através 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. Contudo, o ensino de matemática não pode prescindir de uma primeira fase reducionista, em que os elementos fundamentais de uma formação matemática de qualidade estejam estabelecidos de forma inequívoca em si, como alicerce para uma articulação mais abrangente do conhecimento matemático com tudo mais.

Recomendações de políticas públicas para o ensino de matemática

Apresentamos algumas propostas de eixos de atuação em políticas públicas para melhorar a atuação do sistema educacional brasileiro no ensino de matemática.

1) Incrementar a formação matemática do professor do ensino fundamental, ciclo I, através das seguintes medidas:

- (i) Acrescentar aos currículos dos cursos de pedagogia pelo menos dois anos de matemática elementar. As disciplinas de matemática do curso de pedagogia devem abordar no mínimo os seguintes assuntos: números naturais e fracionários, incluindo decimais exatos, geometria métrica e geometria de posição, resolução de problemas e tratamento de informações.

- (ii) Promover, em caráter emergencial, uma expansão e melhoria dos programas de formação continuada para os professores que já atuam no primeiro ciclo do ensino fundamental, com o objetivo de torná-los eficazes em aprimorar a formação matemática destes professores.
- (iii) Incluir questões de matemática nos concursos de efetivação e nas avaliações dos cursos de pedagogia, por exemplo, o Enade.

2) Garantir ao professor dos ensinos fundamental e médio, o domínio profundo do conhecimento matemático a ser coberto em sala, através das seguintes ações:

- (i) Reformular o currículo de licenciatura. Grande parte dos atuais currículos dos cursos de licenciatura se classifica em dois modelos principais, ambos inadequados à formação sólida do professor. Um deles preconiza formação matemática do licenciado equivalente à do bacharel, o outro enfatiza apenas as disciplinas pedagógicas, em detrimento das disciplinas de conteúdo matemático. Uma proposta de currículo para a licenciatura deve se basear no princípio de que a formação em matemática forneça ao professor do ensino básico pleno domínio dos conteúdos matemáticos e também conhecimento das formas adequadas de transferir estes conteúdos para os alunos. Além disso, a estrutura curricular deve contemplar tópicos que darão o suporte adequado para outras disciplinas do currículo e, na medida das possibilidades, especialmente no ensino médio, deve incluir a introdução elementar a avanços científicos da matemática, de modo a preparar o aluno para os desafios do século XXI, nos termos do projeto Klein, veja: <http://www.mathunion.org/icmi/other-activities/klein-project/introduction>
A Comissão de Ensino da SBM discute presentemente uma proposta de currículo para as licenciaturas em matemática que será apresentada à comunidade em julho de 2010.
- (ii) Reformular os mecanismos de recrutamento e de formação continuada de docentes em matemática. O MEC oferece diversos programas de avaliação continuada em colaboração com instituições públicas de ensino superior, e Secretarias de Educação dos Estados e Municípios. Por exemplo, o Pró-letramento, voltado à formação continuada dos professores dos primeiros anos do ensino básico, e o Gestar, voltado à formação continuada de professores do ensino básico em geral. Apesar de alguns resultados positivos alcançados por estes programas, especialmente o Pró-letramento, é necessário efetuar uma avaliação ampla dos resultados já alcançados, visando ao aprimoramento dos programas do ponto de vista do ensino de matemática.
- (iii) Apoiar programas de formação continuada em parceria universidade-escola Estes programas devem ser realizados em pequena escala, voltados ao aprimoramento de grupos de professores. Universidades com experiências bem sucedidas em formação continuada poderão receber apoio para realizá-las. Uma forma de apoio efetivo seria por meio de projetos temáticos com assuntos de conteúdos e de público alvo (professores e escolas selecionados) pré-determinados, com período curto e avaliado sistematicamente e continuamente por órgãos competentes.

3) Estabelecer, dentro das escolas públicas, a presença de um Coordenador de Matemática, um profissional de nível de direção, com formação diferenciada na área.

O Coordenador de Matemática deverá ter domínio dos conteúdos matemáticos dos Ensinos Fundamental e Médio, em particular, deve dominar os métodos e o pensamento matemático para que possa ser capaz de atender às dúvidas conceituais do corpo docente local e orientar a execução de um planejamento escolar sem prejuízos de correções conceituais e metodológicas da disciplina. Caberá ao Coordenador de Matemática orientar a aplicação de currículos, estimular práticas inovadoras, orientar os processos de certificação e formação continuada dos docentes de matemática, garantir a continuidade e coerência do processo de aprendizagem entre as séries, coordenar seminários de matemática entre todos os professores desta disciplina na escola. Sob a coordenação do Coordenador de Matemática, os professores desenvolverão atividades de formação continuada, em escala local, isto é, restrita ao pequeno grupo de professores da escola. Essas atividades, avaliadas e apoiadas pelo MEC, levarão em conta as necessidades específicas de cada escola. Propõe-se a criação de um plano de carreira com concurso seletivo para esta posição de Coordenador de matemática. Os títulos de mestrado poderão contar pontos na avaliação qualitativa, sem dispensar as provas de conteúdo e de métodos de ensino.

4) Retomar a discussão de diretrizes curriculares em matemática, no sentido de harmonizar as práticas pedagógicas em uso no Brasil com as melhores práticas vigentes em âmbito internacional. Propõem-se as seguintes ações:

- (i) Estabelecer metas e critérios de formação consistentes com os utilizados no PISA e orientar os processos de avaliação de resultados de caráter nacional por estas metas.
- (ii) Garantir o número mínimo de 5 horas-aula semanais de matemática.

5) Incentivar atividades sistemáticas de difusão da matemática.

Em particular, garantir a continuidade do apoio a OBMEP, fortalecendo os mecanismos de apoio aos professores e alunos participantes.

6) Ampliar e consolidar uma política de oferecimento de bolsas de mestrado profissional em matemática.

Sociedade Brasileira de Mutagênese, Carcinogênese e Teratogênese Ambiental (SBMCTA)

Sugestões para o programa da IV Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação

Carlos Frederico Martins Menck (USP)

Elza Tiemi Sakamoto Hojo (USP)

Daisy Maria Fávero Salvadori (UNESP)

Catarina Satie Takahashi (USP)

A ciência, tecnologia e inovação remetem a criação de conhecimento e implantação de infraestrutura para transferência de tecnologia. Entretanto, dificuldades normalmente encontradas por nossas empresas e pesquisadores podem representar gargalos para o desenvolvimento. Essas dificuldades podem representar entraves que inviabilizam o processo da descoberta e reduzem o potencial de fazer face a um mundo globalizado, que requer esse crescimento tecnológico. Entre as dificuldades, algumas merecem destaque, pois datam de períodos bastante antigos e têm causado grandes problemas ao nosso desenvolvimento, havendo urgência na viabilização de políticas que modifiquem o quadro atual: demora na importação de equipamentos e insumos para pesquisa. Esse aspecto é crucial, visto que para desenvolver tecnologia de fronteira, há necessidade de trabalhar com materiais de fronteira do conhecimento, sendo que em geral, estes não são disponíveis no mercado nacional e requerem processos de importação. Há necessidade de que a ANVISA assuma responsabilidades frente a processos de importação de produtos biológicos e que facilite os trâmites burocráticos (reduzindo o tempo que esses produtos ficam retidos). Outros aspectos se relacionam com os preços altos (como concorrer com companhias estrangeiras pagando de três a cinco vezes mais caro que o concorrente) e a existência de restrições para importação de animais (que bloqueiam trabalhos fundamentais, sobretudo na área de saúde), etc.

Além disso, outras abordagens importantes merecem ser discutidas, como a falta de aplicação em desenvolvimento e inovação pelo setor privado e também o não aproveitamento de Doutores altamente qualificados.

a) Breve diagnóstico sobre a situação brasileira e internacional na área

As dificuldades mencionadas acima datam de períodos políticos no Brasil, quando pouco se esperava de mudanças estruturais da ciência brasileira. Atualmente, a realidade é completamente diferente, visto o avanço na ciência ocorrido em várias áreas; no entanto, nota-se que apesar do grande investimento voltado a processos biotecnológicos, são raros os exemplos onde houve a transferência da tecnologia da Universidade para o setor empresarial. Em geral, esses processos foram feitos diretamente por pesquisadores que buscam demonstrar, com esforço próprio e financiamento, em geral, do Estado, o valor de suas idéias. Entretanto, o excesso de burocracia, o tempo desperdiçado, o valor gasto, tornam as idéias desatualizadas, reduzindo a capacidade de competitividade desses pesquisadores.

Além disso, nos últimos anos houve um incentivo à formação de pesquisadores altamente qualificados no país. Estes indivíduos precisam ser aproveitados no desenvolvimento de uma indústria de Ciência e Tecnologia, seja ao nível público (criação de novos centros de pesquisa de excelência acadêmica e/ou tecnológica) ou privado (com a qualificação de nossas empresas).

b) Principais desafios para o Brasil nessa área

O desenvolvimento de políticas que faça com que todos os personagens envolvidos nesse processo (por exemplo, a ANVISA) assumam suas responsabilidades, respondendo por perdas e demoras nos processos de importação. É importante salientar que avaliações técnicas podem ser imprescindíveis, e o país conta com um conjunto de pesquisadores altamente capacitados que poderiam realizar essas avaliações, o que poderia agilizar todos os trâmites burocráticos necessários para transito de materiais de interesse biológico. Além das universidades, agências como o CNPq, FAPs e FINEP poderiam auxiliar nesse processo. Chamamos a atenção para o fato de que alguns países, como os Estados Unidos, União Européia e Austrália, que tem apresentado restrições ainda mais elevadas que nosso país, porém são competentes na circulação de mercadorias, demonstrando que isso é possível.

Por outro lado, o país passa por um momento privilegiado com a formação de pesquisadores doutores de alta qualidade, que em geral, têm dificuldade de se integrarem em setores fora do meio acadêmico. Institutos de Pesquisa de excelência voltados para objetivos acadêmicos ou tecnológicos, poderiam aproveitar esses recursos humanos que devem gerar grandes benefícios ao país. Da mesma forma, empresas que investissem no recrutamento de pesquisadores altamente qualificados poderiam ser incentivadas e ao mesmo tempo isso provavelmente promoveria a melhoria da qualificação profissional destes.

c) Recomendações para política CT&I para os próximos anos

1. TEMA MAIS IMPORTANTE: busca por novos modelos de educação básica que contemplem: eficácia, qualidade, inclusão de maior número de beneficiados, respeito a diferenças culturais e atualização constante do corpo docente. Introdução mais precoce de metodologia científica.

2. A política para a priorização de temas de pesquisa deveria levar em consideração as vantagens competitivas do Brasil. Aqui destacaria sua extensão territorial e os vários elementos associados a ela, ou seja:

- a) diversidade populacional
- b) diversidade da fauna e flora (Amazônia, Mata Atlântica, Cerrado)
- c) diversidade cultural
- d) diferenças climáticas e de solo: produção de alimentos
- e) extensão costeira (ciências do mar)
- f) diversidade de fontes de energia

3. Diagnosticar os problemas para o desenvolvimento da pesquisa no Brasil: falta de recursos humanos e melhor distribuição dos mesmos, necessidade de importação de insumos e equipamentos para a pesquisa. Possível solução: criação de parques tecnológicos (envolvendo academia e empresas privadas).

Desenvolver políticas que permitam conferir maior agilidade ao processo de circulação de mercadorias de interesse científico e tecnológico e promover o aproveitamento de recursos humanos com qualificação em ciência e tecnologia. Frente ao elevado custo dos equipamentos necessários para a pesquisa de ponta na área biomédica, a criação de centros tecnológicos vinculados ao CNPq ou à FINEP poderia abrigar equipamentos de última geração. Esses equipamentos serviriam ao conjunto de pesquisadores que pagariam apenas o custeio de suas análises.

4. Explorar potenciais estrangulamentos: transporte, segurança e saúde pública (com foco principal nas doenças negligenciadas e doenças relacionadas ao envelhecimento).
5. Na política de inovação considerar como termômetro o impacto do “novo produto” para a sociedade.
6. Recursos humanos: ampliar a formação de profissionais capazes de passar da pesquisa para o desenvolvimento e inovação (mestrados e doutorados profissionais). Maior integração entre academia/indústrias/Secretarias de Estado/Institutos Tecnológicos.
7. Aprimoramento das regulamentações técnicas, especialmente a criação de critérios claros e pautados na ciência para dar transparência e agilidade no gerenciamento ambiental.

Sociedade Brasileira de Pesquisa em Materiais (SBPMat)

Materiais para uma sociedade inovadora: uma visão estratégica

José A. Varela (UNESP)

Renato F. Jardim (USP)

Guillermo Solórzano (PUC-RJ)

Antonio C. Hernandez (USP)

A evolução temporal dos fatos tem ensinado que cada vez mais o homem amplia sua habilidade na estruturação e funcionalização da matéria, seja entalhando um machado na rocha ou um microprocessador no silício. Todo esse processo envolve a grande área denominada, desde o início da década de 70, de novos materiais. Essa grande área não se restringe apenas aos materiais recém descobertos e com promessas de aplicações tecnológicas mas também os outrora conhecidos, mas que experimentaram o desenvolvimento contínuo de processos e técnicas de caracterização e são produzidos com qualidade e desempenho funcional superiores. A pesquisa em novos materiais tem fornecido descobertas fantásticas através dos anos e faz parte da nova fronteira do conhecimento humano. Em particular com advento de técnicas microscópicas mais poderosas tem sido possível avançar de maneira exponencial no conhecimento e na tecnologia envolvendo nanoestruturas de materiais e desenvolver novas tecnologias considerando as propriedades desses materiais.

Em geral a situação mundial é de amplo reconhecimento da importância da ciência e engenharia de materiais, fundamentados para todos os avanços científicos e tecnológicos atuais e também como área estratégica. Pesquisas nesta área do conhecimento têm avançado na perspectiva de suas aplicações em tecnologias envolvendo soluções de grandes problemas a nível mundial tais como materiais para transformação de energias renováveis e limpas, materiais para tecnologias na área de saúde, bem como materiais para desenvolvimento de sistemas de segurança e na tecnologia de informação.

No Brasil este reconhecimento começa a ser percebido pelo aumento substancial de pesquisadores atuando nesta área de uma maneira multidisciplinar envolvendo engenheiros, físicos, químicos e profissionais da área da saúde. Há também a percepção de que a grande agenda mundial para o desenvolvimento de materiais em áreas estratégicas também se aplica no Brasil. Deve-se ainda destacar que o Brasil possui recursos naturais estratégicos e abundantes que podem ser disponibilizados para o desenvolvimento de produtos e processos ecologicamente amigáveis que possam competir a nível mundial. Na decolagem ao desenvolvimento tecnológico, o Brasil deve aproveitar/otimizar os materiais para sua infra-estrutura industrial, transportes e comunicações.

Acerca destes pontos, o papel da Sociedade Brasileira de Pesquisa em Materiais - SBPMat tem sido de fundamental importância como agente aglutinador a nível nacional e reconhecimento de liderança na América Latina. Isto fica quantitativamente e qualitativamente registrado pelos últimos congressos realizados pela Sociedade com participação cada vez mais plural de pesquisadores atuando nesta área. Deve também ser mencionado o interesse cada vez maior da participação de pesquisadores renomados internacionalmente nesses congressos.

Entretanto, mesmo considerando os grandes avanços científicos nesta área por pesquisadores brasileiros, nota-se ainda uma tímida transformação desses conhecimentos em inovações tecnológicas. O desenvolvimento de dispositivos eletrônicos, de sensores, de atuadores etc ainda é muito pequeno em nosso país. Por outro lado, a formação de novos pesquisadores com visão de aplicação dos materiais para soluções de problemas tecnológicos ainda é incipiente.

Desta forma, para que uma nação tenha sucesso nessa área competitiva e deseja atuar com destaque e liderança a nível mundial, alguns requisitos e estratégias são necessários. O primeiro deles envolve a formação de recursos humanos com boa base experimental, tanto no ensino médio como no superior, assimilando conceitos básicos de física, química, matemática e biologia e, portanto, afinados com as bases da ciência dos materiais. O segundo requer investimentos apreciáveis e continuados em pesquisa e desenvolvimento (R&D), particularmente na pesquisa básica, que alimenta a corrente de inovação. Um terceiro ponto amplia o conceito de pesquisa e desenvolvimento e prevê a entrega do conhecimento com ciência agregada para a sociedade e para o setor produtivo. Estes pontos devem ser considerados de uma maneira integrada e constituem os fundamentos para a formação de uma sociedade tecnologicamente competitiva, uma vez que a maioria das tecnologias desenvolvidas no setor produtivo envolve necessariamente o conceito e aplicação de materiais.

Recomendações para política CT&I para os próximos 20 anos

Baseados no diagnóstico do conhecimento desenvolvido no Brasil tanto do ponto de vista acadêmico como tecnológico, e considerando a premência de transformar o conhecimento acumulado por nossa sociedade acadêmica em bens e produtos para a sociedade de uma maneira geral, apresentamos as seguintes recomendações para criação de programas a nível nacional enfocando:

- 1) Criação de uma geração afinada com a observação experimental e o desenvolvimento tecnológico. Uma forte mudança na estratégia do ensino médio de ciências básicas com o desenvolvimento de conceitos em ciências de materiais como uma disciplina experimental e integradora para a formação de uma sociedade com a visão em tecnologia. Estabelecer a disciplina em nível médio.
- 2) Incentivo para a formação de engenheiros pesquisadores com forte viés experimental atuando na área de ciência dos materiais e de dispositivos óptico-eletrônicos com visão de transferência imediata para o setor industrial e/ou na formação de empresas “spin off”.
- 3) Investimentos apreciáveis e continuados em pesquisa e desenvolvimento, particularmente em pesquisa básica, motor fundamental para a inovação tecnológica.
- 4) Criação de Institutos Nacionais voltados a Investigação em Ciência dos Materiais.
- 5) Estabelecimento de Chamadas Específicas dos órgãos de Fomento contemplando a grande Área de Ciência dos Materiais.
- 6) Criação de programas continuados de bolsas de estudo em Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação.

- 7) Criação de programas que fortaleçam os núcleos de inovação tecnológica como elo de interação Universidade/Empresa. Em particular, estimular a formação de recursos humanos e transformá-los em agentes de inovação.
- 8) Fortalecer programas que tenham como objetivo a integração da comunidade brasileira em ciência e tecnologia com a comunidade internacional por meio de mobilidades, de trocas de estudantes e pesquisadores, de projetos de cooperação internacional, de organização de congressos internacionais na área no Brasil etc.

Sociedade Brasileira de Psicologia

Aprendizagem e Comportamento Complexo: contribuições para o planejamento do sucesso escolar

Marcelo Frota Lobato Benvenuti (UNB)

Elenice Seixas Hanna (UNB)

Goiara Mendonça de Castilho (UNB)

a) Breve diagnóstico sobre a situação brasileira e internacional da área

O planejamento do sucesso escolar exige instrumentos de análise e intervenção sensíveis à complexidade dos desafios na área da educação que se apresentam hoje no Brasil e no mundo. A seguir, analisaremos brevemente como a investigação em psicologia, em especial a investigação de processos psicológicos básicos, tem contribuído para construir esses instrumentos.

A pesquisa em psicologia tem sido marcada por variedade em temas, métodos e abordagens teóricas. Dentro desse quadro amplo, é possível encontrar duas orientações principais para a produção de conhecimento na área: a) investigação de princípios básicos, elementares, que funcionam como norteadores na análise de episódios complexos e constituem o material identificado como ciência básica em psicologia; e b) investigação das intervenções em problemas aplicados com base em conhecimento oriundo da psicologia.

Atualmente, no Brasil, o CNPq tem contado com 277 pesquisadores bolsistas Produtividade Pesquisa em “Psicologia e Serviço Social”. O número de pesquisadores trabalhando em psicologia é, naturalmente, muito maior do que isso. No entanto, uma breve análise dos temas cobertos pelos bolsistas de produtividade pode dar uma ideia da abrangência das possibilidades de contribuição da psicologia para a construção do sucesso escolar. As áreas, subáreas e especialidades que identificam esses pesquisadores incluem investigação de situações de aplicação (e.g., psicologia clínica, treinamento e desenvolvimento de pessoas, psicologia escolar e educacional) e investigação de processos básicos (e.g., processos atencionais, criatividade, motivação). Diversos pesquisadores combinam preocupações tanto com o desenvolvimento da ciência básica quanto com o desenvolvimento de instrumentos de intervenção. Isso aparece muito claramente em subáreas como psicologia do desenvolvimento humano, psicologia social, psicologia cognitiva e psicologia experimental. Essas subáreas têm contemplado investigações em processos perceptuais e cognitivos, processos grupais e de comunicação, ensino, aprendizagem, memória e motivação, aquisição e desenvolvimento da linguagem etc.

Diretamente relacionado com educação, é possível encontrar investigações em psicologia do ensino e da aprendizagem, programações de condições de ensino, educação especial e ensino, aprendizagem na sala de aula, interação professor/aluno, educação matemática, aprendizagem de leitura e escrita e ensino de ciências.

A investigação de processos básicos em psicologia tem tornado possível analisar e compreender os ambientes em que o sucesso educacional ocorre, de modo a delinear procedimentos e

intervenções e avaliar resultados. Conhecimento de processos básicos como motivação, atenção, abstração, resolução de problemas, aprendizagem associativa e formação de relações simbólicas, processos investigados em diferentes áreas da psicologia, tem tornado possível maximizar os processos de ensinar e aprender, mesmo com populações excluídas ou que sofrem algum tipo de limitação.

Como exemplo da afinação entre a produção brasileira e mundial, temas apresentados nesta breve exposição aparecem também nos temas elencados pela *American Psychological Association* (APA) como atuais e relevantes para a psicologia ao redor do mundo. Como exemplo do reconhecimento nacional, é possível destacar a criação do *Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Comportamento, Cognição e Ensino*, o primeiro da área da psicologia.

b) Principais desafios para o Brasil nessa área

O panorama esboçado acima atesta que o investimento em ciência psicológica tem sido extremamente bem aproveitado pelos grupos apoiados. Pesquisadores em psicologia no Brasil têm obtido reconhecimento nacional e internacional em áreas de ponta da ciência psicológica e em áreas de interface com a psicologia (pedagogia, direito, medicina etc). Esses pesquisadores têm também contribuído com áreas aplicadas e atuado como multiplicadores. Dentre os retornos à sociedade, conhecimento e tecnologia para a área da educação é um dos aspectos que tem sido possibilitados por esse investimento.

Todos os avanços são, contudo, ainda poucos frente aos enormes desafios que se apresentam à sociedade brasileira. Os avanços são também ainda poucos se considerarmos o potencial do conhecimento em processos psicológicos para a solução de problemas atuais da nossa sociedade em áreas diversas. Tomando o caso da educação como exemplo, ainda convivemos, apesar dos avanços já conquistados, com dados alarmantes de evasão, repetência, violência na escola e pouco aproveitamento do trabalho de alunos e professores que se mantêm engajados nas atividades educacionais.

Um desafio inicial por parte de pesquisadores da área de psicologia reside na identificação e caracterização dos processos básicos presentes no cenário complexo da educação. Para que isso aconteça, é necessário o desenvolvimento continuado de conhecimento a respeito de processos de motivação, atenção, percepção, desenvolvimento, processamento de linguagem, raciocínio e tomada de decisão, autocontrole e todos aqueles envolvidos diretamente na atividade de aprender e conhecer, tanto em contextos mais pontuais ou específicos (como pesquisa em memória, pensamento e resolução de problemas, categorização), quanto em macrocontextos que incluem o estudo de variáveis históricas e culturais. Alguns desses processos têm sido consistentemente investigados, mas há carência de aprofundamento e conhecimento de vários deles, de sua interação e de como eles interagem com complexidades típicas do ambiente educacional. A esse respeito, um desafio especialmente recente tem sido a realização de pesquisa translacional, pesquisa especialmente dirigida para construir a ponte entre o conhecimento básico e as demandas dos contextos aplicados.

Outro desafio importante está em identificar procedimentos específicos, com base em processos básicos, para diferentes demandas do contexto educacional. Entre as diferentes demandas, encontramos populações com diferentes histórias de sucesso e fracasso escolar, déficits cognitivos,

dificuldade de acesso a material etc. Parte desse desafio depende do desenvolvimento do que foi chamado acima de ciência translacional, mas também, e principalmente, do desenvolvimento de estratégias de mensuração de desempenhos que possam servir para avaliar intervenções e procedimentos.

Um terceiro desafio está em organizar diferentes teorias e metodologias do campo da psicologia à luz de demandas e problemas a serem resolvidos em campos aplicados, como a educação. Como mostrado no item anterior, muitas áreas da psicologia têm contribuído para conhecer e intervir em educação. As estratégias de intervenção são muitas, mas raramente compartilhadas por pesquisadores e outros profissionais de diferentes “áreas”, “correntes”, “abordagens” ou “linhas” em psicologia. Isso também aparece se tomamos a psicologia, como um todo, em relação a outras disciplinas que contribuem e pensam a educação, como a pedagogia, as ciências sociais, linguística, ciências da computação etc. Parte importante da solução desse problema depende do investimento em pesquisa básica para comparar predições, processos, definições e modelos teóricos, além de pesquisas que avaliem sistematicamente resultados de diferentes procedimentos aplicados.

Um quarto desafio está na descrição e aprofundamento do conhecimento dos processos básicos que permitem o contato de um indivíduo com outros e a socialização. O avanço desse tipo de conhecimento tem sido possível graças a avanços em metodologia de pesquisa que permitem descrever e avaliar o comportamento de uma pessoa em relação a uma outra, a organização do grupo em relação a uma tarefa comum ou individual. Desenvolvimento de conhecimento em áreas mais básicas como comunicação, aquisição de linguagem e resolução de problemas, conhecimento usualmente obtido em contextos mais simplificados, pode contribuir também para metodologias e análises nos contextos mais complexos.

Um quinto desafio, ainda, está na descrição e utilização de conhecimento básico para gestão e organização de pessoas. Esse tipo de investigação, no limite entre a investigação de princípios básicos, aplicação e análise de contextos complexos, pode contribuir para melhor gestão de pessoas que trabalhem direta ou indiretamente com o contexto escolar.

c) Recomendações para política CT&I para os próximos anos

Com base no diagnóstico esboçado acima e no levantamento dos principais desafios para a área, sugerimos os seguintes pontos como recomendações para a política CT&I para os próximos anos:

- a) organização de financiamentos para pesquisas que tenham em vista a solução de problemas específicos no campo da educação, induzindo diferentes áreas e teorias a se organizarem em torno dos problemas e a destacarem quais os processos básicos devem ser estudados, conhecidos e avaliados;
- b) incentivo para pesquisas aplicadas com base científica e metodologias que permitam a avaliação de resultados;
- c) desenvolvimento de pesquisas translacionais, com vistas a avaliar em contexto aplicado a validade do conhecimento produzido em contextos mais básicos;

- d) incentivo para a pesquisa básica em que sejam avaliados e comparados diferentes modelos explicativos ou em que sejam avaliadas aproximações de fenômenos estudados separadamente, estimulando a integração de áreas de pesquisa;
- e) indução de formação de redes multidisciplinares com pesquisa básica, translacional e de tecnologia;
- f) incentivo ao doutorando e aos recém doutores para participação em redes de pesquisa lideradas por pesquisadores mais experientes.

Sociedade Brasileira de Química (SBQ)

Contribuição da Sociedade Brasileira de Química para a 4ª Conferência Nacional de CT&I

Vanderlan da Silva Bolzani (UNESP)

a) Breve diagnóstico sobre a situação da Química no Brasil

Uma visão otimista sobre a situação do país na área de Química apontaria os ganhos conquistados nas últimas décadas no plano educacional, no qual se registra uma importante evolução no ensino superior. Esses avanços, obtidos graças às ações de sucessivos governos, mostram o expressivo aumento do número de cursos de Química, a ampliação do número de vagas e de concluintes, assim como a formação de uma estrutura de pós-graduação que permite ao país, se não equiparar-se aos desenvolvidos, pelo menos atender de forma eficiente suas próprias necessidades.

Tal cenário é parte de um quadro maior, onde os sistemas educacional e de C,T&I convivem com uma economia em crescimento e um parque industrial químico de considerável complexidade. O conjunto do setor químico do país ocupava, em 2008, a 9ª posição na escala das economias internacionais, com um déficit em sua balança comercial de cerca de US\$ 18 bilhões, que registra a grande dependência em insumos e produtos finais, em alguns segmentos. Após anos de números negativos, em particular nos anos 1990, nos quais se combinaram fases recessivas da economia com políticas de abertura comercial prejudiciais aos fabricantes nacionais, o setor volta a investir e vislumbra oportunidades de expansão, sobretudo na petroquímica e nas energias renováveis.

Exame mais detalhado desses contornos mostra, entretanto, vários aspectos preocupantes quando se considera as demandas educacionais em consonância com uma economia que cresce a passos largos e traz muitas expectativas para o país nos próximos anos. No caso da educação, o diagnóstico de especialistas é unânime em identificar o ponto mais vulnerável da cadeia de formação de profissionais químicos como sendo o ensino fundamental e médio.

Quando se olha para os bons números de produção acadêmica – 2,12% de toda produção mundial, em 2008 – e para o grande número de mestres e doutores formados pelas universidades, percebe-se um avanço substancial na geração de conhecimento e formação de recursos humanos. Dado apresentado pelo diretor-científico da FAPSP, Henrique Brito Cruz, em encontro recente, em São Paulo, mostra que o número de pesquisadores no Estado passou de 25 mil em 1995 para cerca de 50 mil em 2008. É necessário, entretanto, fazer o contraponto entre o desenvolvimento concentrado nos estados de maior desenvolvimento do sudeste com as outras regiões da Federação.

O país encontra-se hoje, ao mesmo tempo, diante de um quadro rico em oportunidades que lhe permitem dar um salto qualitativo até então não conseguido em sua história. Conta com um valioso lastro de avanços tecnológicos que vêm sendo acumulados em várias áreas desde os anos 1980. Os

níveis de inovação tecnológica conseguidos na agroindústria são reconhecidos mundialmente como um diferencial praticamente exclusivo. A produção de alimentos, a indústria metal-mecânica, equipamentos para transporte, celulose e papel são exemplos de segmentos que oferecem fortes componentes de inovação. O patamar alcançado pelo setor automobilístico com a fabricação de cerca de 90% de carros *flex* é um dado relevante nesse cenário. Assim como a produção de biocombustíveis, com destaque para o etanol, e de derivados de alto valor agregado, como matérias-primas industriais (poliésteres biodegradáveis, por exemplo) a partir da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*, L).

O entendimento dessa realidade, na qual a conexão entre pesquisa da universidade e indústria desempenha um papel fundamental, deve ser a base para os formuladores das políticas de CT&I dos próximos anos. No caso da Química, dada sua presença, direta ou indireta, em todas as atividades econômicas, sua relevância no campo da saúde e na geração de novas respostas para a preservação da vida evidencia o papel deste setor na economia do país.

Dados recentes sobre a evolução da produção da indústria química mundial avaliam que nas próximas décadas os problemas de saúde relacionados à contaminação ambiental deverão crescer em escala significativa se medidas não forem tomadas desde já. Com a produção química global prevista para aumentar 330 por cento em 2050, problemas relacionados à saúde humana e à contaminação ambiental é a maior preocupação dos grandes conglomerados químicos em todo o mundo (**Rebecca Renner**, *Environ. Sci. Technol.* 2009, **43**, p.5) e o setor químico brasileiro não pode ficar fora desses padrões de qualificação internacional.

Assim, a química que se faz hoje tem um enorme desafio, qual seja, a criação de insumos e produtos finais que atendam aos dois imperativos marcantes desta etapa da civilização: gerar riquezas e emprego com sustentabilidade. A Química Verde pode fornecer recomendações para o desenvolvimento de uma forma consistente de avaliação de risco, reduzindo a exposição da natureza aos resíduos industriais, incentivando processos industriais mais seguros e, com isso, garantindo uma abordagem integrada e colaborativa da química para o bem comum da humanidade.

A concretização das perspectivas promissoras que o país tem diante de si depende também do exercício de desmontar idéias cristalizadas, como preconceitos, entre elas a de que o Brasil dedica recursos para gerar conhecimento mas não sabe usar o conhecimento para gerar riqueza.

O universo de cientistas químicos que o Brasil comporta hoje está suficientemente maduro e poderá contribuir sobremaneira, com o setor público e industrial, identificando novas abordagens para reduzir significativamente o impacto dos produtos químicos e dos resíduos tóxicos produzidos pelas indústrias para a saúde pública e o meio ambiente.

b) Principais desafios para o Brasil nessa área

Não obstante o crescimento da área de C,T&I nacional nos últimos 20 anos, o país ainda enfrenta desafios de vulto se considerarmos as necessidades de investimentos em ciência fundamental e aplicada.

É inevitável tomarmos como referência o modelo dos países desenvolvidos, onde a inovação tecnológica é fruto de um conjunto de fatores apoiados em um sistema educacional sólido, construído nos últimos séculos ao longo do desenvolvimento do capitalismo. Para os países ditos

emergentes, que hoje ganham espaço na economia mundial, o desafio consiste, porém, em encontrar caminhos que superem essa defasagem, em curto espaço de tempo. De um lado, incorporar grandes contingentes da população ao sistema educacional que evolua em qualidade. De outro, pôr em prática estratégias de investimento seletivo que potencializem as vantagens existentes em recursos naturais e especialização tecnológica.

No caso da Química, esses desafios estão delineados nas questões formuladas pelos especialistas, em particular o corpo de pesquisadores e docentes que faz parte da SBQ, em inúmeros estudos e levantamentos estatísticos. Lembrando que as principais perguntas colocadas hoje para quem se propõe a analisar o cenário devem ser vistas com o cuidado que respeite a complexidade do sistema como um todo. A saber: a formação em Química oferecida hoje pelo sistema de ensino superior é adequada às necessidades da sociedade brasileira? Essa formação está preparando os futuros profissionais para atuarem em um campo de conhecimento inovador, cada vez mais multidisciplinar? As disciplinas dos currículos obrigatórios estão atentas para os aspectos de sustentabilidade ambiental? Os programas atuais dos cursos de graduação em Química, espalhados pelo Brasil, contemplam uma vanguarda tecnológica capaz de atender demandas de um setor industrial cada dia mais inovador? A quantidade dos formandos que sai hoje das escolas será suficiente para responder à demanda de uma economia que possa vir a crescer expressivamente nos próximos anos?

Vale lembrar que há alguns anos, o desafio para os especialistas consistia em formular essas perguntas. Hoje, é avançar na elaboração de respostas mais sofisticadas, exigidas por uma necessidade global de desenvolvimento sustentável. Quando a 4ª Conferência Nacional de Ciência e Tecnologia se propõe a discutir problemas e apontar soluções para os próximos anos, talvez a tarefa mais importante seja formular um programa nacional de incentivo a alguns setores industriais de vital importância, mas que ainda carecem de investimento em pesquisa e inovação tecnológica. Entre eles o setor de novos materiais dispositivos eletrônicos e magnéticos, entre outros, ainda incipientes num país que ostenta um parque tecnológico inovador e uma riqueza natural incalculável.

O setor farmacêutico, por sua vez, demanda um olhar especial. Pela sua característica fundamentada na inovação, a indústria farmacêutica mundial é uma das áreas que mais investem em P,D&I. No Brasil, salvo umas poucas exceções, o setor ainda é pouco competitivo, importa insumos da Índia e da China e tem baixo interesse no desenvolvimento de alternativas voltadas para os problemas nacionais, como investir no desenvolvimento de medicamentos oriundos da nossa rica biodiversidade e/ou mesmo buscar medicamentos alternativos para as “doenças negligenciáveis”, um grande problema nacional. Essas questões confrontam-se com a realidade atual e devem figurar num plano estratégico de P&D do Estado brasileiro.

c) Recomendações para política CT&I para os próximos anos

Contamos hoje com um grande número de análises e pesquisa elaborados nos últimos anos por sociedades científicas como a SBQ, a SBPC, ministérios ou órgãos ligados ao governo, como o CGEE, com diagnósticos sobre o quadro de CT&I no país.

- a) O novo viés que se apresenta hoje é a transformação contínua do conhecimento e experiências acumuladas em uma política de Estado, e não de governos, de forma a assegurar a continuidade

do desenvolvimento da área de CT&I, em articulação permanente com o parque industrial em temas focais de interesse do país. Algumas recomendações relacionadas abaixo fazem parte desse trabalho de reflexão e análise.

- b) Fortalecimento do ensino fundamental e médio com uma reformulação dos conceitos de ciências já nesta fase, dando ênfase especial às ciências exatas e da natureza;
- c) Melhoria da infra-estrutura e da capacidade instalada nas escolas publicas de todo o país.
- d) Estimulo para criação de massa critica de professores de química, voltados para os desafios atuais no que diz respeito ao meio ambiente, riquezas naturais, desenvolvimento sustentável;
- e) Criação de mecanismos para se identificar nos cursos de graduação espalhados por todo o Brasil, jovens talentos capazes de se tornarem empreendedores. Estimular as empresas de base tecnológica;
- f) Estabelecer mecanismos de divulgação da ciência e tecnologia onde se destaque seu valor para a sociedade como um todo. Pesquisa realizada pelo MCT sobre o conhecimento da sociedade brasileira sobre a ciência que se faz no país e seus cientistas – onde se revela que 80 % da população brasileira não tem qualquer conhecimento sobre a pesquisa feita no Brasil - é um indicador substancial de que o Estado deve ter um olhar mais atento a esta questão.
- g) Maior integração entre as IES e IP e centros tecnológicos com o setor industrial, amparada pela necessária normatização que possa fixar os jovens cientistas nas plantas de P&D industrial;
- h) Criação de incentivos especiais para estimular as pequenas e médias empresas de base tecnológica; Com a política do Ministério da Saúde de regulamentação de plantas medicinais para uso terapêutico pelo SUS, a validação de fitoterápicos representa um mercado promissor, e o setor das pequenas e médias empresas tem neste mercado, um horizonte de grande potencial.
- i) Realizar mudanças nos marcos regulatórios e no arcabouço burocrático que regem atualmente todo o sistema de ciência e tecnologia nacional. É impossível pensar em avanço do PD&I dentro do atual conjunto de normas e regulamentações burocráticas, mesmo após os avanços garantidos com a publicação da Lei nº 10.973, de 02/12/2004, conhecida como Lei de Inovação e de seu decreto regulamentador, nº 5.563 de 11/10/2005. Mudanças que estabelecem, entre outras, a atividade de pesquisa básica e/ou aplicada nas IES, criando os Núcleos de Inovação Tecnológica (NIT), como competências para zelar pela política institucional de estímulo à transferência de conhecimento para o setor industrial.
- j) Aumento dos prazos para execução dos projetos empresa/centros de pesquisa. Um bom modelo já existente são os PIS, INCTs, CEPIDS-FAPESP, projetos temáticos FAPESP, onde os prazos de cinco anos ou maiores, são passos importantes, que devem ser seguidos para projetos de parceria empresa/IRS/IP identificadas pelas empresas como tempo real de estudo e desenvolvimento da pesquisa.
- k) Incentivos especiais para empresas que façam grandes investimento em P&D, com foco nas questões nacionais levando em conta as realidades regionais.
- l) Criação de mecanismos para que as organizações empresariais elaborem programas de cooperação para formação de pessoal altamente qualificado e especializado, visando facilitar a essas entidades o relacionamento com as empresas e suas demandas.

Por fim, fica evidente que o desenvolvimento da pesquisa química deve responder aos imperativos sócioeconômicos atuais, relacionados à evolução de fenômenos de natureza geopolítica, das condições econômicas favoráveis (por exemplo, custo e disponibilidade de matérias-primas) e das alternativas tecnológicas de inovação seja incremental e/ou radical. Dentro do momento político que estamos vivenciando, este desenvolvimento deve estar direcionado às necessidades sociais ligadas à melhoria da qualidade de vida e do meio ambiente.

Associação Brasileira de Ciência Política (ABCP)

Ciência Política: Diagnóstico, Desafios e Recomendações de Políticas

Fabiano Guilherme M. Santos (IUPERJ)

a) Breve diagnóstico sobre a situação brasileira e internacional nessa área:

Tanto no Brasil quanto no exterior, tem havido crescimento expressivo do número de pesquisadores e de programas de pós-graduação, acompanhando a institucionalização das Ciências Sociais em seu conjunto, assim como sua maior exposição à mídia e inserção no ensino básico. É importante notar o incremento da interlocução com o poder público, pari passo à diversificação de editais visando a profissionalização, o que tem resultado na ampliação do mercado de trabalho (órgãos públicos e ONGS).

Deve-se destacar, no caso brasileiro, como indicado nos quadros abaixo, que a distribuição regional de programas de pós-graduações e, conseqüentemente, dos cientistas sociais ainda é muito desigual. Havendo forte concentração na região sudeste, seguida da região Sul e Nordeste.

ÁREA (ÁREA DE AVALIAÇÃO)	Programas e Cursos de pós-graduação					Totais de Cursos de pós-graduação			
	Total	M	D	F	M/D	Total	M	D	F
ANTROPOLOGIA(ANTROPOLOGIA / ARQUEOLOGIA)	20	6	0	1	13	33	19	13	1
ARQUEOLOGIA(ANTROPOLOGIA / ARQUEOLOGIA)	2	1	0	0	1	3	2	1	0
CIÊNCIA POLÍTICA(CIÊNCIA POLÍTICA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS)	27	12	0	2	13	40	25	13	2
SOCIOLOGIA(SOCIOLOGIA)	47	13	2	2	30	77	43	32	2
Brasil:	96	32	2	5	57	153	89	59	5

Data Atualização: **03/02/2010**

REGIÃO	Programas e Cursos de pós-graduação					Totais de Cursos de pós-graduação			
	Total	M	D	F	M/D	Total	M	D	F
Centro-Oeste	213	102	3	19	89	302	191	92	19
Nordeste	532	280	16	42	194	726	474	210	42
Norte	134	83	3	7	41	175	124	44	7
Sudeste	1.430	403	21	148	858	2.288	1.261	879	148
Sul	590	241	6	59	284	874	525	290	59
Brasil:	2.899	1.109	49	275	1.466	4.365	2.575	1.515	275

Data Atualização: **03/02/2010**

Cursos:

M - Mestrado Acadêmico, D - Doutorado, F - Mestrado Profissional

Programas:

M/D - Mestrado Acadêmico / Doutorado,

b) Principais desafios para o Brasil nessa área:

Podemos enumerar como primeiro conjunto de desafios:

- 1) Maior inserção da ciência política brasileira no novo cenário internacional;
- 2) Descentralização regional da produção e formação;
- 3) Enfrentamento dos temas contemporâneos: mudanças tecnológicas e sociais;
- 4) Perspectivas da pesquisa comparada, especificamente a questão da contribuição das análises sobre desenvolvimento e estudos de países não centrais;
- 5) Superação dos problemas relacionados à violência, à questão ecológica (degradação ambiental e patrimônio bio-diverso), pobreza e populações vulneráveis;
- 6) Estabelecer metodologias e quadros conceituais unificados para análise da segregação urbana e governança metropolitana;
- 7) Estabelecer gestão e políticas públicas;

Um segundo conjunto de desafios relaciona-se ao tema da relevância para e impactos na sociedade, advindos da produção científica na ciência política:

- 1) Impacto da área na formação de pessoal e interação com outras áreas do conhecimento, tais como, técnicos de gestão, administração pública e avaliação de programas e políticas sociais;
- 2) Ensino básico de sociologia, além da própria questão da educação pública de qualidade – formação continuada de professores;
- 3) Interação com a área de saúde, alguns ramos das ciências tecnológicas (urbanismo, ecologia) e todas as demais disciplinas das humanidades;
- 4) Impacto na economia – elevar as condições de vida e trabalho da população, com vistas à ampliação do mercado consumidor, a incorporação de capitais estrangeiros e aumento da produção de bens e serviços;
- 5) Impactos em termos de inclusão social - identificar mecanismos de produção e reprodução de desigualdade e exclusão; desenvolvimento de políticas de fortalecimento da participação, associativismo e cidadania.

c) Recomendações para política CT&I para os próximos anos:

- 1) Recomendações quanto à infra-estrutura - o principal item é a ampliação do número de bibliotecas, com acervo diversificado, internacional e acesso a periódicos nacionais e estrangeiros;
- 2) Recursos para pesquisa quanti& quali (equipamentos, softwares, multimídia);
- 3) Fortalecer o diálogo com o poder público no sentido de informar políticas de inclusão e desenvolvimento social, elevar a qualidade de vida da população e possibilitar participação mais ativa da população nas metrópoles;

- 4) Para aumentar a presença da produção brasileira na área, é importante incentivar a participação de pesquisadores em eventos internacionais e a publicação em periódicos estrangeiros;
- 5) descentralizar regionalmente os investimentos e a distribuição de recursos aplicados à pesquisa, ensino e extensão na área de Ciências Sociais;
- 6) Política específica para apoiar o desenvolvimento de infra-estrutura própria para as Ciências Sociais e as Humanidades como um todo - o que envolveria investimentos em patrimônio, memória, conservação, além de uma política de acesso a informações e dados de pesquisas quantitativas e qualitativas;
- 7) Constituição de alguns bancos de dados e informações que sirvam à pesquisa nas áreas das Ciências Humanas.

Sociedade Brasileira de Sociologia (SBS)

Sociologia: Diagnóstico, Desafios e Recomendações de Políticas

Celi Scalon (UFRJ)

a) Breve diagnóstico sobre a situação brasileira e internacional nessa área

Tanto no Brasil quanto no exterior, tem havido crescimento expressivo do número de pesquisadores e de programas de pós-graduação, acompanhando a institucionalização das Ciências Sociais em seu conjunto, assim como sua maior exposição à mídia e inserção no ensino básico, através da lei nº 11.684, de 2008, que altera e Lei de Diretrizes e Bases da Educação e estabelece a obrigatoriedade da Sociologia nos três anos do ensino médio em todas as escolas brasileiras.

É importante notar o incremento da interlocução com o poder público, pari passo à diversificação de editais visando a profissionalização, o que tem resultado na ampliação do mercado de trabalho (órgãos públicos e ONGS).

Deve-se destacar, no caso brasileiro, como indicado nos quadros abaixo, que a distribuição regional de programas de pós-graduações e, conseqüentemente, dos cientistas sociais ainda é muito desigual. Havendo forte concentração na região sudeste, seguida da região Sul e Nordeste.

ÁREA (ÁREA DE AVALIAÇÃO)	Programas e Cursos de pós-graduação					Totais de Cursos de pós-graduação			
	Total	M	D	F	M/D	Total	M	D	F
ANTROPOLOGIA(ANTROPOLOGIA / ARQUEOLOGIA)	20	6	0	1	13	33	19	13	1
ARQUEOLOGIA(ANTROPOLOGIA / ARQUEOLOGIA)	2	1	0	0	1	3	2	1	0
CIÊNCIA POLÍTICA(CIÊNCIA POLÍTICA E RELAÇÕES INTERNACIONAIS)	27	12	0	2	13	40	25	13	2
SOCIOLOGIA(SOCIOLOGIA)	47	13	2	2	30	77	43	32	2
Brasil:	96	32	2	5	57	153	89	59	5

Data Atualização: 03/02/2010

REGIÃO	Programas e Cursos de pós-graduação					Totais de Cursos de pós-graduação			
	Total	M	D	F	M/D	Total	M	D	F
Centro-Oeste	213	102	3	19	89	302	191	92	19
Nordeste	532	280	16	42	194	726	474	210	42
Norte	134	83	3	7	41	175	124	44	7
Sudeste	1.430	403	21	148	858	2.288	1.261	879	148
Sul	590	241	6	59	284	874	525	290	59
Brasil:	2.899	1.109	49	275	1.466	4.365	2.575	1.515	275

Data Atualização: 03/02/2010

Cursos:

M - Mestrado Acadêmico, D - Doutorado, F - Mestrado Profissional

Programas:

M/D - Mestrado Acadêmico / Doutorado,

b) Principais desafios para o Brasil nessa área:

Podemos enumerar como primeiro conjunto de desafios:

- 1) Maior inserção da Sociologia brasileira no novo cenário internacional;
- 2) Descentralização regional da produção e formação;
- 3) Enfrentamento dos temas contemporâneos: mudanças tecnológicas e sociais;
- 4) Perspectivas da pesquisa comparada, especificamente a questão da contribuição das análises sobre desenvolvimento social sustentável e estudos de países não centrais;
- 5) Superação dos problemas relacionados à violência, à questão ecológica (degradação ambiental e patrimônio bio-diverso), pobreza e populações vulneráveis;
- 6) Estabelecer metodologias e quadros conceituais unificados para análise da segregação urbana e governança metropolitana;
- 7) Estabelecer análises e avaliações de gestão e políticas públicas;

Um segundo conjunto de desafios relaciona-se ao tema da relevância para e impactos na sociedade, advindos da produção científica na Sociologia:

- 1) Impacto da área na formação de pessoal e interação com outras áreas do conhecimento, tais como, técnicos de gestão, administração pública e avaliação de programas e políticas sociais;
- 2) Ensino básico de Sociologia, além da própria questão da educação pública de qualidade e formação continuada de professores;
- 3) Interação com a área de saúde, alguns ramos das Ciências Tecnológicas (urbanismo, ecologia) e todas as demais disciplinas das Humanidades;
- 4) Impacto na economia, em especial seu papel na elevação das condições de vida e trabalho da população, com vistas à ampliação do mercado consumidor, a incorporação de capitais estrangeiros e aumento da produção de bens e serviços;
- 5) Impacto em termos de inclusão social, identificando mecanismos de produção e reprodução de desigualdade e exclusão; desenvolvimento de políticas de fortalecimento da participação, associativismo e cidadania.

c) Recomendações para política CT&I para os próximos anos:

- 1) Recomendações quanto à infra-estrutura: o principal item é a ampliação do número de bibliotecas, com acervo diversificado, internacional e acesso a periódicos nacionais e estrangeiros;
- 2) Recursos para pesquisa quanti & quali (equipamentos, softwares, multimídia);

- 3) Fortalecer o diálogo com o poder público, no sentido de informar políticas de inclusão e desenvolvimento social, elevar a qualidade de vida da população e possibilitar a participação mais ativa da população nas metrópoles;
- 4) Para aumentar a presença da produção brasileira na área, é importante incentivar a participação de pesquisadores em eventos internacionais e a publicação em periódicos estrangeiros;
- 5) Descentralizar regionalmente os investimentos e a distribuição de recursos aplicados à pesquisa, ensino e extensão na área de Ciências Sociais;
- 6) Elaborar uma política específica para apoiar o desenvolvimento de infra-estrutura própria para as Ciências Sociais e as Humanidades como um todo; o que envolveria investimentos em patrimônio, memória, conservação, além de uma política de acesso a informações e dados de pesquisas quantitativas e qualitativas;
- 7) Constituição de alguns bancos de dados e de informações documentais e qualitativas que sirvam à pesquisa nas áreas das Ciências Humanas.

4ª CONFERÊNCIA NACIONAL DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO

Parte II

CONTRIBUIÇÕES DE PALESTRANTES DO
SEMINÁRIO TEMÁTICO PREPARATÓRIO

Tema: CIÊNCIA BÁSICA

Ciência Básica: caminhos e perspectivas

Mario Neto Borges (FAPEMIG, Presidente do CONFAP)

Resumo

O cenário atual da Ciência no Brasil é positivo e otimista. Este artigo apresenta o contexto científico nacional e internacional com foco na trajetória pavimentada ao longo dos anos no País e na perspectiva possível de ser inferida a partir do histórico traçado. Demonstra-se que o País não pode mais depender apenas do sucesso alcançado nos últimos anos nos indicadores científicos tradicionais. Precisa, urgentemente e de forma ágil, transformar a ciência em desenvolvimento tecnológico e inovação. Os casos de sucesso mais recentes são apresentados para demonstrar que é possível melhorar a competitividade nacional com base numa política séria e consistente de valorização da educação e da ciência como pilares para garantir o desenvolvimento social e econômico sustentável. Essa política tem, entre outros elementos, a necessária institucionalização do fomento à ciência, tecnologia e inovação. O artigo apresenta recomendações que poderão por um lado, indicar os gargalos a serem resolvidos e por outro, ajudar a elaboração de uma política de estado para a ciência nacional.

Introdução

A ciência começou a ser forjada pela civilização ocidental há dois mil e quinhentos anos atrás. Pitágoras e seus colegas iniciavam, na Grécia antiga, o processo de quantificar, interpretar, imaginar. Cento e cinquenta anos depois Aristóteles, por sua proeminência e pelo seu dom de fazer descobertas, 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 – C,T&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 que 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. 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, nos falta 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, América do

Norte e Ásia, com destaques para a Coréia 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.

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 é a segunda metade do século passado que se caracterizou por ser um divisor de águas no avanço educacional e científico do País. Logo no início da década de cinquenta, o Brasil cria 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 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.

NÍVEL	1996	2006
MESTRADO	10.499	33.993
DOCTORADO	2.985	10.616
TOTAL	13.484	44.609

Tabela 1 – Formação de mestres e doutores no Brasil (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 (apresentado na 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 a figura 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 País é uma das recomendações deste artigo.

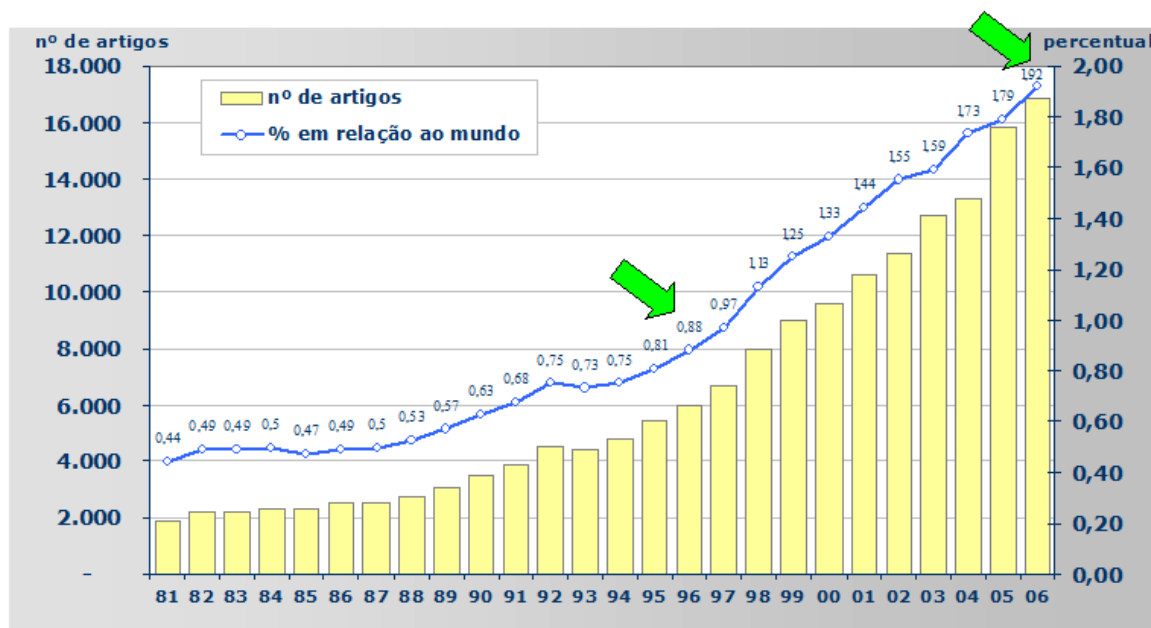


Figura 1 – Desempenho da produção científica nacional (fonte ISI/NSI)

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. Recursos estes provenientes, principalmente, dos Fundos Setoriais criados nos anos 2000. Deve-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 - FAPs, que garantiram as condições de crescimento da produção científica nacional.

É preciso destacar que as FAPs, que hoje totalizam 23 instituições em atividade, têm aportado recursos expressivos na ciência nacional. Algumas como FAPESP e a FAPERGS já contabilizam mais de 40 anos de existência. Com uma capilaridade sem precedentes e atuando em todas as regiões do País, as FAPs nestes últimos 3 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 muito 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. A figura 2 apresenta os indicadores sócio-econômicos e de C,T&I do Brasil em relação ao mundo em valores percentuais [4].

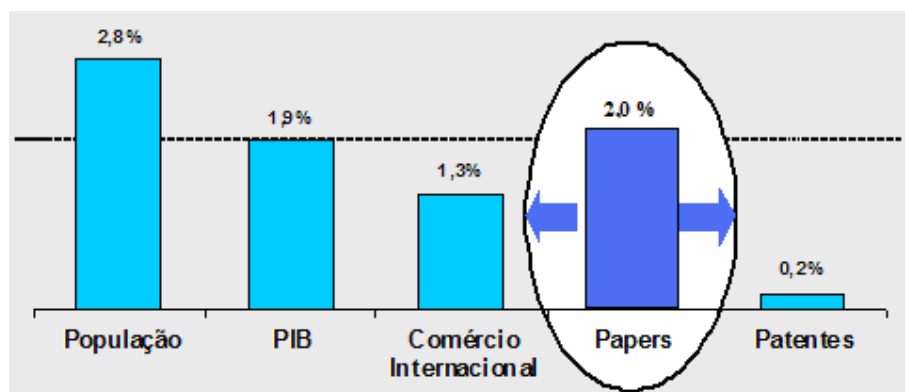


Figura 2 – Indicadores do Brasil em relação ao mundo (fonte MCT modificado)

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 este 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 70 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 itens a seguir.

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 do 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. A figura 3 mostra na vertical o número de pesquisadores por mil habitantes e na horizontal o Produto Interno Bruto - PIB *per capita*. Em destaque o Brasil, Coreia, Japão e Estados Unidos. Verifica-se que o Brasil apresenta 0,5 pesquisador por 1000 habitantes enquanto a Coreia apresenta número próximo de 4, o Japão mais de 5 e os Estados Unidos próximo de cinco. Isso significa que os dois últimos têm 10 vezes mais pesquisadores do que o Brasil em relação à própria população.

Outra observação importante obtida na figura 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! A figura 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, Japão e 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.

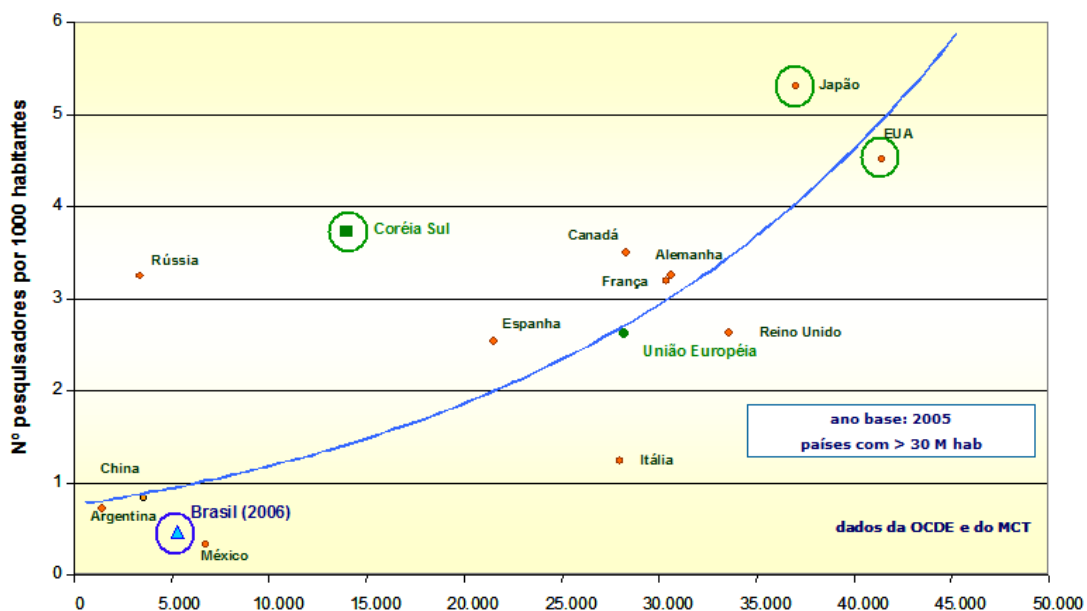


Figura 3 – Número relativo de pesquisadores em relação ao PIB dos países (fonte MCT)

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

A figura 4 apresenta na vertical o percentual do PIB investido em C,T&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 C,T,&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%. Observa-se ainda o Japão e os Estados Unidos (em destaque) - países que também investem recursos da ordem de 3% de seus PIBs. De maneira similar ao caso anterior pode-se inferir que quanto mais o país investe em C,T&I mais rico ele é!

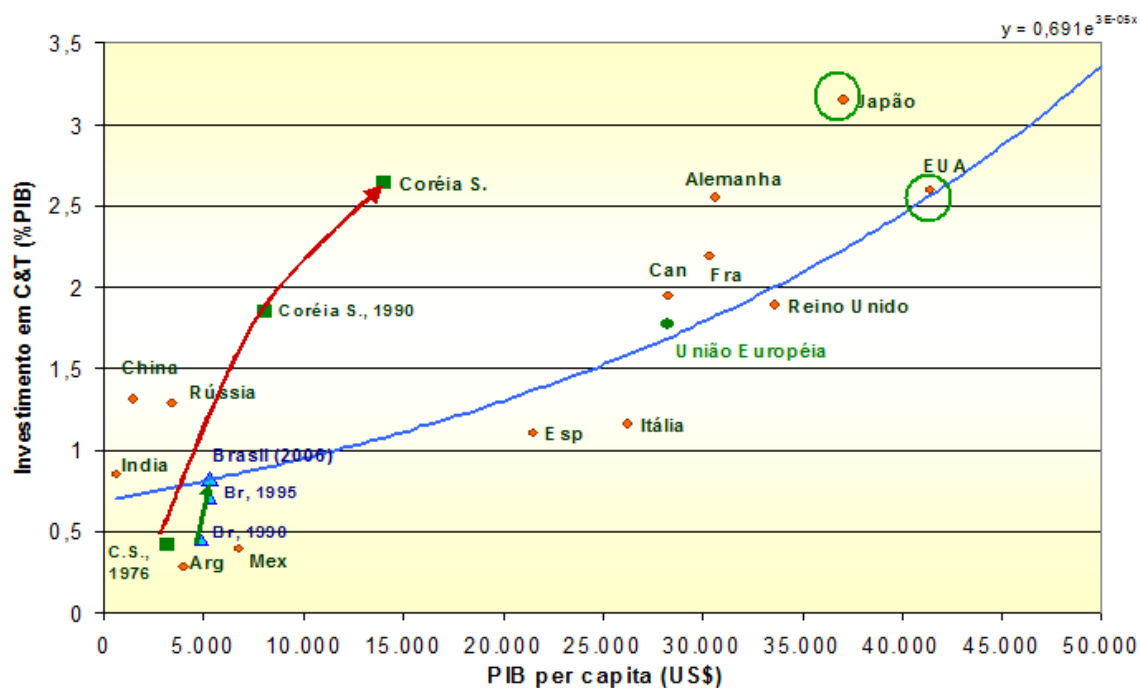


Figura 4 – Percentual de investimentos em C,T&I em relação ao PIB dos países (fonte MCT)

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.

País	Privado	Público	Total
Japão	2,4	0,6	3,0
Coreia	2,1	0,7	2,8
EUA	1,6	0,8	2,4
Brasil	0,49	0,48	0,97

Tabela 2 – Investimentos privados e públicos em C,T,&I em percentual do PIB (fonte MCT)

Desafios Nacionais – Tecnologia e Inovação

Frente às questões debatidas neste texto se apresenta o desafio de como enfrentar a realidade 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 e nem na inovação. Isso produziu um desenvolvimento distorcido expresso pelo diagrama tridimensional da figura 5 (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 5 (B), de modo a promover o desenvolvimento sustentável tão desejado e que colocaria o Brasil em condições de competir no cenário internacional.

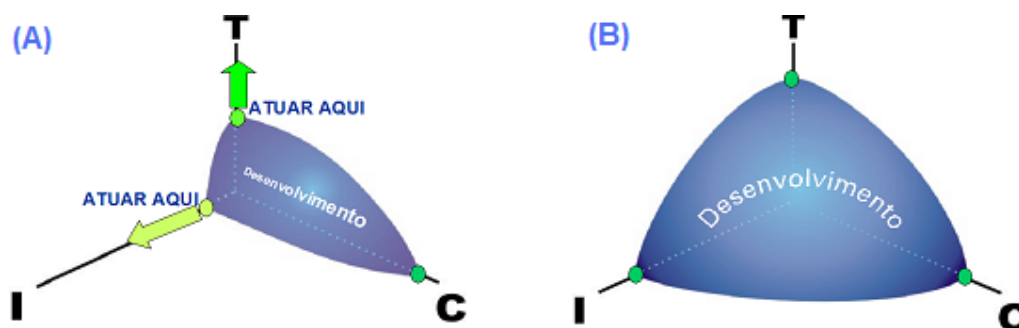


Figura 5 – Caracterização da C,T&I no Brasil: a) vigente b) desejada

A política para enfrentar este desafio não requer apenas o aumento dos investimentos em C,T&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 poderes, federal e estaduais, podem induzir e atuar como articuladores da aproximação das universidades e 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 – INCTs [7]. Este Programa já considera, em sua concepção, a articulação dos diversos estágios da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico decorrente. Veja figura 6 que demonstra modelo de organização do Sistema Nacional de CT&I conforme elaboração do MCT já incluindo os INCTs.

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, através do CNPq e em parceria com as FAPs e

outros parceiros, implementou o maior programa de financiamento de pesquisa no País: os Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT). 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 à 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.

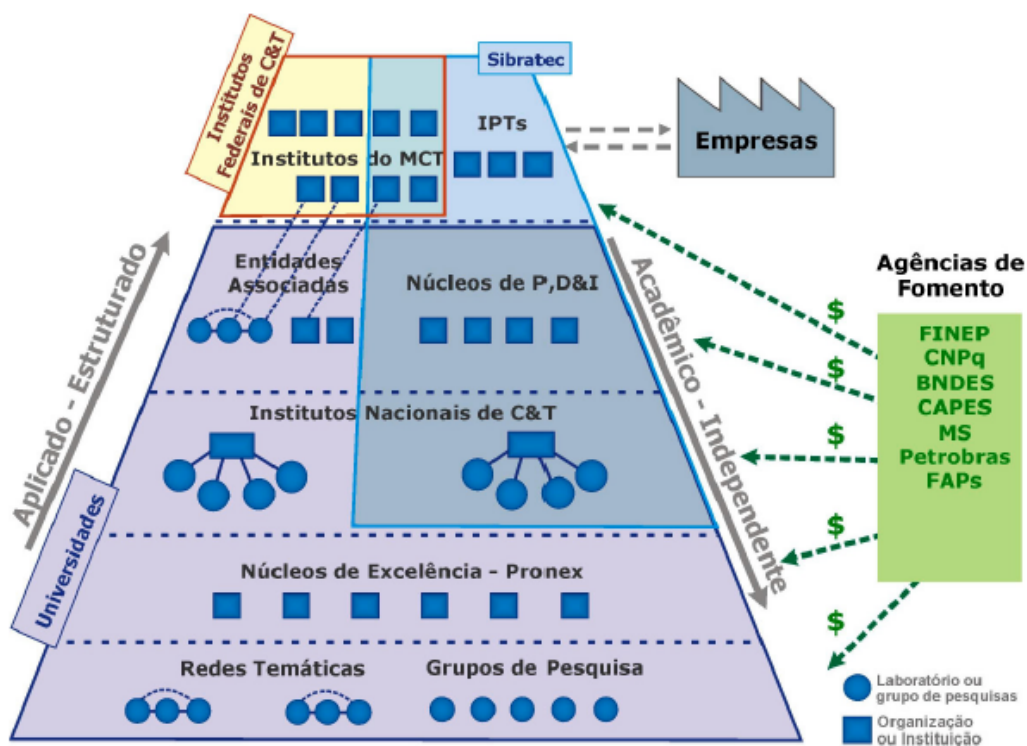


Figura 6 – Modelo de Organização do Sistema (fonte CNPq)

Em nível estadual, em Minas Gerais, o Estado elaborou e implementou o Sistema Mineiro de Inovação – SIMI, coordenado pela Secretária 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 onde 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 7 mostra o diagrama com os partícipes mais importantes articulados entre si pelo Sistema que tem como insumo a legislação e 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 7 – Sistema Mineiro de Inovação – SIMI (fonte SECTES-MG)

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 no 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 a 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 podem 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 evidenciado 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.

GRANDE ÁREA	Programas e Cursos de pós-graduação					Totais de Cursos de pós-graduação			
	Total	M	D	F	M/D	Total	M	D	F
CIÊNCIAS 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	394	214	8
CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS	370	186	1	53	130	500	316	131	53
ENGENHARIAS	329	132	4	49	144	473	276	148	49
LINGÜÍSTICA, 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

Tabela 3 – Cursos de Pós-graduação no Brasil por modalidade (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 adequada 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 é também um desafio que se faz necessário com a urgência em 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 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.

Desafios Nacionais - Setor Empresarial Inovador

A tecnologia e a inovação se dão majoritariamente nas empresas – isso é o que tem 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 ao invés de comprar pacotes tecnológicos.

O elemento primordial de aceleração deste processo, praticado à exaustão nos países da Organização para a 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 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. Produtos esses que não serão produzidos nas universidades e sim transferidos para empresas já existentes, ou que irão gerar novas empresas eles mesmos. Empresas essas que precisam do incentivo à inovação tecnológica para se estabelecerem e comecem a gerar empregos, produzir renda e recolher impostos.

Exemplos já começam a ser frequentes no Brasil, 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 este 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, tem empregados de melhor escolaridade e que permanecem mais tempo no emprego.

EMPRESAS	Emprego	Faturamento (R\$ 1.000)	Valor Adicionado (R\$ 1.000)
Inovam e diferenciam produto	545,9	135,5	51,1
Especial. produtos padronizados	158,1	25,7	10,6
Não diferenciam produto	34,2	1,3	0,45

Tabela 4 – Desempenho de empresas que inovam frente às tradicionais (fonte ABDI)

EMPRESAS	Remuneração R\$/mês	Escolaridade (anos)	Tempo no Emprego (meses)
Inovam e diferenciam produto	1.255	9,13	54,09
Especial. produtos padronizados	749	7,64	43,90
Não diferenciam produto	431	6,89	35,41

Tabela 5 – Desempenho de empresas que inovam frente às tradicionais (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.

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 devam ser avaliadas numa reflexão séria e cuidadosa.

1. Aumento dos investimentos direcionados para C,T&I de 1% para 2% do PIB, em 10 anos.

O Brasil tem a oportunidade, nos próximos 10 anos, de consolidar-se no cenário mundial de C,T&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 C,T&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 C,T&I. Como meta para os próximos 10 anos, a proposta é o aumento gradativo dos investimentos em C,T&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 C,T&I

As 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 ao fomento à pesquisa em C,T&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 sujeito 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 8666/93, 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 *repasso 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 devam 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 C,T&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 C,T&I terá como meta a ampliação da inovação nas empresas e a consolidação do sistema nacional de C,T&I, entende-se que a 4ª CNCTI traz a oportunidade sobre a discussão e 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 (ICT) 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 C,T&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 C,T&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 C,T&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 C,T&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 C,T&I, não podem ser incluídos na mesma categoria de um servidor que presta serviços de natureza meramente administrativa, subsequentemente, suas atividades não podem circunscreverem-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

- [1] White, M., “Rivalidades Produtivas”, ISBN 8501062006, Editora Record.
- [2] Revista *Science*, volume 308, Maio 2005.
- [3] Borges, M. N., “Inovação é quebra de paradigmas”. Artigo de opinião publicado na Revista Minas Faz Ciência, volume 30, jun-ago 2007.
- [4] 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.
- [5] iNOVA, “Uma proposta de modernização da educação em engenharia no Brasil”. Publicado pela Confederação Nacional da Indústria - CNI, 2006.
- [6] PDP - <http://www.mdic.gov.br/pdp/index.php/sitio/inicial>
- [7] INCT - http://www.cnpq.br/editais/ct/2008/docs/015_anexo.pdf
- [8] SIMI - www.simi.org.br
- [9] PMDI - http://www.planejamento.mg.gov.br/governo/publicacoes/arquivos/Proposta_do_PMDI_2007-2023.pdf
- [10] 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.
- [11] PNPG - <http://www.capes.gov.br/sobre-a-capes/plano-nacional-de-pos-graduacao>
- [12] 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.
- [13] CONFAP - Proposta do Conselho Nacional das Fundações Estaduais de Amparo à Pesquisa, encaminhada ao Coordenador da 4ª CNCTI.

Conectando Ciência, Tecnologia e Inovação

Jailson Bittencourt de Andrade (UFBA)

Wilson Araújo Lopes (INCT de Energia e Ambiente)

Resumo

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 XX 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. Nesse novo cenário, a inovação emerge como o principal combustível para a longevidade das corporações. 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**. Em resumo, o grande desafio atual é conectar **educação e sustentabilidade** e isto torna-se possível através da conexão entre **ciência, tecnologia e inovação**.

O enfoque deste artigo é delimitado à área de Química e sobre as suas conexões com **energia e ambiente**. É abordada a situação do setor químico industrial, a situação brasileira da área de química, com especial atenção a energia e ambiente e são apresentados casos de sucesso. São discutidos os principais desafios do setor e feitas recomendações no sentido de avançar frente aos desafios.

É preciso, pois, educar para inovar e inovar para educar. O país está pronto para a agenda do século XXI, 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**.

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 XX 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 XX 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 provêm o conhecimento, entendimento e habilidades, em tempo real, para a rápida inovação).

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 isto torna-se possível através da conexão entre **ciência**, **tecnologia** e **inovação**.

O foco deste artigo

Seria uma pretensão sem limites abordar a o tema indicado no título deste artigo de forma abrangente aas 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 construção de novas moléculas (http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/05/quimica_a_servico_da_humanidade.pdf) Nesse sentido, podemos considerar que, em linhas bem gerais, os principais objetivos da Química são: i) Entender a estrutura e 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, os átomos se “movem”. Quando e para onde?; iv) Como a energia é utilizada para promover transformações; e v) Como substâncias catalisam reações. A Química esta 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 á parte da vida diária (<http://quimicanova.sbq.org.br/qn/qnol/2005/vol28suplemento/03-CGEE14.pdf>)

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 vivam 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 esta 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 associado 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 à água, e estima-se que um bilhão de pessoas não tem acesso à 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 bicompostíveis, sem competir com a produção de alimentos (bicompostíveis de segunda e terceira geração) é um dos maiores desafios deste século. (<http://quimicanova.sbq.org.br/qn/qnol/2009/vol32n3/01-QN09110.pdf>).

Por tratar-se 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 através de **eixos de ação/pesquisa**, agregando atividades de pesquisa, ensino e extensão oriundas de diferentes ações objetivando a conexão de sub-áreas e o impacto regional; e iii) **Areolar**, que agrega as ações dos **eixos de ação/pesquisa** visando atingir o objetivos convergentes com impacto continental e/ou global.

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 é a principal fonte de produtos químicos no mundo, com um faturamento anual de 689 bilhões de dólares americanos. (http://www.americanchemistry.com/s_acc/sec_topic.asp?CID=5&DID=8). Existem mais de 80.000 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. O setor químico é o responsável pela maior parte das exportações atingindo 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 122 bilhões de dólares americanos (metade deste valor é devido aos produtos químicos de uso industrial), 17,9% acima do valor de 2007, representando cerca de 3% do PIB (<http://www.abiquim.org.br/conteudo.asp?princ=ain&pag=estat>). 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, não agredir o ambiente e a vida. Isto 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).

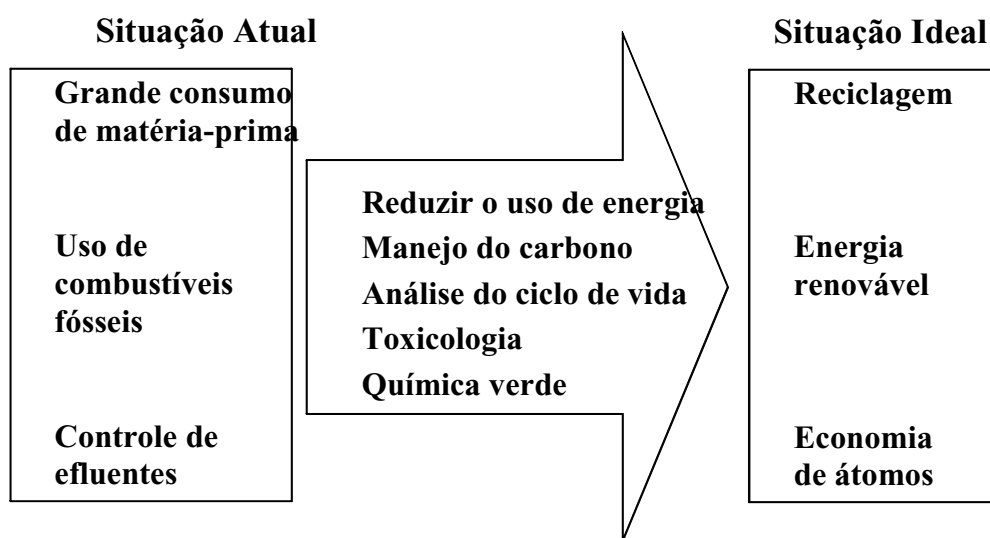


Figura 1 – Grandes desafios da sustentabilidade do Setor Industrial Químico (adaptado da referencia 16).

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* (<http://jbcs.sbq.org.br>) (http://jbcs.sbq.org.br/jbcs/2009/vol20_n9/00b-editorial_20-9.pdf). 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 BRICs (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 (<http://www.sbq.org.br/>). 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, (http://jbcs.sbq.org.br/jbcs/2009/vol20_n9/00b-editorial_20-9.pdf). Do lado governamental, graças a Lei de Inovação (Lei nº 10973 de dezembro de 2004, através do Decreto nº 5563 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 isto 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 (http://jbcs.sbq.org.br/jbcs/2010/vol21_n2/00c-editorial_21-2.pdf).

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 pólos 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 tem baixos índices globais de inovação e competitividade tecnológica em várias áreas importantes: semicondutores, materiais magnéticos, iluminação e lasers. É possível melhorar esse índices de forma pronunciada e rápida, como o tem demonstrado a área de fármacos, ao longo desta década (http://jbcs.sbq.org.br/jbcs/2010/vol21_n2/00c-editorial_21-2.pdf).

A Sociedade Brasileira de Química tem realizado varias ações visando o fortalecimento das conexões entre ciência e educação e ciência, tecnologia e inovação. Com relação à Ciência e Educação, foi criada a *Química Nova Interativa*, *QNIInt* (<http://qnint.sbq.org.br/qni/>) No Editorial de lançamento (<http://qnint.sbq.org.br/qni/pagina.php?idPagina=12>) foi destacado que neste século já ocorre a convergência científica e tecnológica onde o foco é o tema em estudo e não a disciplina. Isto não significa o fim da disciplina; significa, sim, que as disciplinas precisam ser repensadas e rerepresentadas 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, segurança

energética e 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* (<http://quimicanova.s bq.org.br/index.php>), Editado pelos Professores Fernando Galembeck e Vera Pardini, cujo tema é “Recursos Naturais: Oportunidades na Academia e na Indústria” (<http://quimicanova.s bq.org.br/qn/qnol/2009/vol32n3/index.htm>). No Editorial são destacados “alimentos, energia e matérias-primas: inovação no aproveitamento de recursos naturais”. Este número de *Química Nova* (<http://quimicanova.s bq.org.br/qn/qnol/2009/vol32n3/00b-editorial32-3.pdf>) contribui na 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 (<http://quimicanova.s bq.org.br/qn/qnol/2009/vol32n3/18-QN09061.pdf>), 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 através 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. (<http://quimicanova.s bq.org.br/qn/qnol/2009/vol32n3/03-QN08645.pdf>).

A intensificação na produção de biomassa é uma exigência dos esforços de mitigação dos efeitos da mudança do clima, uma vez que não existe outra alternativa viável a 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 destes 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 (<http://quimicanova.s bq.org.br/qn/qnol/2009/vol32n3/02-QN09149.pdf>).

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. (<http://quimicanova.s bq.org.br/qn/qnol/2009/vol32n3/07-QN09048.pdf>, & http://jbcs.s bq.org.br/jbcs/2005/vol16_n6B/02-096-05.pdf).

O grande volume de glicerina oriunda da produção de biodiesel, tanto no Brasil, como 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” (<http://quimicanova.s bq.org.br/qn/qnol/2009/vol32n3/07-QN09048.pdf>). A gliceroquímica oferece aos químicos e engenheiros químicos inúmeras oportunidades; quer no desenvolvimento de novos produtos, processos e aplicações, ou 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 qualitativos de recursos humanos, infra-estrutura, 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 sessão), 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 IFES. O sistema departamental que persiste como forma de organização na maioria das IES, 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.

Casos de sucesso

O principal caso de sucesso é o acesso a 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. (<http://quimicanova.sbq.org.br/qn/qnol/2009/vol32n7/00b-editorial32-7.pdf>).

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* (<http://quimicanova.sbq.org.br/index.php>) 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) através 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* (<http://jbcs.sbq.org.br/>).

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, (<http://www.periodicos.capes.gov.br/portugues/index.jsp>) 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, (www.scielo.br) que, após a avaliação de qualidade, indexa as melhores revistas brasileiras e disponibiliza gratuitamente os artigos com textos completos em acesso livre. No caso dos periódicos da área de Química, o acesso pode ser feito livremente tanto através do portal da SBQ quanto do SCIELO.

A visibilidade do que se publica em Química no Brasil, pode ser avaliada através 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 (http://isiwebofknowledge.com/products_tools/analytical/jcr/), 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 (<http://www.cnpq.br/programas/inct/apresentacao/index.html>) 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 inct's (<http://www.cnpq.br/programas/inct/apresentacao/index.html>), 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 Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes/MEC) e das Fundações de Amparo à Pesquisa do Amazonas (Fapeam), do Pará (Fapespa), de São Paulo (Fapesp), Minas Gerais (Fapemig), Rio de Janeiro (Faperj) e Santa Catarina (Fapesc), Ministério da Saúde e 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, 9 estão localizados na região Norte, 18 na Nordeste, 4 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 INCT's 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, serão 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 Prof. Fernando Galembeck, UNICAMP), INCT de Fármacos e Medicamentos (Coordenador Prof. Eliezer de Jesus Barreiro, UFRJ), INCT de Transferência de Materiais Continente-Oceano (Coordenador Prof. Luiz Drude de Lacerda, UFC), INCT de Ciência e Tecnologia de Controle Biorracional de Insetos Pragas

(Coordenador Profa. Maria Fátima das Graças Fernandes da Silva, UFSCAR) e o INCT de Energia e Ambiente (Coordenador Prof. Jailson Bittencourt de Andrade, UFBA). O WS 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 FORUM, com a participação de novos INCTs, estimulando a cooperação, a convergência e a interdisciplinaridade. Foi decidido então criar o **IS+**, que representaria o ponto de partida, sendo que a próxima reunião ocorrerá no Rio de Janeiro, em 2010, sob coordenação do INOFAR.

Estes Institutos, como pode ser observado nas respectivas páginas:

- 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>)

Atuam de forma convergente e proativa em pesquisa científica, tecnológica, inovação, 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, Politen, Braskem, S/A, Bahiagás, Oxiten S/A, Celulose Irani S/A, Nutec – Núcleo de Tecnologia do Estado do Ceará, Natura Ltda, Laboratório Evidence, , Montana Química S/A, Johnson & Johnson, Embrapa Agroindústria Tropical, Inmetro, Souza-Cruz S.A./British American Tobacco, Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 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, Indaia Brasil Águas Minerais, Agripec Química e Farmacêutica, Cesde - Indústria e Comércio de Eletrodomésticos Ltda, Bracol – Indústria de Couros Ltda, 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 Farmaceuticos Ltda

Com o objetivo de apresentar um bom “estudo de caso de sucesso”, utilizaremos o exemplo do INOMAT (<http://www.inomat.iqm.unicamp.br>) que tem um número expressivo de casos de interação de sucesso com o setor empresarial. Na página <http://www.inomat.iqm.unicamp.br/empresas/empresas.php> tem os nomes das empresas bem como o tipo de vínculo. Pode-se observar que 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 -5200 L de etanol por hectare a preço menor do que US\$ 0,60 por galão (3,6 L). Uma tonelada de cana produz cerca de 70 L de etanol e 250Kg de bagasso, cuja a hidrólise, quando otimizada, poderá dobrar a produção de etanol sem ampliação da área plantada.

Para efeito de comparação, em 2006 os Estados Unidos da America 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 America 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 CO₂ atmosférico. A agricultura é um dos mais óbvios capturadores de CO₂, 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 duas componentes importantes: criar um estímulo econômico (o Proálcool) e a atuação de órgãos de pesquisa (Instituto do Açúcar e do Alcool 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 (F. Galembeck, Synergy in food, fuel and materials production from biomass., Energy, Environ. Sci, 2010, 3,393).

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 focado 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 acontecerá entre os dias 26 e 28 de maio, em Brasília, é 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. (http://jbcs.sbcq.org.br/jbcs/2010/vol21_n2/00c-editorial_21-2.pdf).

Como sempre ocorre, quanto maiores as oportunidades, maiores são os desafios. A pauta da Conferência Nacional de C,T&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 várias 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 C,T&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 de que pretenda conectar ciência, tecnologia e inovação, com foco em energia, ambiente e no 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

Recomendações

São muitos os desafios e muitas conexões que precisam ser estabelecidas, com destaque a: 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. (http://jbcs.sbj.org.br/jbcs/2010/vol21_n2/00c-editorial_21-2.pdf). 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 a abordagem sustentável e interdisciplinar. Entretanto a governança dos INCT's e a sua inserção institucional precisam ser estabelecidas, em sincronia com as IES, 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 INCT's visando o 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 a 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, onde 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, isto 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 idéias!

A competência do cientista pode ser verificada através 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 através da atuação no âmbito institucional, nas sociedades científicas, em editoriais 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. Estase diante de duas opções, ou, os concursos estão sendo mal feitos, ou os candidatos estão mal preparados. (http://jbcs.sbc.org.br/jbcs/2009/vol20_n9/00b-editorial_20-9.pdf). 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, através de seu produto final, o egresso da pós-graduação. Qualquer 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! (http://jbcs.sbc.org.br/jbcs/2009/vol20_n9/00b-editorial_20-9.pdf).

Vale a pena ressaltar que a **qualificação é chave para o desenvolvimento científico 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". (<http://www.protec.org.br/noticias.asp?cod=2020>).

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. (<http://www.protec.org.br/noticias.asp?cod=2020>).

E qual 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 como a 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 – e 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 XXI, 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.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos colegas professores Angelo Pinto (UFRJ), Antonio Mangrich(UFPR), Cesar Zucco (UFSC), Fernando Galembeck (UNICAMP) e ao estudante Paulo Mesquita (UFBA), pelas valiosas sugestões e comentários.

Desafios para o crescimento da ciência brasileira

Alaor Silvério Chaves (UFMG)

Resumo

A ciência brasileira cresceu muito significativamente nas últimas décadas, graças a políticas que o Estado tem praticado de maneira consistente. Já somos um significativo produtor de artigos científicos. Vencemos um ciclo importante, e agora temos de formular e praticar políticas que possibilitem um grande salto de qualidade. Provavelmente, até 2020 o Brasil será a 5ª Economia do mundo, o que torna pertinente e realista pretender ter também uma das maiores ciências, em tamanho e qualidade. Os desafios para a realização de um projeto desse tipo precisam ser enfrentados. Grande parte deles se situa no campo da educação, em todos os ciclos. No ciclo básico, nossa educação científica é excessivamente livresca, o que desestimula o interesse pela ciência e prepara muito mal os candidatos ao ensino superior. Já ao ingressar no curso superior, os estudantes são obrigados a fazer uma opção de carreira, para a qual acabam recebendo uma educação excessivamente rígida e especializada. É urgente ampliar e diversificar nossa infra-estrutura de pesquisa. Procedimentos mais abrangentes e diversificados de avaliação científica são essenciais para a viabilização de projetos de pesquisa mais ambiciosos.

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 CNPq, pela Capes e pela 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 setenta mil. Essa maior capacitação humana, somada a melhorias na infra-estrutura de pesquisa das universidades e institutos de pesquisa, gerou um notável aumento em nossa produção de ciência. Em 1981 o Brasil publicou menos de 2 mil 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 10 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 número 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 BPq 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 PG 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 PG: cursos mais bem avaliados recebem cotas mais generosa de bolsas de pós-graduação. 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 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 outras 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 contratações 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 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 OCDE, em 2005 o Brasil despendeu 1,0% do seu PIB em 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 1500 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 irá demandar 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 co-autor 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 grande maioria dos cientistas brasileiros quase sempre têm algum co-autor 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 concluir 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 de nível 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 Cistina. 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 carreiras 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 microscópicos, na busca de evidências da presença na hóstia do corpo 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 Erdős e outros [4]. Tanto von Neumann como 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. 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. 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. 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 ofensivamente 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). Mas, apesar dessa deficiência, sobram vagas em quase todos os nossos cursos de licenciatura nessas áreas, exatamente porque a carreira de professor de ensino 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 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 em colaborar em equipes multidisciplinares 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, formaram-se, até o título máximo obtido, em área distinta daquela em que receberam o prêmio. Veja esses dados, expressos em números:

- 12 físicos ganharam o Nobel de Química e 7 ganharam o Nobel de Medicina.
- 2 engenheiros ganharam o Nobel de Física e 1 ganhou o Nobel de Medicina
- 9 químicos ganharam o Nobel de Medicina.
- 33 biólogos ganharam o Nobel de Medicina.
- 2 farmacologistas ganharam o Nobel de Medicina
- 2 matemáticos ganharam o Nobel de Economia
- 1 bioquímico ganhou duas vezes o Nobel de Química

Nota-se que em uma área mais complexa, como a de 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 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 PG na seleção de estudantes. De fato, antes da formalização dos nossos cursos de PG, 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 durante 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 no 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 idéia 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 de 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 melhor preparados, muitas vezes eles 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, nos médio e longo prazos esses estudantes melhor orientados e formados acabam sendo mais bem sucedidos.

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

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.

6. 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, aos nos defrontarmos com muitos candidatos e poucas bolsas, e sem tempo suficiente para uma avaliação mais profunda da qualidade 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 na Seção 4, 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 o prêmio 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 científico 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 como as FAPs estaduais também se apóiam em pareceres de consultores *ad hoc*, que supostamente seriam subsídios válidos para o trabalho dos comitês de julgamento. Entretanto, grande parte dos nossos consultores produzem 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 atribuímos 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 PG, 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 limite 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 irá 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 que incluem o atual Ministro Sérgio Rezende produziu, por encomenda do então Ministro Ronaldo Sardemberg, um documento sobre desafios da física brasileira [10]. Dentre os problemas apontados no relatório, inclui-se o da excessiva competitividade do programa de BPq e dos 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 irá eliminar ou pelo menos abrandar o descompasso entre o número de bons candidatos e a disponibilidade de bolsas. A menor competitividade por BPq com certeza irá encorajar 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 pretensões 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 qualquer 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 críticos, que lhe rendeu o Nobel de física de 1982 e é considerado um dos maiores trabalhos em física teórica da segunda metade do século 20. O matemático inglês Andres Wiles (nascido em 1953) foi contratado com 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.

7. Nossa infraestrutura de pesquisa precisa ser expandida e diversificada

A expansão da ciência brasileira tem sido acompanhada de significativa expansão em nossa infraestrutura 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 laboratorial. Até mesmo uma instituição como a 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 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 ex-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 – ele 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, Coréia e Austrália, os governos têm provido instalações de pesquisa (laboratórios nacionais e institutos de pesquisa) com custos de centenas de milhões de dólares. Esses tipos de instalações são indispensáveis para o enfrentamento de vários

dos grandes problemas científicos da atualidade. O Brasil é um país com 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 construção do país, tem de ser correspondentemente ambicioso.

8. 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, ele resultou em avanços em desenvolvimento de materiais, em eletrônica avançada, em computação 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 vôos 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.

9. 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 em grandes gastos para o País, isso limita gravemente nossa capacidade de realizar ciência de ponta – além obviamente 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 iniciativa 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. Esse é um campo em que a interação de cientistas (físicos, químicos, cientistas da computação) e engenheiros é especialmente importante.

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

Com excessão dos países da União Européia, cujos vizinhos estão “logo ali”, da Austrália e Nova Zelândia, que fazem parte do Commonwealth, 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 pós-graduandos no exterior que o País praticou com considerável intensidade nos anos 1970 e 1980 foi de grande importância para se dar um impulso inicial em nossa capacitação humana. Tal programa foi fortemente minguido nos anos 1990, quando o País reduziu drasticamente o envio de pós-graduandos ao exterior, exceto nos chamados programas 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.

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 ser as únicas sobre as quais sou capaz de opinar com um mínimo de conhecimento. Mas é sabido que no mundo todo a pesquisa nessas duas áreas 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, e nelas 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 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 ser instalados no Chile. A contribuição financeira brasileira para a construção e manutenção 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 iniciaram 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-membros 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 estavam lá como palestrantes convidados, enquanto os brasileiros estavam apresentando pôsteres (um único brasileiro fez uma apresentação oral não-convidada). Para se dar uma melhor idéia 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 semiconductor – 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 européia 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.

11. 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 UFPE e na 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 infra-estrutura de pesquisa no Brasil seja grandemente expandida, tal expansão deveria buscar também uma distribuição regional mais equilibrada. A Embrapa constitui um notável exemplo de infra-estrutura 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 enormemente grato a meus colegas de equipe, que com sua visão e lucidez tanto contribuíram para a consolidação das minhas idéias 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 (USP)

Albert Bruch (LNA/MCT)

Eduardo Janot Pacheco (USP, Presidente da Sociedade Astronômica Brasileira)

Resumo

O presente texto se baseia em grande parte na proposta de Plano Nacional de Astronomia (PNA), preparado recentemente pela Comissão Especial de Astronomia (CEA), comissão formada pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, através de portaria publicada em junho de 2009. Em termos de internacionalização da ciência brasileira, destacamos o papel da Astronomia, e em particular os grandes projetos que exigem participação em consórcios internacionais. Estes são de grande interesse para, além da ciência desenvolvida, favorecer a emulação do conhecimento por parte dos participantes brasileiros, desenvolvimento e transferência de tecnologia, e envolvimento da indústria brasileira.

Destacaremos os grandes projetos de interesse da maior parte da astronomia brasileira: a participação nos telescópios gigantes da próxima década, e a participação como membros de grandes observatórios e a astronomia espacial.

A astronomia brasileira no contexto global

A astronomia mundial se caracteriza hoje por colaborações internacionais. A complexidade da pesquisa moderna faz com 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 áreas-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 com que todos os projetos de grande porte em astronomia, assim como em outras áreas tais como a física de altas energias, estejam sendo conduzidos através de cooperações internacionais.

Conseqüentemente, 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 infraestrutura observacional, e do outro lado ao acervo mundial de conhecimento (a saber, mentes) através de colaborações científicas além de fronteiras nacionais. Caso contrário, inevitavelmente 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, p.ex., 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 Assembléia Geral da 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 CNPq nas décadas de 1960 e 1970); (ii) a criação da pós-graduação no país nessa área, e 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 2 telescópios de 8m de abertura no Chile e Havaí, com observações a partir do ano 2000; (v) a associação ao consórcio SOAR, telescópio de 4m 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 C, T & I do 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, métodos de detecção a partir de satélites, inovações na óptica tal como a óptica adaptativa multi-conjugada 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 :

Microondas: medidas da radiação de fundo de 2.7 °K em microondas, remanescente do Big-Bang, foram obtidas pela primeira vez sem ambigüidades 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 2 grandes projetos para a próxima década. O primeiro é o ALMA: ATACAMA LARGE MILLIMETER/SUBMILLIMETER ARRAY, 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 completado em 2014. O segundo destes projetos é o SKA: SQUARE KILOMETER ARRAY, 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 0.85cm, 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 através de submissão de projetos diretamente, onde as chances de se obter aprovação é certamente menor do que para um astrônomo de países-membro do projeto, ou através 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 2 grandes projetos, o LIGO nos EUA, e o satélite LISA para a próxima década. O 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

O anos 90 foram marcados pela entrada em operação dos telescópios da classe de 8-10m. Há uma dezena destes telescópios: a) Keck: 2 telescópios de 10m no Havaí; b) Very Large Telescope: 4 telescópios de 8m no Chile; c) Gemini: 2 telescópios de 8m, um no Havaí e outro no Chile; d) Subaru: 1 telescópio de 8m no Havaí; e) Magellan: 2 telescópios de 6.5m no Chile; f) Grantecan: 1 telescópio de 10.4m nas ilhas Canárias; g) Hobby-Eberly: telescópio de 10m no Texas, EUA; h) SALT: telescópio de 10m na África do Sul; i) LBT: telescópio binocular, com 2 espelhos contíguos de 8m, 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 24m, será localizado no Chile.
- **Thirty Meter Telescope – TMT:** Liderado pela Caltech, EUA e o Canadá, incluindo ainda outros parceiros internacionais, o projeto visa construir um telescópio com 30m de abertura em Mauna Kea, Havaí.
- **European Extremely Large Telescope – E-ELT:** Trata-se de um projeto do European Southern Observatory – ESO para a construção de um telescópio de 42m 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 através 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 impossíveis: 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 precisa ser tomada ainda 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 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 ela evolua ainda mais, tanto competindo diretamente com uma fração importante da astronomia mundial por acesso a recursos observacionais e usufruindo dessa excelente emulação, quanto através da colaboração com a mesma. Portanto, o 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 irão gerar 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 o melhor gerenciamento do projeto e a capacitação da comunidade brasileira para o uso eficiente e otimizado da infraestrutura. Isso implica no fornecimento dos recursos humanos necessários para dar apoio à comunidade e para tirar proveito das oportunidades tecnológicas oriundas dos investimentos feitos, e na disponibilização de recursos financeiros para capacitação e treinamento, etc.

Astronomia espacial

Num 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 NASA, da 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 da astronomia do país privar-se de meios importantes de observação fora da atmosfera e passar a não ser competitiva a 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 através 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 USP, e com as colaborações principais da UFRN e 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 predominantemente

francês, dedicado principalmente à procura de exoplanetas rochosos e à sismologia estelar (análise de pulsações não-radiais das estrelas). O país participa no CoRoT através 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 C, T & 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 mesma 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 idéias 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 de 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, através 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 3 telescópios, e que apresenta os projetos de instrumentos mais performantes, pode ser atendida através de 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 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 viabilidade de o Brasil ser sócio do European Southern Observatory. 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 2 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.

O estado da ciência no Brasil: como dar um salto de qualidade?

Sérgio D.J. Pena (UFMG)

Resumo

A produção científica brasileira tem crescido e o país já é o 13º no ranking mundial. Apesar disso, ele é apenas o 24º no ranking de citações de artigos indexados. Parece, assim, haver um descompasso entre a “força científica brasileira” e o seu grau de “influência internacional”. Esse descompasso precisa ser eliminado através de medidas para melhorar a qualidade da Ciência produzida no país.

Identificamos alguns fatores que dificultam a pesquisa de alta qualidade no Brasil, a saber: pesquisa baseada na pós-graduação, ênfase cientométrica em números absolutos, ênfase em rápido retorno tecnológico da pesquisa, pulverização de recursos e demanda criacionista das agências de fomento

Muitos desses fatores sistêmicos não podem ser sumariamente eliminados, porque são ao mesmo tempo parte integral do ciclo virtuoso de desenvolvimento pelo qual a nossa ciência tem progredido. O problema é que o Brasil é um mosaico científico, composto por regiões onde a Ciência já está bem estabelecida e outras onde a mesma é incipiente. As necessidades de cada uma são diferentes.

Assim, uma modificação dos fatores que dificultam a realização da pesquisa de alta qualidade não poderá ser generalizada e sim flexibilizada de forma inteligente e seletiva, valorizando instituições de alta competência científica e grupos individuais de pesquisa de grande produtividade e elevado impacto internacional.

Introdução

O objetivo deste artigo é fazer uma reflexão sobre o estado das Ciências Básicas no Brasil e identificar medidas que possam alavancar o seu crescimento qualitativo.

Entendemos Ciências Básicas como a procura pelo **conhecimento do mundo natural** usando o método hipotético-dedutivo, com experimentação empírica. Não abordaremos as aplicações tecnológicas da Ciência, que têm muito mais a ver com o **controle do mundo natural** do que propriamente com a obtenção descompromissada de conhecimento.

Não há dúvida alguma de que a Ciência brasileira tem avançado de forma exponencial nos últimos anos. Isso se deve a um esforço coordenado por uma variedade de agências do Ministério da Ciência e Tecnologia e do Ministério da Educação, com apoio do Presidente Lula. Segundo Jorge Guimarães, Presidente da CAPES, a fórmula para fomentar esse desenvolvimento é um ciclo virtuoso envolvendo iniciação científica, pós-graduação, formação de grupos de pesquisa e cooperação internacional (CAPES, 2007).

Isso pode ser visto pela Figura 1 que mostra o gráfico de crescimento da produção científica brasileira em periódicos científicos indexados no período 1981-2007, em comparação com o resto do mundo.

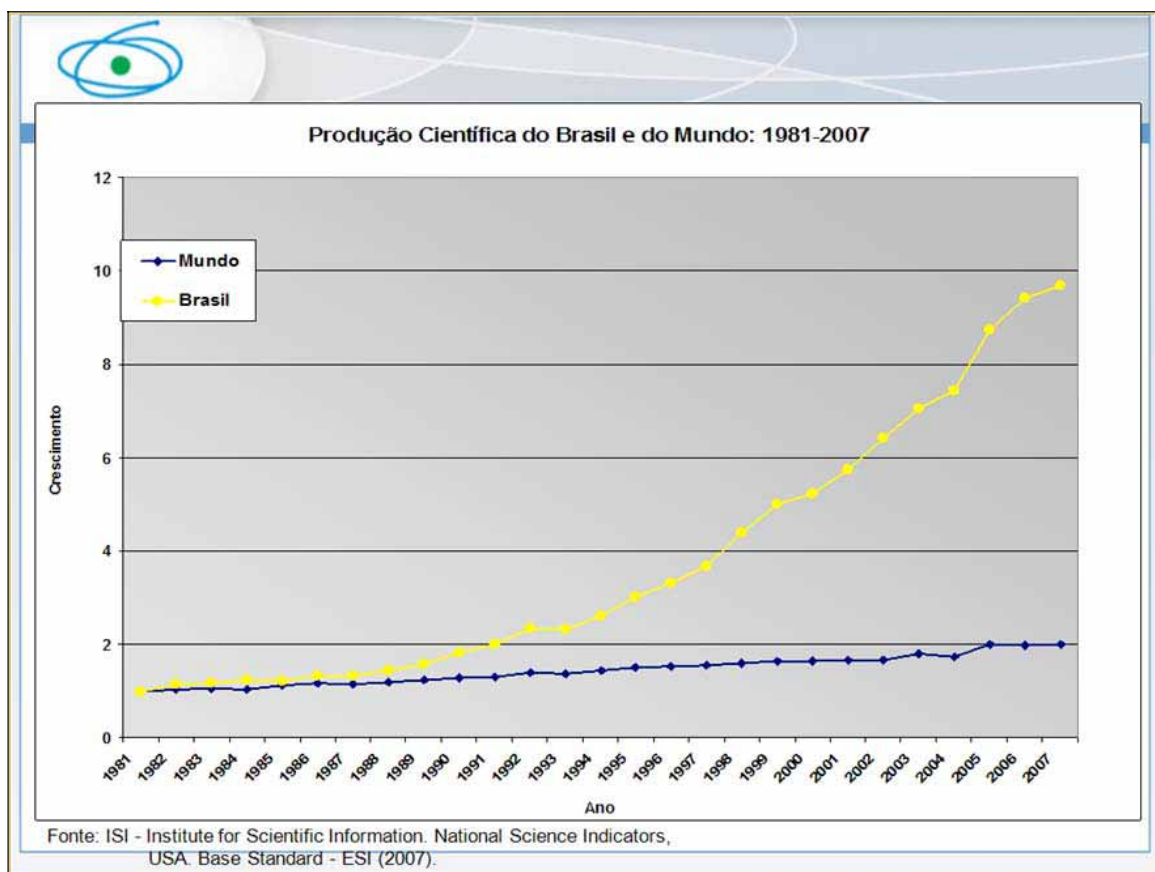


Figura 1 – Cortesia de Jorge Guimarães, Presidente da CAPES

De fato, o Brasil atingiu, em 2009, a 13ª posição no ranking de produção científica mundial (CAPES, 2009). Segundo o Ministro da Educação, Fernando Haddad, se o país mantiver o mesmo ritmo, em pouco tempo estará entre os dez maiores produtores de conhecimento científico do mundo.

A Figura 2 mostra que o Brasil tem a liderança absoluta em produção científica na América Latina, sendo também o país com o maior ritmo de crescimento na região.

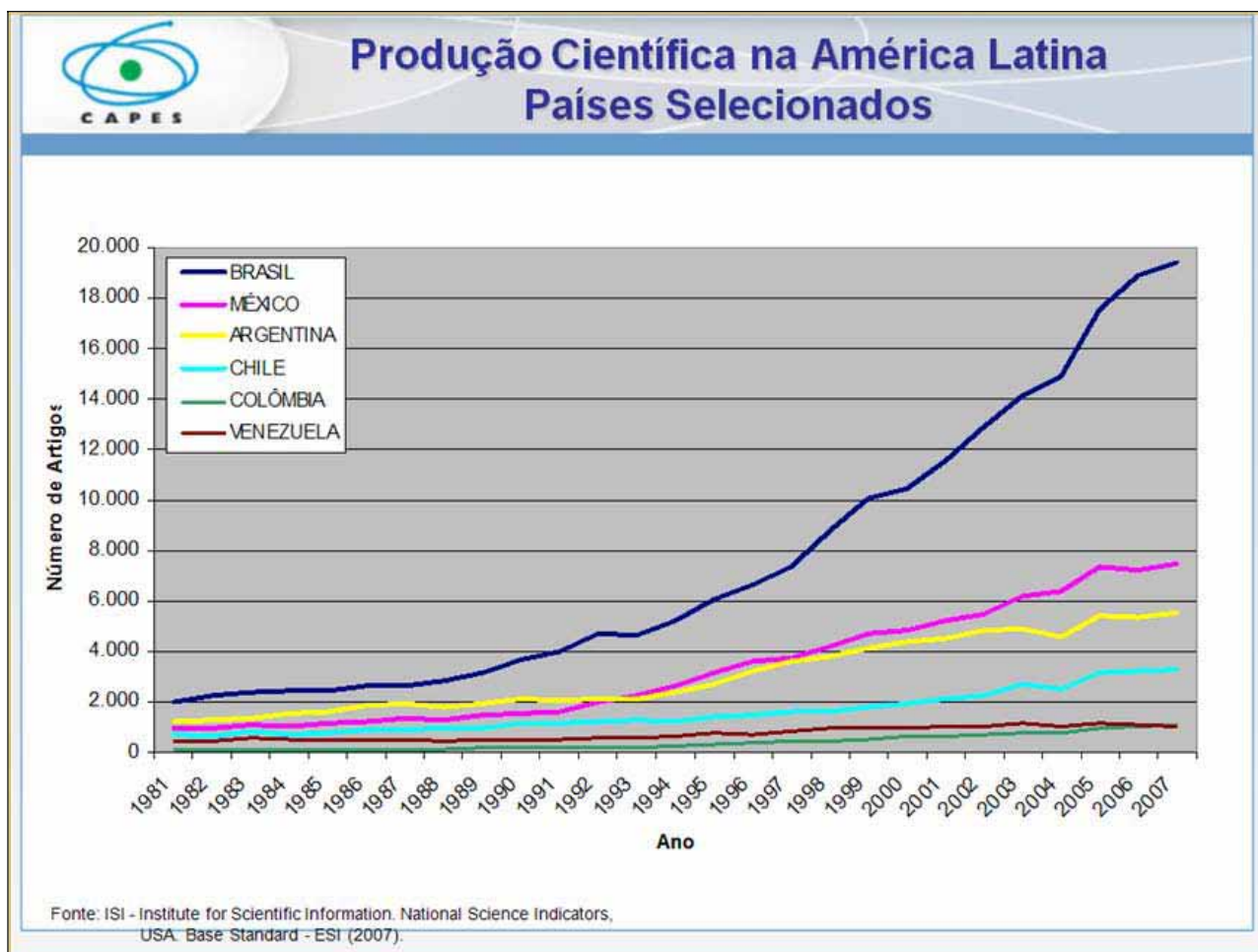


Figura 2 – Cortesia de Jorge Guimarães, Presidente da CAPES

Entretanto, quando examinamos o ranking de citações (Figura 3), verificamos que o Brasil ocupa um relativamente modesto 24º lugar.

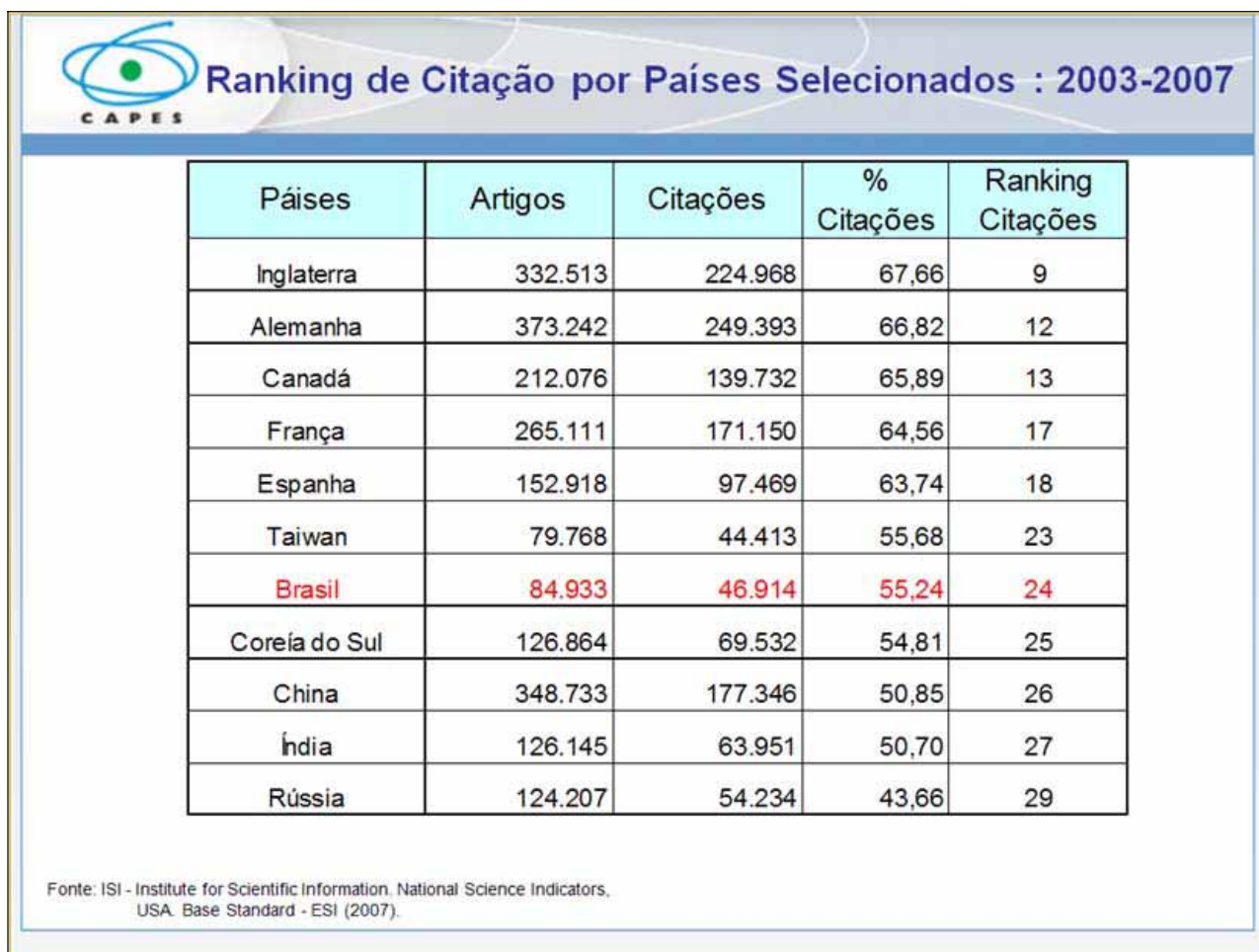


Figura 3 – Cortesia de Jorge Guimarães, Presidente da CAPES

Assim, parece existir um descompasso entre a produção científica bruta do Brasil, medida pelo número de publicações, e o grau de qualidade da ciência brasileira, medido pelo seu impacto na literatura científica indexada.

Em princípio, esse descompasso poderia ser atenuado, ou até mesmo eliminado, através da tomada de medidas específicas para permitir um salto de qualidade da Ciência feita no país e das publicações geradas. Um possível passo na direção correta seria a identificação de fatores que dificultam a prática de Ciência de alta qualidade.

Após reflexão sobre o tema, identificamos cinco principais fatores que dificultam a prática de Ciência de alta qualidade no Brasil, a saber:

- Pesquisa baseada na pós-graduação
- Ênfase cientométrica em números absolutos
- Ênfase em rápido retorno tecnológico da pesquisa
- Pulverização de recursos

- Demanda criacionista das agências de fomento

Vamos discutir esses cinco fatores isoladamente e examinar maneiras de contorná-los.

Pesquisa baseada na pós-graduação

A Figura 4 mostra que a produção científica brasileira tem crescido essencialmente na mesma proporção que o desenvolvimento da pós-graduação, medida pela titulação de doutores.

É experiência de todos que a pesquisa brasileira é basicamente feita por alunos de pós-graduação (mestrandos e doutorandos) e em alguns casos por alunos de iniciação científica. Por outro lado, sabemos que nos países que produzem Ciência de alta qualidade, como nos Estados Unidos, ela é principalmente baseada no trabalho de pós-doutores.

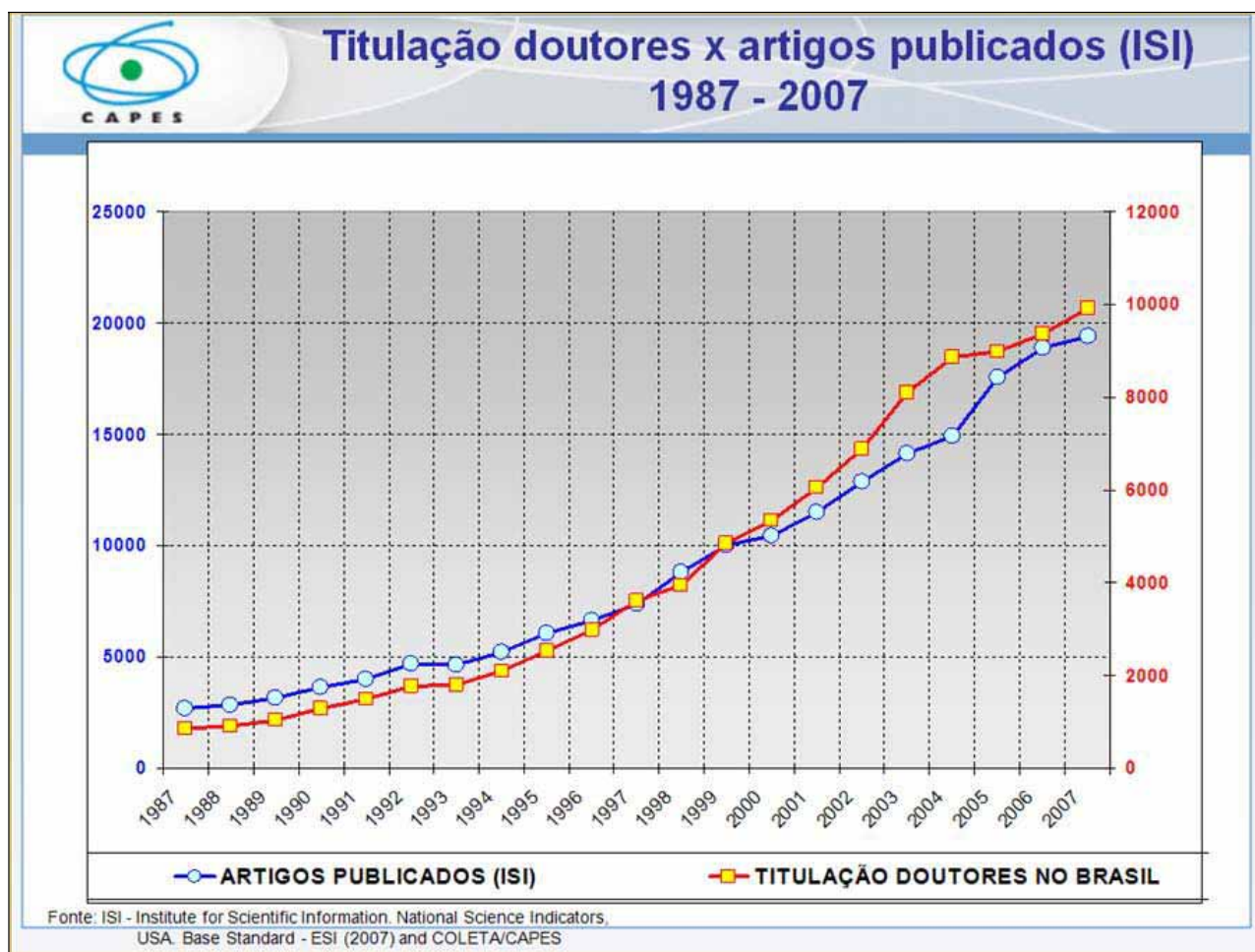


Figura 4 – Cortesia de Jorge Guimarães, Presidente da CAPES

Qual é a objeção a se basear a pesquisa no trabalho de dissertações e teses de alunos de pós-graduação? Em nossa visão, o problema principal é que os alunos de pós-graduação têm um prazo limitado para finalizar seus projetos, que conseqüentemente têm de ser forçosamente concebidos com baixo risco para garantir seu término dentro do prazo especificado pelos cursos de pós-graduação e agências de fomento. Embora exceções certamente ocorram, o produto que emerge é pesquisa de baixo grau de inovação.

Nos últimos anos tem havido um aumento considerável na oferta de bolsas de pós-doutorado no país, o que certamente é um passo na direção correta. Entretanto, observa-se uma indesejável tendência dos alunos de doutorado permanecerem no mesmo laboratório onde fizeram o doutorado, muitas vezes continuando o mesmo projeto de pesquisa.

Ênfase cientométrica em números absolutos e em rápido retorno tecnológico da pesquisa

A Figura 4 mostra dados da produção científica de países selecionados. O Brasil parece crescer em paralelo com Alemanha, Japão e Inglaterra. Por outro lado, a China demonstra um crescimento fenomenal em número de artigos publicados, estando atualmente entre os quatro primeiros no ranking mundial.

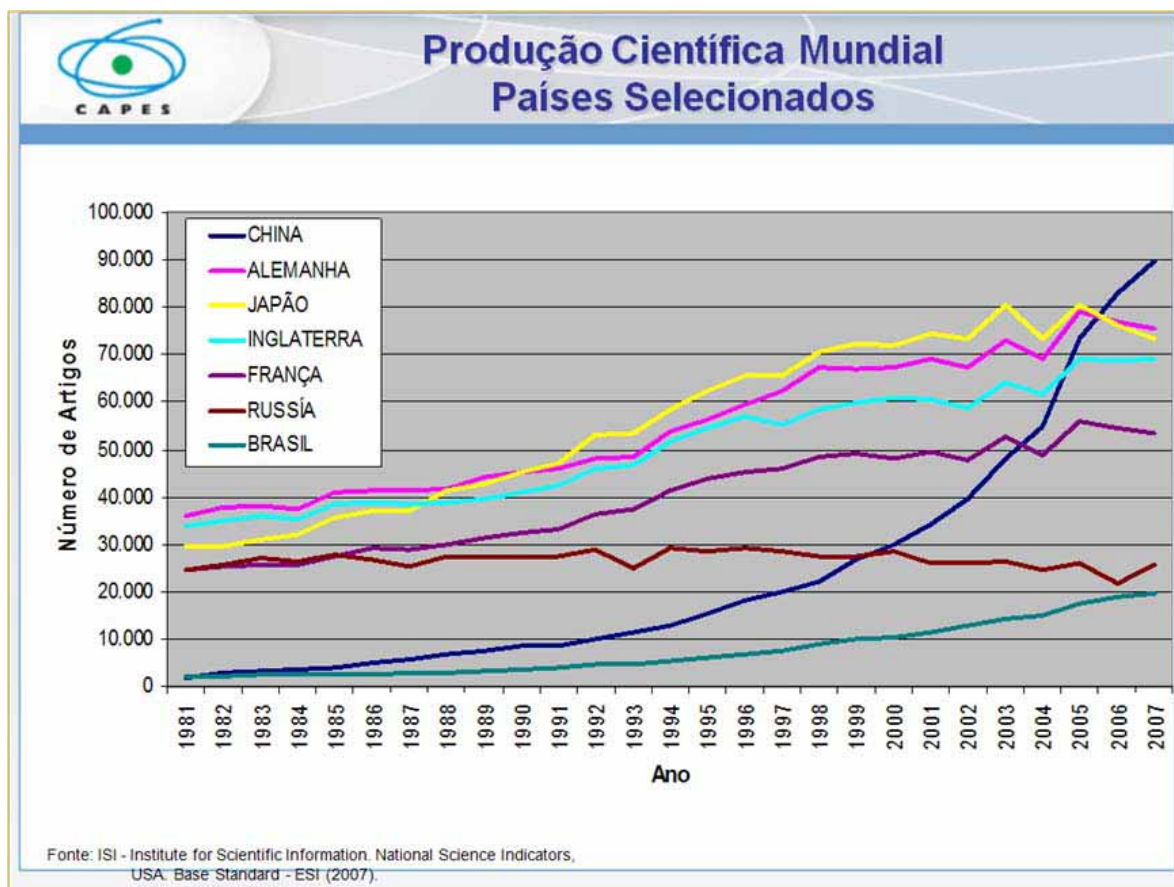


Figura 5 – Cortesia de Jorge Guimarães, Presidente da CAPES

Em março de 2010, o Instituto de Informação Científica e Técnica da China (*ISTIC*), que opera sob a égide do Ministério da Ciência e Tecnologia, publicou um relatório, uma avaliação da posição da China e do seu impacto no mundo científico. Segundo o relatório, a China ocupa o 4º lugar em força científica nacional, mas apenas 13º lugar em influência científica mundial (*Science News*, 2010).

A “força científica nacional” foi medida através de uma combinação de fatores que inclui itens tais como despesas com a educação pública na universidade, gastos em pesquisa e desenvolvimento (utilizando ambas as medidas brutas e despesa em percentagem do PIB) e também a produção científica com base no número de trabalhos publicados. Já a influência científica de cada país depende de três critérios: o número de prêmios científicos recebidos, o número de membros em sociedades científicas internacionais e a frequência de citações em revistas acadêmicas internacionais.

Assim, parece existir na China, similarmente ao Brasil, um descompasso entre a produção científica bruta e o grau de impacto de sua Ciência.

Recentemente o noticiário chinês *Global Times* publicou uma entrevista a Dra. Zhao Zhiyun, vice-diretora da *ISTIC* e investigadora principal do relatório sobre o desenvolvimento científico da China (*Science News*, 2010). Dado o paralelo entre a Ciência chinesa e a Ciência brasileira, algumas observações da Dra. Zhiyun são relevantes para nós:

- 1) Na China, a diferença de ranking entre a sua **força científica nacional e sua influência científica mundial** é atribuída a uma qualidade relativamente pobre de suas pesquisas científicas. Segundo a autora, a China ainda carece de investigação de alta qualidade, apesar de ter feito grandes investimentos científicos.
- 2) Vários fatores parecem contribuir para a baixa qualidade da Ciência chinesa. Em todos os institutos e universidades, a avaliação da pesquisa é feita principalmente pela quantidade. Os cientistas são valorizados pelo número de artigos que tenham publicado, independentemente da qualidade dos trabalhos ou do prestígio do periódico científico.
- 3) Adicionalmente, a política de Ciência da China tende a ser voltada para o pragmatismo e um desejo de retorno rápido.

Segundo a Dra. Zhiyun, a chave para o desenvolvimento é melhorar a capacidade de inovar. A China só conseguirá uma vantagem competitiva em Ciência através do desenvolvimento de trabalho original próprio, o que depende de ênfase em pesquisa científica básica. Assim, o país deve promover a exploração de horizontes científicos novos e incentivar a curiosidade pela Ciência Básica, ao invés de apenas manter o foco nas necessidades imediatas.

Em nossa opinião, também para o Brasil deve haver espaço para Ciência Básica descompromissada com a tecnologia – com espaço suficiente para respirar e poder inovar livremente.

Pulverização de recursos

O mapa da Figura 6 mostra os acessos ao Banco de dados da CAPES e parece refletir bem a concentração da maioria da Ciência brasileira em poucos estados.

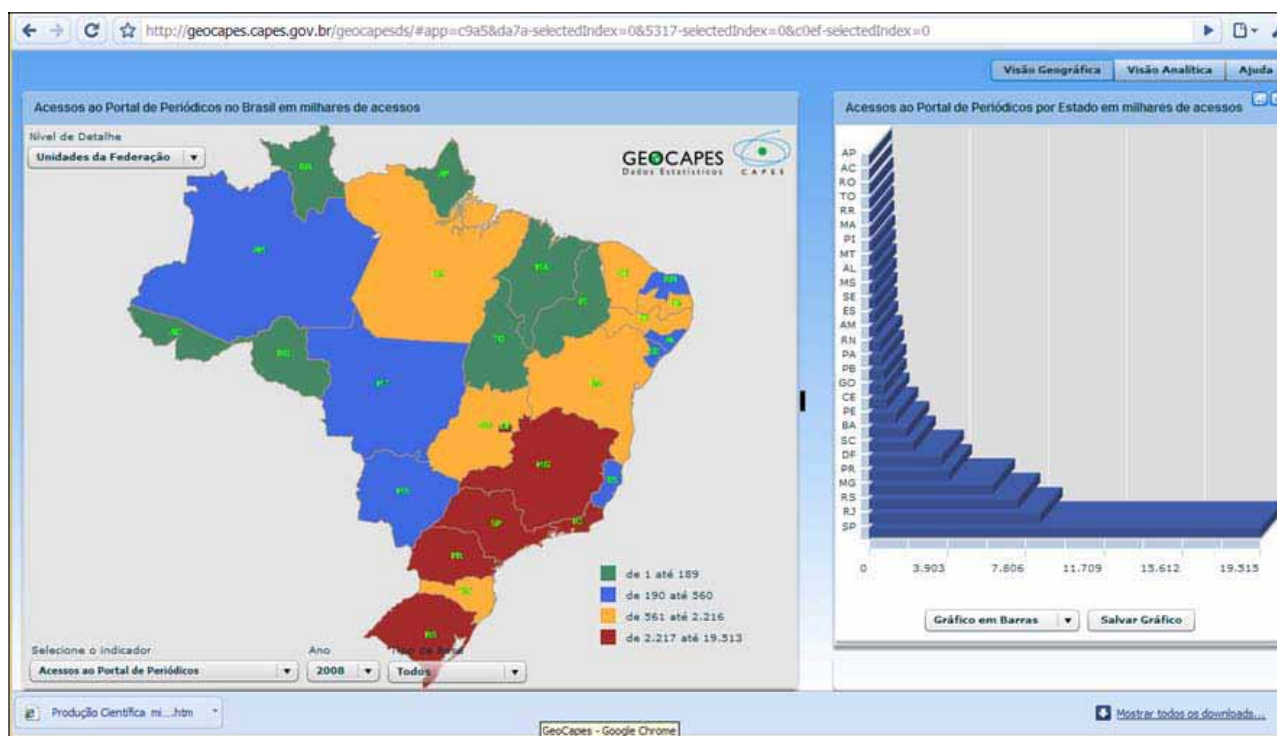


Figura 6 – Dados da CAPES (Geocapes) sobre acessos ao Portal de Periódicos em 2009. <http://geocapes.capes.gov.br/geocapesds/#app=7138&da7a-selectedIndex=0&5317-selectedIndex=0&c0ef-selectedIndex=0>

Tal concentração da produção de alto nível em poucos centros também é vista nos principais países produtores de conhecimento científico, incluindo os Estados Unidos. Como uma reação a ela, a ênfase de algumas agências de fomento brasileiras tem sido dirigir recursos principalmente para as regiões do país ou dos estados que têm menor nível científico. Por exemplo, editais recentes do CNPq têm incorporado a seguinte cláusula: “Parcela mínima de 30% (trinta por cento) dos recursos será, necessariamente, destinada a projetos coordenados por pesquisadores vinculados a instituições sediadas nas regiões Norte, Nordeste ou Centro-Oeste.”

A nossa visão é que se quisermos que a Ciência brasileira dê um salto de qualidade de forma a fazer pesquisa competitiva a nível internacional e ter produção científica de alto impacto, as agências devem aportar mais recursos exatamente para os centros de excelência já existentes, permitindo assim que eles atinjam massa crítica científica.

De certa forma, o incentivo à pesquisa em grandes consórcios, através de editais como o PRONEX, os Projetos do Milênio, e mais recentemente os Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCTs) visa exatamente fortalecer os grupos de excelência.

Entretanto, acreditamos que também é importante a criação de linhas de financiamento de pesquisa em montantes bem maiores do que o teto dos Editais Universais do CNPq (atualmente R\$ 150.000,00) e por prazos muito mais dilatados do que os dois anos atualmente concedidos para laboratórios isolados, mesmo os que já demonstraram tradição científica e capacidade para publicar com elevado impacto.

Demanda criacionista das agências de fomento

Finalmente, gostaríamos de levantar um ponto que pode parecer exótico à primeira vista, mas que em nossa opinião é de suma importância.

Como todos sabem, em 2009 celebramos 200 anos do nascimento de Charles Darwin (Figura 6) e 150 anos da publicação da *Origem das espécies*.

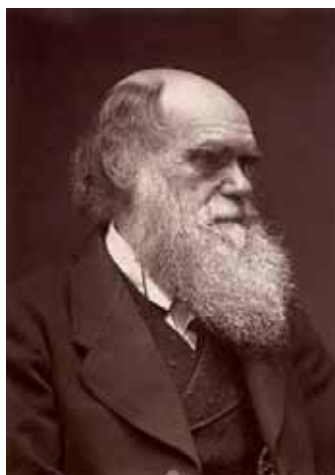


Figura 7 - Segundo Charles Darwin (1809-1882), existe um desenho aparente nos organismos vivos, mas a Seleção Natural é suficiente para explicar isto. Não é necessária a hipótese da existência de um desenhista. Fotografia feita por Elliott and Fry em 1874 e publicada por John Murdock. (Wikicommons).

A evolução por seleção natural, já em seu 150º aniversário, é hoje absolutamente incontestável. Não se trata mais de uma simples *teoria* da evolução, mas do **fato da evolução**. Dados paleontológicos, geológicos, fisiológicos e genômicos já forneceram ampla evidência da origem única da vida na Terra e de sua evolução para formar os milhões de espécies de animais e plantas que aqui habitam.

Pedindo emprestadas as palavras do filósofo grego Demócrito, podemos dizer que a evolução por seleção natural envolve ambos o acaso e a necessidade. O acaso aparece na aleatoriedade do processo mutacional de geração de diversidade. A necessidade se manifesta no processo de

reprodução diferencial dos indivíduos mais bem adaptados ao ambiente. A idéia revolucionária de Darwin foi que essas duas forças combinadas eram suficientes para explicar, de forma natural, a emergência e evolução das diversas formas de vida na Terra. Não havia necessidade de invocar a intervenção de nenhum ser divino ou sobrenatural – a natureza se bastava e não era necessário um desenhista!

Por outro lado, alguns fundamentalistas religiosos rejeitam a evolução e adotam o criacionismo, que em sua versão moderna é chamado de “desenho inteligente”. Na verdade, este argumento não tem nada de novo, pois foi originalmente proposto no século 19 pelo filósofo inglês William Paley (1743-1805).

A razão da aparente divagação acima sobre a seleção natural e o “desenho inteligente” é que frequentemente as agências de fomento insistem que projetos submetidos tenham claramente delineados seu início, meio e fim, com cronogramas rígidos e conclusões pré-definidas, de forma a serem facilmente perceptíveis por burocratas da ciência! Certamente essa exigência facilita o processo de avaliação, mas ela está longe de refletir a forma como a Ciência é feita na prática.

Como disse o astrônomo Neil deGrasse Tyson, “A Ciência é uma filosofia de descoberta. O desenho inteligente é uma filosofia de ignorância.” Assim, precisamos ter a liberdade de obter apoio das agências para projetos de pesquisa que irão evoluir por seleção natural.

A esse respeito, lembramos que a Ciência de alta qualidade é totalmente dependente de boas perguntas, em essência, de boas idéias. Quando perguntaram ao genial Linus Pauling (Figura 7), duas vezes laureado com o Prêmio Nobel, o que ele fazia para ter boas idéias, ele respondeu: “se você quer ter boas idéias, você deve ter muitas idéias. A maioria vai estar errada e o que você vai ter de aprender é qual delas jogar fora” (no original: *If you want to have good ideas you must have many ideas. Most of them will be wrong, and what you have to learn is which ones to throw away;* Pauling, 1962).



Figura 8 – Linus Pauling (1901-1994) em 1962. Ele propôs uma metodologia essencialmente darwiniana para ter boas idéias: “se você quer ter boas idéias, você deve ter muitas idéias. A maioria vai estar errada e o que você vai ter de aprender é qual delas jogar fora” (Wikicommons).

O processo descrito por Pauling é essencialmente darwiniano, sendo baseado em duas etapas: (1) Criação de diversidade (“tenha muitas idéias”) e (2) seleção (“aprender qual delas jogar fora”). Mas

como você vai aprender quais são as boas idéias e as más idéias? Só há uma maneira: através da experimentação!

Para alcançar esses objetivos é necessário conseguir recursos para experimentação sem saber *a priori* qual vai ser a boa idéia e qual é a má idéia que será descartada. Isso só será possível se as agências de fomento estiverem prontas a apoiar projetos que embutem o potencial para evoluir, apostando no pesquisador que já demonstrou no passado a sua capacidade de produzir resultados, ao invés de apoiar projetos que são artificialmente maquiados para parecerem “uma aposta garantida”.

Conclusões e recomendações

Recapitulando, a produção científica brasileira tem crescido admiravelmente e o país já é o 13º no ranking mundial. Apesar deste avanço, o Brasil é apenas o 24º colocado, quando o impacto de sua Ciência é medido por citações de seus artigos indexados. Parece haver um descompasso entre a “força científica brasileira” e o seu grau de “influência internacional”. Esse descompasso poderia ser eliminado através de medidas para melhorar a qualidade da Ciência feita no país.

Identificamos na estrutura da Ciência brasileira alguns fatores sistêmicos que dificultam a realização da pesquisa de alta qualidade, a saber: pesquisa baseada na pós-graduação, ênfase cientométrica em números absolutos, ênfase em rápido retorno tecnológico da pesquisa, pulverização de recursos e demanda criacionista das agências de fomento

Muitos desses fatores sistêmicos não podem ser eliminados, porque são também parte do ciclo virtuoso de desenvolvimento pelo qual a nossa ciência tem progredido. Estamos em fase de amadurecimento, análogo ao desenvolvimento psicológico das crianças. Comportamentos que foram adequados durante a infância devem forçosamente ser modificados na adolescência e vida adulta. Da mesma forma, algumas políticas de Ciência que foram virtuosas no passado precisam ser agora modificadas, pelo menos para as áreas do Brasil onde a Ciência já está madura.

Um fator que complica o estabelecimento de políticas é que o Brasil é um mosaico científico, composto por regiões onde a Ciência já está bem estabelecida e outras onde a mesma é incipiente. Assim, a modificação dos fatores sistêmicos que dificultam a realização da pesquisa de alta qualidade não pode ser generalizada, mas sim tem de ser flexibilizada de forma inteligente e seletiva, valorizando instituições de alta competência científica e grupos individuais de pesquisa que já possuem grande produtividade e elevado impacto internacional.

Referências

CAPES (2007) Câmara Municipal de São Carlos entrega título a presidente da Capes 31/10/2007. <http://www.capes.gov.br/servicos/sala-de-imprensa/36-noticias/1950>. Acesso 15/04/2010

CAPES (2009) Produção Científica: ministro prevê inclusão do Brasil entre os dez maiores do planeta – 06/05/2009. <http://www.capes.gov.br/servicos/sala-de-imprensa/36-noticias/2654-ministro-preve-inclusao-do-brasil-entre-os-dez-maiores-do-planeta>. Acesso 15/04/2010

Global Times (2010) Poor quality scientific research fetters China's strength – 08/03/2010. <http://opinion.globaltimes.cn/commentary/2010-03/510838.html>

Pauling L. (1952) http://www.iwise.com/Linus_Pauling

Tyson NG (2005) The Perimeter of Ignorance. Natural History. <http://www.naturalhistorymag.com/universe/211420/the-perimeter-of-ignorance>

Legendas das Figuras

Figura 1 – Cortesia de Jorge Guimarães, Presidente da CAPES

Figura 2 – Cortesia de Jorge Guimarães, Presidente da CAPES

Figura 3 – Cortesia de Jorge Guimarães, Presidente da CAPES

Figura 4 – Cortesia de Jorge Guimarães, Presidente da CAPES

Figura 5 – Cortesia de Jorge Guimarães, Presidente da CAPES

Figura 6 – Dados da CAPES (Geocapes) sobre acessos ao Portal de Periódicos em 2009. <http://geocapes.capes.gov.br/geocapesds/#app=7138&da7a-selectedIndex=0&5317-selectedIndex=0&c0ef-selectedIndex=0>

Figura 7 - Segundo Charles Darwin (1809-1882), existe um desenho aparente nos organismos vivos, mas a Seleção Natural é suficiente para explicar isto. Não é necessária a hipótese da existência de um desenhista. Fotografia feita por Elliott and Fry em 1874 e publicada por John Murdock. (Wikicommons).

Figura 8 – Linus Pauling (1901-1994) em 1962. Ele propôs uma metodologia essencialmente darwiniana para ter boas idéias: “se você quer ter boas idéias, você deve ter muitas idéias. A maioria vai estar errada e o que você vai ter de aprender é qual delas jogar fora” (Wikicommons).

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

José Geraldo Eugênio de França (EMBRAPA)

Ederlon Oliveira (EMBRAPA)

Maria José Sampaio (EMBRAPA)

Resumo

A agricultura brasileira constitui-se em um dos pilares de sua economia atual e futura. O país é um dos principais atores no comércio mundial de alimentos, matérias primas e biocombustíveis e se prepara para ser o principal produtor destes gêneros. Para tanto, alguns desafios estão postos à frente, a exemplo das mudanças climáticas e do aquecimento global, com forte impacto sobre os biomas nacionais, associados a forma pela qual o país avalia o uso de seus recursos naturais, destacando-se a terra e os recursos hídricos. Em ambas as situações o setor agrícola requererá conhecimentos mais refinados e profundos que permitam a continuidade dos ganhos de produtividade, com práticas que consolidem a agricultura nacional como a mais sustentável em todo o planeta.

Vale ser destacado, o fato de que a agricultura tropical é algo recente e que, apesar do conceito do mundo tropical ter sido incluso na cultura nacional desde os anos 30 do século passado, por Gilberto Freyre, somente a partir dos anos 70, ou a cerca de 40 anos, a agricultura brasileira diversificou-se como opção para produção de alimentos, biocombustíveis e matérias primas, tornando o país um dos principais atores para a segurança alimentar mundial.

É neste sentido que sugere-se que do ponto de vista científico uma atenção especial seja dada a um conjunto de ciências em dois grupos distintos: ciências exatas, incluindo-se as engenharias; e as ciências biológicas e afins. Sem um esforço especial nestes temas não há como o país continuar como um dos líderes e passar a uma etapa posterior de agregação de valor à produção agrícola e à sua biodiversidade.

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 o 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 segundo lugares 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 70, época em que a ameaça do desabastecimento era frequente e, normalmente, o país dependia da produção externa para suprir suas necessidades; Para, através dos aumentos de produtividade, tornar-se uma das nações mais importantes no plano agrícola mundial, seja na produção de alimentos, biocombustíveis e matérias primas.

Apesar deste 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, através 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 através da 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 a 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, fazendo com que a demanda por tecnologias sustentáveis possam 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 destes dados, há de se convir que o primeiro grupo, que representa a agricultura comercial, independente 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 dos 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 através do investimento em pesquisa e desenvolvimento tendo-se como prioridade, os princípios que levem à inovação tecnológica e ao desenvolvimento sustentável.

Desafios e Oportunidades

Considerando-se a situação atual e, mesmo encarando-se 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, Groenlândia, Rússia e 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.

Dentre as grandes potências produtoras, os Estados Unidos ainda tem espaço para crescer sua produção em 10 a 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 são convertidas em áreas industriais ou usadas 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.

O demais países da América Latina, podem se constituir em produtores/exportadores, uma vez que em sua grande 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 agricultura 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 a importância que o Governo Brasileiro tem dado à 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 Montpellier, na França, através de acordo com a Agropolis.

Adicionalmente, a Embrapa conta ainda com pesquisadores seniors no Reino Unido e na Bélgica, sob a coordenação do Labex Europa; na Ásia, com a recente instalação do Labex Coreia, em Swon, associado a 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 a infraestrutura, disponibilizados pela JICA foram fundamentais na revolução agrícola propiciada por tecnologias geradas pela pesquisa agrícola, para utilização nos Cerrados brasileiros.

O Programa Labex tem como fundamentos o aprendizado, a pesquisa colaborativa e a prospecção de conhecimentos. Além desta iniciativa, a Embrapa instalou uma série de Escritórios na África, em Acra, Gana, na Venezuela, em Caracas 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 do 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, preservação 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 rigor das mesmas, não passam de falácias que precisam ser convenientemente discutidas.

Em alguns momentos, tem se chegado ao exagero de se 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 visto, o amálgama de visões, interesses e limitações graves de gestão por parte de instituições que teriam como obrigação cuidar da proteção e 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.

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, com o é o caso das engenharias constituem-se elemento fundamental ao componente físico da produção, sem o qual os ganhos auferidos pela pesquisa biológica não será possível. 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 ciência biológicas. É neste sentido que, no âmbito da Conferência, destaca-se a necessidade pelo apoio e acompanhamento de profissões que, 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 a Agronomia, a Medicina Veterinária, a Zootecnia, a Nutrição, a Tecnologia de Alimentos.

No que se refere à Agricultura, uma condição indispensável é de que, os programas, e projetos de ensino, pesquisa e inovação visem o 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.

Referências

Alves, E. Ganhar tempo é possível?. Mimeo. 17 p. 2010.

Pesquisa interdisciplinar no contexto de parcerias internacionais de C&T para o conhecimento dos ecossistemas amazônicos

Peter Mann de Toledo (INPE)

Ima Célia Guimarães Vieira (Museu Paraense Emílio Goeldi/MCT)

Resumo

A Amazônia tem sido alvo de grande interesse pela comunidade científica nacional e internacional. O conhecimento produzido desde os primeiros anos do descobrimento das Américas até os tempos atuais têm constituído num volume de dados importantes para acompanhar os processos históricos de transformação e de monitorar sua dinâmica de ocupação do território. Ainda existem grandes lacunas de informação, principalmente no entendimento dos processos de geração e manutenção da rica biodiversidade, assim como o potencial de capital natural que subsidie programas de desenvolvimento regional. Este trabalho apresenta uma contribuição voltada à construção de um programa de censo da biodiversidade como um dos eixos de informação estratégicos para as políticas públicas da Amazônia brasileira em seus distintos ecossistemas e territórios. Os novos esforços voltados à produção de conhecimentos científicos sobre a Amazônia apoiados por programas oficiais devem ter uma preocupação com temas multidisciplinares, especialmente aqueles ligados à solução e produção de cenários sobre a dinâmica de desenvolvimento da região.

1. Introdução

No contexto internacional atual, a Amazônia é considerada estratégica devido a sua influência no clima planetário, seu grande volume hídrico e sua condição de possuir a maior biodiversidade do planeta (Buckeridge, 2008; Fearnside, 2008). No contexto nacional, estes parâmetros naturalmente a transformam na região de maior potencial ainda a ser explorada do país quanto ao capital natural (BNDES, 2010). A Amazônia representa mais de 60% da área brasileira, contém um reservatório aquífero de singularidade planetária, recursos minerais em grande quantidade e uma diversidade étnica e social caracterizada por um intenso dinamismo no processo de ocupação e distribuição territorial. Essas características, isoladamente, já seriam suficientes para colocar a região sob um enfoque diferenciado; unidas, elas transformam o planejamento das estratégias desenvolvimentistas para região num desafio de proporções continentais. Dar conseqüência responsável à idéia de desenvolvimento sustentado com uma maior preocupação com questões de impactos ambientais irreversíveis na Amazônia é uma tarefa complexa, mas que necessariamente precisa envolver as instituições regionais de C&T e manter um forte intercâmbio com instituições das outras regiões do Brasil e do mundo.

Por outro lado, o desafio de organizar na Amazônia um modelo de desenvolvimento capaz de representar uma alternativa real para as trajetórias hoje disponíveis no capitalismo mundial passa

necessariamente por uma contribuição mais efetiva e ousada da Ciência e da Tecnologia. A Amazônia, dados o grau de preservação ambiental, a rica diversidade sociocultural e a necessidade de manejar e usar os recursos naturais disponíveis de forma mais equilibrada e responsável, possui as condições necessárias para construir uma alternativa efetiva, inovadora e viável para o desenvolvimento. Ampliar as discussões e estudos diante do paradigma de Ciência da Sustentabilidade, de cunho eminentemente multi- e interdisciplinar, é uma ação a ser adotada no sistema de C&T no Brasil. A floresta tropical amazônica engloba diversas abordagens da realidade não podendo ser encerrada dentro de um método unidimensional das ciências. Além disso, a busca de novos cenários baseados em campos científicos robustos faz parte de uma ação estratégica de gestão (Joels & Câmara, 2001).

Durante muitos anos a cooperação científica internacional na Amazônia ficou restrita às iniciativas de grupos de pesquisadores isolados e de interesses acadêmicos restritos. Fortalecer a base técnico-científica regional em suas múltiplas dimensões e diferentes formatos de parceria (Silva, 2007), intensificar os fluxos de troca de conhecimentos com outros países e demais regiões brasileiras e aproximar as contribuições da pesquisa aos requerimentos da base produtiva regional, constituem oportunidades de construção de eixos de uma estratégia de desenvolvimento coerente para a Região (CGEE, 2009).

Nesse artigo serão discutidos alguns aspectos de destaque sobre a cooperação científica na Amazônia, ressaltando a importância de alguns projetos de caráter internacional que têm contribuído para o conhecimento da região e de suas transformações ambientais e apresenta-se uma proposta inovadora de um Programa de Levantamento da Biodiversidade por meio de uma ação de expedições científicas, associado a um componente de cooperação internacional.

2. Sinopse das tendências de Cooperação Científica e a Agenda Ambiental da Amazônia

Nos últimos vinte anos, a contribuição do conhecimento científico para o desenvolvimento regional vem-se tornando um objeto cada vez mais importante do debate sobre as políticas públicas na Amazônia. No entanto, a geração de conhecimentos gerados não apresenta linearidade e muito menos homogeneidade (Weigel, 2001), em particular quando aplicada à descoberta em ambientes de difícil acessibilidade a exemplo da hiléia amazônica. Nota-se claramente que, os problemas relacionados à organização e ao funcionamento de um sistema regional de C&T mobilizam, hoje em dia, interesses e expectativas muito além da esfera acadêmica.

A situação atual contrasta temporalmente com a posição marginal que, até meados dos anos 80, era reservada a C&T na definição dos rumos do desenvolvimento. Essa mudança da forma de perceber o papel da ciência pela sociedade está relacionada com a emergência de um novo modelo de desenvolvimento, o «modelo sócio-ambiental». Reconhecendo o momento da necessidade que a preservação ambiental adquire para o conjunto das sociedades humanas, o «modelo sócio-ambiental» prega o uso racional dos recursos naturais como forma de melhorar a qualidade de vida dos habitantes regionais. Muito embora deva se notar que a diversidade de atores sociais gerou marcados conflitos de interesse no campo, principalmente ligados ao ordenamento territorial, que ainda se mostra um grande desafio para a sociedade (Kohlepp, 2004)

Os avanços no conhecimento científico sobre os sistemas amazônicos, e a consciência de sua importância para os equilíbrios planetários, contribuíram de forma decisiva para contestar as bases

do modelo predatório de desenvolvimento da região amazônica. Aqui o PPG7 teve uma importância fundamental como um projeto de conscientização na construção de agendas ambientais para a região. Pode-se sublinhar que, uma das mais fortes agendas ambientais para a Amazônia foi pautada pelo PPG7 (Alves, 2007). A partir dele, os Programas de Pesquisa Dirigida em C&T foram estabelecidos, fomentando as atuais bases da cooperação internacional adotadas pelo CNPq e MCT para a região.

Durante as diferentes fases de interesses científicos sobre a região, as motivações dos ciclos de conhecimento científico na Amazônia foram principalmente relacionadas a:

- 1) Conhecimento da natureza
- 2) Dominação do uso da diversidade das espécies
- 3) Visão do espaço geográfico como fronteira de expansão do território agrícola
- 4) Conservação da natureza
- 5) Entendimento dos padrões climáticos regionais e impactos globais da hielia

Tais motivações foram se tornando cumulativas ao longo do tempo, e hoje pode se observar uma tendência de aglutinação dessas temáticas em projetos com foco interdisciplinar e de abrangência territorial específica (em alguns casos, restritas apenas a determinados inter-flúvios, ou métodos de trajetórias rurais). Da mesma forma, observa-se uma maior integração interinstitucional. O arcabouço multidisciplinar, voltado a um enfoque trans-disciplinar é um ponto digno de nota como uma atividade cada vez mais crescente nos projetos de pesquisa científica em desenvolvimento na região.

A Bacia Amazônica, ao longo da história ocidental, sempre se mostrou como um espaço geográfico de interesse científico internacional. Dentre as principais incursões internacionais na região destacam-se:

1) Expedições científicas na Amazônia Brasileira: de Pinzón (1500) a Bates (1848)

O ambiente natural da floresta tropical na América do Sul foi um ponto especial de interesse de naturalistas que buscavam, junto com expedições de reconhecimento territorial, conhecer a grande diversidade biológica em associação com as populações locais. Registros dessas incursões foram extensamente documentados e serviram como base de estabelecimento dos primeiros documentos sobre o conhecimento natural da região, servindo ainda hoje como ponto de referência da análise da transformação da paisagem através dos últimos quatrocentos anos.

2) Da Sociedade Philomática do Museu Paraense (1866) às origens do Museu Goeldi

O Museu Paraense de História Natural e Etnografia teve origem a partir da fundação da Sociedade Filomática, criada em 6 de outubro de 1866, que tinha entre seus objetivos a criação de um museu e de uma biblioteca. O idealizador do Museu Paraense, e quem desenvolveu todos os esforços para que a instituição se concretizasse, foi Domingos Soares Ferreira Penna, naturalista que defendia a idéia de que o estabelecimento deveria ser criado com o apoio da iniciativa privada e sem apoio governamental. Todavia, o governo acabou por financiar o Museu (FIOCRUZ, 2009).

Em 25 de março de 1871, o Museu Paraense foi instalado oficialmente pelo Governo do Estado, sendo Domingos Soares Ferreira Penna designado seu primeiro diretor. A produção científica nesse período se resumiu a praticamente aos próprios trabalhos de Ferreira Penna, sobre geografia,

arqueologia entre outros assuntos correlatos. Com a morte do eminente naturalista, nos primeiros dias de 1889, o Museu foi fechado. Apesar do esforço do Governo do Estado, o Museu não conseguia se desenvolver devido, principalmente, à falta de pessoal habilitado e de uma direção científica. Em 1893, o governador Lauro Sodré mandou vir do Rio de Janeiro o naturalista suíço, Emílio Goeldi, demitido do Museu Nacional por questões políticas, após a Proclamação da República. O zoólogo assumiu a direção do Museu com irrestrito apoio do governo, com a missão de transformá-lo num grande centro de pesquisa sobre a região amazônica. Sua estrutura foi modificada para enquadrá-lo nas estruturas tradicionais de museus de história natural, e foi contratada uma produtiva equipe de cientistas e técnicos (Crispino et. al, 2005)

3) O Instituto Internacional da Hiléia e o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA

Na década de 1940, a cogitação de se implantar um Centro de pesquisa na Amazônia de caráter Global, era um ponto a ser alcançado pela Unesco. Esse centro de Pesquisa englobaria seus países fronteiriços, além da Inglaterra e França, devido às suas possessões coloniais, junto com EUA e Itália que *a priori* participaria com a ajuda financeira e tecnológica. Foi fundado assim, o Instituto Internacional da Hiléia Amazônica - o IIHA. Devido à manifestação contrária brasileira, por estar a Amazônia em 80% em território nacional, o projeto não teve consecução.

O amplo debate em torno da criação do Instituto da Hiléia colocou o tema da Amazônia em destaque. Com a criação do Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), em 1951, veio a proposta de criação do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), que teria por “finalidade o estudo da geologia, da flora, da fauna, da antropologia e dos demais recursos naturais e das condições de vida da região amazônica, tendo em vista o bem-estar humano e os reclamos da cultura, da economia e da segurança nacional”. Embora tivesse preocupação com a soberania nacional, o INPA, criado em 1952, se espelhou, em grande parte, na proposta do IIHA e contou em sua gestação com a participação de diversos personagens envolvidos no projeto anterior (Maio, 2005).

Assim, pode-se dizer que os projetos do IIHA e do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) guardam semelhanças quanto às respectivas agendas de pesquisa e o interesse global sobre a região amazônica passou para o controle político do Estado brasileiro e pelos anseios da comunidade científica local (Maio, 2005).

4) Projeto Flora Amazônica

O Projeto Flora Amazônica foi responsável pela maior contribuição ao conhecimento da Flora Amazônica até hoje. Foram mais de 35 expedições botânicas realizadas entre os anos de 1977 a 1987 na totalidade da parte brasileira da Bacia Amazônica, que envolveu mais que 70 botânicos brasileiros e estrangeiros. Foram coletadas quase 50.000 amostras de plantas, hoje depositadas nos acervos do INPA e Museu Goeldi, além de outros herbários no Brasil e no exterior. Os responsáveis pelo projeto, pelo lado brasileiro foram o INPA e o Museu Goeldi, com financiamento do CNPq, e no exterior pelo Jardim Botânico de Nova Iorque, financiado pelo National Science Foundation – NSF. Este projeto serviu para aumentar consideravelmente as coleções de plantas superiores e foi responsável pela criação e fortalecimento de novos acervos de plantas inferiores e fungos dos herbários regionais, enriquecendo-lhe qualitativamente e quantitativamente essas coleções.

5) Projetos temáticos de viés ambiental e social

Nas últimas décadas vem crescendo o interesse em conhecer os processos ecológicos por intermédio da comunidade científica internacional, em especial pela pressão exercida pelo desmatamento e perda de paisagens naturais na Amazônia. O interesse internacional em conhecer a biodiversidade fez com que órgãos de fomento no exterior aplicassem recursos para pesquisa científica via acordos bilaterais com o Brasil, ou unilaterais. O padrão observado é de formação de redes de instituições onde resultados são divulgados via banco de dados e com foco em revistas científicas de alto impacto. Este padrão pode ser observado no recente estudo apresentado por Nunes et al (2008).

Muito embora grandes avanços tenham sido observados nas diversas formas de parcerias internacionais estabelecidas na região, alguns pontos frágeis ainda estão presentes. No intuito de elencar os problemas que têm permeado os projetos de cooperação internacional que utilizam a Amazônia brasileira como laboratórios naturais estratégicos, principalmente aqueles que afetam as instituições de pesquisas regionais, observam-se:

- 1) Relações assimétricas na definição de agenda, com disparidade de investimento de recursos e conflitos de coordenação;
- 2) Ações de regulamentação MCT-CNPq que precisam ser mais focadas nas avaliações de Programas, que ainda carecem de sistematização e acompanhamento para servir como balizador de novas ações de C&T na região;
- 3) Desigualdade na formação de recursos humanos nos temas de interesse das instituições brasileiras que necessita ser mais bem elaborada e ser definida como pré-requisito de investimentos dos projetos;
- 4) Desequilíbrio na produção científica entre as partes cooperantes mostra uma tendência em pró das instituições estrangeiras, assim como publicações em veículos com maior índice de impacto.
- 5) Padrões de descontinuidade que se constituem como pontos importantes na consolidação de grupos emergentes em instituições que ainda passam por um processo de sedimentação quanto à atuação acadêmica.

3. As Amazônias

Segundo Bertha Becker (2001 e 2004), a política preservacionista então estabelecida em contraposição ao desenvolvimento a qualquer custo, concretamente, resultou em três grandes inovações: a) formação de extensas reservas de capital natural através da ampliação das Áreas Protegidas; b) a presença de um novo ator na região, a cooperação internacional, envolvendo ajuda financeira e técnica através de múltiplos atores – organizações não governamentais (ONGs), bancos, agências de desenvolvimento, organizações religiosas; c) atenção especial de grupos sociais excluídos, através da implantação de novos modelos de uso do território, como as Reservas Extrativistas (Resex) e os Projetos Demonstrativos para produção agrosilvicultural.

A eminente pesquisadora tem estudado e proposto uma caracterização da regionalização da Amazônia. Segundo ela, pode-se identificar pelo menos três amazônias distintas. A primeira é a Região de povoamento consolidado formada por grandes extensões de Cerrado do Mato Grosso, Tocantins e Maranhão e as áreas desmatadas do Sudeste do Pará, que por ter sido a grande expansão

da fronteira agropecuária, passou recentemente a ser denominada de Arco do Fogo ou do Desmatamento, ou ainda das terras degradadas. A segunda Região é a da Amazônia Central, cortada pelas novas estradas oficialmente previstas nos planos plurianuais do Governo Federal, os PPA e “espontâneas”, estendendo-se do centro do Pará ao extremo Norte de Mato-Grosso à estrada Porto Velho-Manaus. Nesta região há grande proporção de áreas florestais, terras indígenas e virgens, extrativismo e produção agrícola familiar, o que a torna extremamente vulnerável à implantação dessas estradas e aos conflitos agrários, necessitando de ações políticas e conservacionistas urgentes geradoras de expansão ordenada.

A área mais preservada é a terceira, a Amazônia Ocidental, que corresponde basicamente aos Estados do Amazonas, do Acre e parte de Roraima. Este território agrupa vastas extensões de florestas, recursos minerais e expressivas várzeas formadas pelo Rio Solimões e seus afluentes que, permanecendo à margem das grandes rodovias implantadas no passado, ainda são comandados pelo ritmo da natureza. Uma grande riqueza é a diversidade social. Há forte presença de população indígena e cabocla. As forças armadas constituem um contingente expressivo na região também marcada pela vulnerabilidade das fronteiras políticas com a Colômbia, Peru e Bolívia, em função do narcotráfico e da lavagem de dinheiro. A fronteira com a Venezuela em Roraima, pelo contrário, se configura como uma possibilidade de integração continental marcada pela rodovia e pelo fornecimento da hidrelétrica de Guri.

Esta situação na região sugere que o desenho da política de cooperação interinstitucional na Amazônia deve ser hoje em dia definida como prioritária, ligando as diferentes agendas ambientais com forte viés de desenvolvimento regional. Nesse sentido, aponta-se que a floresta tropical deve ser estudada por diversas abordagens da realidade, desde os seus constituintes biológicos, passando pelos serviços ambientais, relacionando-os com os diferentes processos de uso e ocupação da floresta. Desta maneira, percebe-se que é fundamental entender o complexo ambiental para que se possa efetivamente planejar, com a menor margem de erros, as intervenções na natureza amazônica. Exemplos recentes sobre a falta de conhecimento científico adequado sobre a região são cada vez mais freqüentes como, por exemplo, a instalação de hidroelétricas e a definição de programas de energia de biomassa, que ocupam a pauta atual de discussões na sociedade, e mostra as contradições entre as agendas de desenvolvimento e ambiental. Além disso, outros pontos de conflito de interesses e tensões como o zoneamento de atividades agro-pastoris e recursos minerais com a busca de preservação de paisagens são considerados também de elevada importância para a reflexão de impactos e cenários futuros de sustentabilidade social e degradação ambiental.

O enfoque de ações públicas no território é uma estratégia essencialmente integradora de espaços, atores sociais, agentes, mercados e políticas públicas de intervenção. Especialmente em se tratando da Amazônia, faz-se necessário trabalhar a equidade, num entendimento da diversidade e na valorização da cultura local e na inclusão social. Conforme apontado por Alves (2007) é importante reconhecer as duas posições antagônicas entre o desenvolvimento e conservação na Amazônia, ambos com setores influentes com bases estabelecidas dentro e fora da região. As ações pró-conservação geralmente contam com suporte externo e as tensões desenvolvimentistas refletem visões tanto exógena como endógena.

Verifica-se, atualmente, o domínio de instrumentos para mapear o potencial de degradação do espaço, mas não se tem instrumentos para mapear a biodiversidade e assim construir argumentos para valorizar a floresta em pé. Hoje em dia, a velocidade de uma moto-serra é maior do que o tempo necessário para se descrever uma espécie nova para a Ciência. Observamos exemplos de devastação florestal conflitantes com uma racionalidade ambiental, dentre eles cita-se a região dos

castanhais no sudoeste paraense, onde, no período de 1984 a 1997, foram destruídos 70% da vegetação original. Tal situação não pode ser mais aceita sem uma análise e planejamento de uso do território e do potencial econômico natural a ser provido pela natureza a ser interferida.

Neste contexto, é prudente apontar que estudos das paisagens devem ser incorporados nas várias etapas de coleta de informações em campo, principalmente naqueles projetos interdisciplinares, pois a visão de transformação histórica de conversão, assim como análises de tolerância e resiliência a mudanças ambientais, tanto em escalas regional como global, fornecerão um corpo de informação voltado à interação entre o uso e a conservação dos espaços rurais.

4. Exemplos de Cooperação Internacional e seus Impactos no Avanço Científico da Amazônia na área de ecossistemas.

Há muitos exemplos de cooperação internacional na região amazônica. Para efeito de avaliar os impactos das cooperações estabelecidas na região, citam-se apenas alguns projetos de cooperação, que tem a ver com o conhecimento físico e biológico da floresta.

A necessidade de desenvolver estudos científicos para o entendimento do funcionamento regional e global da Amazônia motivou a criação do Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia (LBA). O LBA é considerado como um dos maiores e mais arrojados projetos internacionais e colaborativos do planeta. O LBA é um esforço de pesquisa internacional multidisciplinar para estudar e obter uma melhor compreensão de funcionamento do sistema amazônico como um todo. Uma série de experimentos de campo em hidrometeorologia, química atmosférica, ciclos biogeoquímicos e ecologia criou uma ambiente favorável para a formação de um grupo de pesquisadores brasileiros com conhecimento dos problemas científicos da Amazônia e, sobretudo, demonstrou a importância que recursos humanos qualificados tiveram no desenvolvimento dessas pesquisas.

Atualmente, três focos de pesquisa aglutinam as principais questões a serem abordadas na segunda fase do LBA: o ambiente amazônico em mudança (processos), a sustentabilidade dos serviços ambientais e os sistemas de produção terrestres e aquáticos (conseqüências) e a variabilidade climática e hidrológica e sua dinâmica: retro-alimentação, mitigação e adaptação (respostas). Esse projeto têm tido um efeito muito positivo para a região, a despeito de uma série de problemas na fase inicial de implementar as atividades. Hoje, a rede de pesquisa está bem consolidada e atua de forma integrada com as instituições regionais, nacionais e estrangeiras.

Outro projeto de destaque de grande porte é o 'Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais' – PDBFF - uma parceria bilateral entre o Instituto de Pesquisas na Amazônia e o Smithsonian Institution. Na década de 70 um importante debate científico sobre a aplicabilidade da teoria da biogeografia de ilhas para o planejamento de unidades de conservação procurava avaliar a importância da manutenção de uma reserva florestal grande ou de várias pequenas de igual tamanho. Neste contexto, surgiu o projeto por iniciativa de pesquisadores estrangeiros, que tem o objetivo de determinar as conseqüências ecológicas do desmatamento e da fragmentação florestas sobre a fauna e flora na Amazônia e transferir a informação gerada a diferentes setores da sociedade para favorecer a conservação e o uso racional dos recursos florestais. Desta forma, um grande número de pesquisas vem sendo desenvolvidas desde então, voltados para inventariar e monitorar a biodiversidade e suas respostas aos impactos provocados pela fragmentação. Passado um tempo de ajuste para solucionar e acomodar problemas de gestão e acompanhamento, o projeto foi totalmente

integrado na agenda do INPA e hoje serve como referência para várias Unidades de Conservação do Brasil.

Com a crescente necessidade de se desenvolver projetos com característica de entender os processos ecológicos de longa duração na Amazônia, levou ao estabelecimento de inúmeras redes de pesquisa na região. A comunidade científica se organizou numa tendência crescente de forte componente de cooperação internacional. Merecem destaque nesta análise três grandes redes de pesquisa que atuam na região – os projetos TEAM (Tropical Ecology, Assessment and Monitoring Initiative), RAINFOR (The Amazon Forest Inventory Network) e ATDN (Amazonian Tree Diversity Network). Tais projetos têm por objetivo realizar o monitoramento das florestas amazônicas e avaliar as transformações dos ecossistemas.

O Programa de Ecologia, Avaliação e Monitoramento de Florestas Tropicais (TEAM) foi criado pelo Centro para Ciência de Biodiversidade Aplicada (CABS) da Conservação Internacional (CI), com apoio da Fundação Gordon & Betty Moore, para suprir a necessidade de informações atuais e abrangentes sobre o estado da biodiversidade em ecossistemas de floresta tropical. A idéia original é a de que nos próximos dez anos, o TEAM estabeleça e coordene uma rede de 50 estações de campo em florestas tropicais. Com a criação de uma metodologia de pesquisa padronizada para monitorar a biodiversidade, o TEAM é capaz de estabelecer pesquisas de longo prazo em diversas localidades em áreas impactadas e não-impactadas, gerando dados relevantes em muitas áreas de pesquisa, tanto básica quanto aplicada. Cientistas, estudantes de pós-graduação, organismos governamentais e membros da comunidade se beneficiam das atividades de capacitação que as estações de campo promovem. As estações científicas de campo do TEAM estabelecidas na Amazônia brasileira situam-se na porção Oriental em Caxiuanã, PA, em parceria com o Museu Goeldi, e outra na região Central na Reserva Duke, em parceria com o INPA.

O RAINFOR é uma rede de inventários construída para estudar a biomassa e entender a dinâmica das florestas amazônicas. Esta rede internacional de cientistas, estabelecida em 2000, conta com mais de 100 ‘plots’ espalhados na bacia amazônica com um arcabouço metodológico de monitorar ambientes num longo prazo para entender o papel do ciclo de carbono e suas relações com clima e processos de manutenção da biodiversidade.

A ATDN é também uma rede virtual de pesquisadores em ecologia e sistemática vegetal que compartilham informações acerca diversidade de espécies de plantas arbóreas na ‘Pan-Amazônia’. O objetivo é o de entender os padrões de diversidade *Alpha* e *Beta* na região esperando que as informações sejam úteis para políticas de conservação. Eles trabalham com ‘plots’ de 1 hectare e hoje a rede contém mais de 750 áreas em diferentes parte da bacia amazônica. O objetivo é que a busca de relações entre clima e diversidade biológica tenham função preditiva.

A Amazônia brasileira tornou-se nos últimos 20 anos um laboratório onde foi testada grande parte das concepções propostas mundialmente para promover a sustentabilidade. As dinâmicas das experiências ‘sustentáveis’ são complexas e os impactos locais são enormes. Para abordá-las foram estabelecidos estudos multidisciplinares capazes de identificar os fatores chaves que explicam o sucesso ou fracasso dos projetos. Um projeto nessa linha que merece destaque na cooperação franco-brasileira é o DURAMAZ, que visa analisar os determinantes geográficos, demográficos e sócio-econômicos de várias experiências de desenvolvimento voltado à sustentabilidade na Amazônia brasileira, com a finalidade de elaborar uma síntese sobre atividades de produção no contexto da floresta tropical.

Outros grandes projetos de cooperação internacional estão sendo desenvolvidos na região mais recentemente e têm sido fundamental para o avanço do conhecimento que estuda diferentes

processos e escalas de uso da terra em diferentes porções da bacia amazônica. O INPE, ao entender o papel estratégico do monitoramento das florestas tropicais no mundo, criou recentemente um Centro Regional localizado na Amazônia, especificamente para treinar e capacitar outros países no domínio de tecnologias de sensoriamento remoto para acompanhar o processo de conversão de florestas.

Os maiores desafios para o estudo de novas espécies e padrões de distribuição geográfica encontram-se relacionadas às regiões que contém porções preservadas de floresta tropical úmida. Na Amazônia este tipo de ambiente é predominantemente de feição geomorfológica diversificada e geograficamente extensa, com áreas ainda de difícil acesso e complexas em termos de infraestrutura para pesquisas em campo. Um dos pontos mais característicos observados na cooperação científica é a construção de parcerias com organizações locais que auxiliam a minimizar tais problemas. Entretanto, o papel fundamental destas organizações regionais não se reflete numa ação de equidade enquanto protagonistas de liderança acadêmica acerca do novo conhecimento gerado. Poucas são aquelas instituições que ocupam posições de liderança acadêmica e que conseguem construir parcerias profícuas para a consolidação e manutenção de programas de pesquisa prioritários.

Como pano de fundo, as instituições brasileiras estão cada vez mais se engajando em programas de cooperação científica com outros países para estudar a Amazônia nos diversos campos da Ciência. Diante desse quadro, cabe organizar um banco de informações para que se possa retirar parte desse volume de conhecimento em prol de diagnósticos que subsidiem programas de desenvolvimento na região.

5. Ciência internacional no campo da biodiversidade

Um dos principais problemas da Amazônia é que ela está vulnerável às mudanças dos processos de transformação territorial por diferentes tipos de usos da terra e pelas ameaças por mudanças climáticas. Os impactos desta dinâmica de conversão florestal ainda não podem ser calculados com maior grau de precisão pela comunidade científica. O padrão de desflorestamento nas áreas não reservadas para conservação ou uso sustentável e a influência dos padrões climáticos na intensidade das estações de seca ainda precisam ser mais precisamente compreendidas. Todos estes pontos têm importante ligação com a ecologia e processos evolutivos atuantes no bioma amazônico.

O que se pode observar é a falta um grande projeto estratégico e estruturante na área de biodiversidade com liderança e iniciativa brasileira. Essa situação está em contraste com a capacidade da comunidade científica em produzir Ciência de reconhecido mérito internacional. Parte significativa da descoberta de novas espécies oriundas da região tropical conta com a participação de pesquisadores brasileiros ou utilizam coleções sob responsabilidade de instituições nacionais. Os atuais projetos de estudos da biodiversidade têm sido fomentados por órgãos oficiais, assim como os setores oficiais da política de biodiversidade tem se respaldado fortemente na comunidade científica para a realização de estudos prospectivos, diagnósticos e cenários da perda de biodiversidade com a gradual perda de habitats.

Cabe ressaltar que a dificuldade existente quanto à coleta de material para pesquisa científica sobre os elementos da biodiversidade tem afastado muitos colaboradores de fora do país. Mesmo diante do estabelecimento de diálogo e maior engajamento por parte de instituições científicas nas questões legais e de normatização, os maiores empecilhos ainda residem na definição dos papéis

dos diferentes organismos de governo, cujos limites de atuação e sobreposição de responsabilidades ainda não foram totalmente esclarecidos. Diante desse quadro, as atividades de campo e inventário se tornam fragilizadas perante as diferentes interpretações sobre as normas de acesso, colaboração institucional e guarda de material biológico.

Outro aspecto que deve ser ressaltado é a importância em se manter elementos da biodiversidade brasileira preservados em museus que acompanhem a dinâmica de conversão de paisagens naturais, ou até mesmo florestas secundárias, em territórios produtivos rurais e urbanos. Muitas dessas espécies representadas por exemplares conservados em coleções biológicas de instituições centenárias não podem mais ser capturadas, justamente pelo processo de extinção local e restrição de distribuição geográfica pelas quais foram impostas.

Conforme Rosado et al (2006) para aumentar o conhecimento sobre biodiversidade torna-se necessário incrementar significativamente o esforço de inventários taxonômicos com a conseqüente descoberta e descrição de espécies novas. O que se observa, no entanto, é uma carência de profissionais qualificados nos estudos da biodiversidade no país. Da mesma forma a infra-estrutura dedicada à taxonomia precisa ser ampliada significativamente, utilizando inclusive, a informática e a tecnologia de comunicações, de maneira a facilitar o trabalho científico e a disseminar os produtos taxonômicos a todos os usuários, inclusive ao público em geral.

Um dos pontos enfatizados pelos autores é que a ‘ciência da biodiversidade que seja mais preditiva e integradora. Para os fornecedores de bens e serviços ecológicos são necessários mecanismos contratuais fundamentados em desempenho e organizados em escala regional. É altamente desejável a incorporação de instrumentos econômicos para a conservação da biodiversidade em políticas públicas ambientais’. Neste contexto, a Amazônia desempenha um papel estratégico, uma vez que abriga grande parte das espécies ainda a serem descritas pela Ciência.

Adicionalmente alguns pontos colocados por Rosado et al (2006) merecem destaque como: ‘A descrição e análise da biodiversidade brasileira requerem uma abordagem internacional, o que implica a colaboração, cooperação em todos os níveis e ampla comunicação entre os atores, incluindo realizadores de políticas públicas, instituições, cientistas e comunidades locais. Somente assim uma ‘megaciência’ da biodiversidade poderá adquirir caráter preditivo e integrador.

A formulação de diretrizes de ações integradas deve necessariamente levar em consideração um conjunto de iniciativas que inclua:

- 1) Capacitação de recursos humanos em todos os níveis (apoio técnico, iniciação científica, pós-graduação, pós-doutorado) em número suficiente para enfrentar o desafio e garantia de recursos para o aproveitamento em caráter permanente dos profissionais formados aos quadros institucionais.
- 2) Alocação de recursos suficientes para execução de inventários segundo identificação prévia de áreas, regiões e grupos taxonômicos carentes de informação, respondendo a questões científicas identificadas pelos grupos de pesquisa e seguindo protocolos metodológicos adequados a cada situação;
- 3) Provisão de condições adequadas e permanentes de estruturas físicas e equipamentos necessários para garantir o acondicionamento e preservação permanente das amostras biológicas existentes, bem como as provenientes de novos trabalhos de campo;
- 4) Criação das normas legais quanto à propriedade intelectual de informações geradas por projetos em execução, tanto no que tange ao pesquisador quanto à instituição;

- 5) Geração de conhecimentos de forma autônoma e independente, respeitando a capacitação e especialização dos pesquisadores e das Instituições executoras.
- 6) Gestão autônoma do acervo físico e da informação científica agregada aos espécimes, bem como da sua transformação em bancos de dados necessários ao gerenciamento curatorial e da política institucional de disponibilização para intercâmbio.

Com a finalidade de executar essas ações em âmbito nacional será necessário envolver as instituições que detêm acervos sócio-ambientais em um contexto de autonomia e cooperação, baseado em padrões científicos, técnicos, éticos e legais, comprometidos com a melhoria significativa do conhecimento sobre a biodiversidade, a execução de condições adequadas de infraestrutura, a possibilidade de leitura desses acervos na resposta às demandas derivadas da preservação dos ambientes naturais e a ampla disseminação da informação cientificamente qualificada’.

6. Proposta de um Censo da Biodiversidade Amazônica

Recentemente pesquisadores dos EUA propuseram um projeto global de estudo da biodiversidade chamado de ‘Barometer of life’ (Stuart et. al. 2010), em adição a projetos complementares como o ‘Tree of Life’, o ‘The Encyclopedia of Life’, Lista Vermelha de Espécies em Extinção, que são iniciativas construídas para documentar e relacionar todas as espécies conhecidas (1,9 milhões). O programa proposto visa monitorar 160 mil espécies previamente definidas como frágeis em termos de potencial de extinção e traçar um programa de manutenção dos ecossistemas associados, entendendo-se que ações integradas possam também melhorar os serviços ambientais oferecidos pelos ecossistemas, os quais são essenciais para garantir a produtividade global, tanto de amenização do clima como de sistemas agrícolas. O custo para executar este projeto seria a de US\$ 60 milhões.

A proposta que estabelecemos aqui é um movimento em torno de um programa de levantamento da biodiversidade chamado de Censo da Biodiversidade Amazônica, acoplado a um sistema integrado de expedições científicas. Para fazer face diante do desafio premente de incrementar o conhecimento da biodiversidade, há a necessidade de cooperação nacional e internacional, equilibrada e coesa. Pode-se observar que grande parte dos inventários biológicos está historicamente concentrada no Sudeste e Sul do Brasil. Na Amazônia, o mais rico e diverso complexo de ecossistemas, não é onde se concentra o maior volume de esforço amostral. Segundo especialistas brasileiros, a maior parte do que temos hoje sobre perda de biodiversidade é “chute”. Faz-se necessário substituir o grau de incerteza por ciência. O conhecimento atual é base fundamental para priorizar e balizar os processos de ocupação e conversão das paisagens naturais e alteradas. Conhecimento da biodiversidade acompanha par a passo os programas de desenvolvimento regional. Aumentar informações sobre processos ecológicos, atrelados a fatores como o clima e taxas de alteração de ambientes naturais é uma estratégia fundamental para elaborar cenários de produção agrícola acoplados às mudanças globais, favorecendo também o planejamento de territórios sustentáveis (Vieira et. al., 2005). Não se pode esperar que exista uma correlação linear entre a perda de biodiversidade e fragilidade nos sistemas bióticos.

Diante do quadro espacial das unidades de conservação na Amazônia e a falta de programas de levantamento e monitoramento do conteúdo das espécies biológicas existentes nessas respectivas áreas, um ponto importante de análise seria criar interesses e oportunidades para que instituições de todo o país se responsabilizassem pela geração de conhecimentos de uma determinada região.

Exemplos como a estações científicas gerenciadas pelo Museu Goeldi, Instituto Mamirauá e INPA mostram a importância e a vantagem em produzir informação e gerar conhecimento que possam ser úteis para planos de manejo de áreas naturais. Se as grandes universidades brasileiras com agendas de pesquisa nacional, como a UFRJ, USP e UnB se mobilizassem junto a órgãos oficiais federais e estaduais na Amazônia, poderiam ser organizados programas de estudos da biodiversidade de longo prazo, que juntos com INCTs em andamento, programas do MCT para a Amazônia e agendas das instituições regionais poderia ser um importante recurso de gerenciamento e planejamento regional. Estes dados poderiam ser agregados em iniciativas de gestão do conhecimento público produzido, a exemplo do que ocorre no BCDAM, no IBGE, na CPRM, na Embrapa, no INPE, nas agências reguladoras e projetos especiais.

O país tem experiência de sucesso em organizar programas nacionais de vulto para o conhecimento regional. O RADAM e o Censo Demográfico do IBGE são ícones deste esforço. Custos operacionais geralmente causam retração por parte de gestores num primeiro momento. Entretanto, exemplos apontados acima demonstram que a construção de redes institucionais com apoio de sistemas de informação e infra-estrutura adequados em termos de recursos computacionais é possível estruturar um programa estratégico com custos operacionais condizentes com o esforço e volume de informação a ser adquirido.

O planejamento e implantação de políticas públicas para a conservação e uso sustentável da diversidade biológica na região amazônica sofrem de uma série de entraves, sendo um dos principais deles a baixa qualidade das bases de dados sobre a riqueza biológica do bioma Amazônia. Isso se deve principalmente ao desconhecimento sobre a real riqueza de espécies e suas respectivas distribuições geográficas na região, decorrentes de um número ainda insuficiente de estudos frente à grande e complexa biodiversidade Amazônica.

Assim, um programa de expedições biológicas torna-se fundamental para realizar o Censo da biodiversidade regional. Tal programa seria estabelecido em 3 componentes principais:

Componente 1. Inventários biológicos

Componente 2. Incremento e modernização das coleções biológicas

Componente 3. Revisões taxonômicas de grupos biológicos diversos com base no material coletado

Este projeto tem sua inserção na proposta de pesquisa sobre Territórios Sustentáveis apresentada por Vieira et. al. (2005). Conforme esses autores, o conceito básico é o de que se possa planejar o espaço através de ‘mosaico de usos de terra complementares gerenciados de forma integrada que permita manter tanto a dinâmica dos processos ecológicos como a dinâmica sócio-econômica de um determinado território’. Outro aspecto relevante é compreender as tendências atuais de formas de uso dos recursos naturais, identificando o papel das redes sociais, trajetórias produtivas, com uma análise das técnicas potenciais de produção. As atividades produtivas deveriam estar em consonância com alternativas inovadoras providas principalmente pela academia, voltadas a reduzir impactos. Diante deste contexto, é necessário entender que as paisagens amazônicas podem ser classificadas segundo seu uso e destinação. Onde existem florestas e paisagens naturais a ação primordial é a conservação e preservação; outra grande porção da região já alterada que seria destinada à reconversão nas áreas desmatadas e outra porção necessitaria principalmente de atividades de manejo e uso racional do espaço produtivo. É interessante frisar que mais de 70 milhões de hectares já são áreas alteradas.

Conforme Gama & Velho (2005) relatam que o desafio é urgente ‘porque se sabe que o estudo da biodiversidade amazônica não é possível sem a cooperação internacional. A exigência em termos de recursos financeiros, humanos e materiais para esta tarefa é de tal dimensão, que é impossível, além de indesejável, que o Brasil possa realizá-la isoladamente’.

Diante da situação em que a sociedade brasileira discute a importância e necessidade em retomar os programas de desenvolvimento regional, incluindo uma nova análise da configuração de territórios e regiões para melhor administrar os recursos públicos, a informação sobre os componentes da biodiversidade diante das várias pressões nos ecossistemas e paisagens naturais na Amazônia torna-se estratégica e prioritária. Argumentos apresentados pelos vários campos das Ciências Naturais e das Humanas mostram que dominar as informações sobre o meio ambiente é fundamental para melhor trabalho de gestão e políticas públicas sobre o uso do território, nas várias escalas de análise. Políticas de conservação biológica atreladas às atividades de produção rural coerentes com usos racionais de recursos devem ser embasadas em uma ciência robusta e confiável. A situação atual mostra que a comunidade científica brasileira consegue se organizar e estruturar através de um programa nacional e abrangente que pode se tornar referência mundial na gestão de ecossistemas tropicais, um dos mais ricos e diversos do planeta. O desafio que a Amazônia apresenta à comunidade científica nacional e internacional continua tão desafiador quanto nos tempos das primeiras expedições dos naturalistas.

Bibliografia

- Alves, D. S. 2007. Science and technology and sustainable development in Brazilian Amazon. In: The stability of tropical rainforest margins, linking ecological and social constraints of land use and conservation. Tschardt T.; C. Leuschner; M. Zeller; E. Guhardja; and E. Birdin (eds). Springer Verlag: 493-512.
- Becker, B. 2001. Revisão das políticas de ocupação da Amazônia: é possível identificar modelos para projetar cenários? *Revista Parcerias Estratégicas*. 12:135-159.
- _____. 2004. Amazônia. Geopolítica na virada do III milênio. Garamond Universitária Ed. Rio de Janeiro. 168 p.
- BNDES. 2010. Amazônia em Debate: oportunidades, desafios e soluções. Rio de Janeiro, 207p.
- Buckridge, M.S. 2008. *Biologia e Mudanças Climáticas no Brasil*. (Organizador). Editora RIMA, São Carlos, Brasil. 295 p.
- CGEE. 2009. Um projeto para a Amazônia no século 21: desafios e contribuições. Brasília. 425 p.
- Crispino, L. B.; V. Bastos; P.M. Toledo. 2006. As origens do Museu Paraense Emílio Goeldi – Aspectos históricos e Iconográficos. Belém : Paka-Tatu, 412 p.
- Fearnside, P. 2008. As mudanças climáticas globais e a floresta amazônica. (In): *Biologia e Mudanças Climáticas no Brasil* (M.S. Bucheridge, Org). Editora RIMA, São Carlos, Brasil: 131-150
- Larsen, M. & C. A. Nobre. 2007. Challenges of connecting international science and local level sustainability efforts: the case of the Large-Scale Biosphere-Atmosphere Experiment in Amazonia. *Environmental Science & Policy*. 10: 62-74

- Joels, L. C. e G. Câmara. 2001. Modelos e cenários para a Amazônia: o papel da ciência. *Parcerias Estratégicas*, 12:129-134.
- Koehlepp, G. 2002. Conflitos de interesse no ordenamento territorial da Amazônia brasileira. *Estudos Avançados* 16 (45): 36-61
- Maio, M.C. 2005. A UNESCO e o projeto de criação de um laboratório científico internacional na Amazônia. *Estudos Avançados*, 19 (53): 115-130.
- FIOCRUZ. 2009. Museu Paraense de História Natural e Etnografia. *Dicionário Histórico-Biográfico das Ciências da Saúde no Brasil (1832-1930) Casa de Oswaldo Cruz / Fiocruz – (<http://www.dichistoriasaude.coc.fiocruz.br>)*
- Nunes, I.H.O.; M.A.Silveira; A. L. Val. 2008. O Conhecimento na Amazônia: Análise sobre a socialização da Ciência, Tecnologia e Inovação. IV Encontro Nacional da ANPPAS. 20p
- Rosado, A., C. R. Brandão; E. Candotti; I.C.G. Vieira; L. O. Salles; M. Tavares; P. Windisch; P. M. Toledo and; S. A. K. Azevedo. 2006. Guiding principles for the drafting of a policy for collections management, research, and dissemination of Brazilian biodiversity information In: *Biodiversity - The Megascience in Focus*. 1 ed. Rio de Janeiro : Museu Nacional: 41-44.
- Silva, D. H. 2007. Cooperação internacional em Ciência e Tecnologia: oportunidades e riscos. *Rev. Bras. Pol. Int.* 50(1): 5-28.
- Stuart, N.S.; E.O. Wilson; J.A.McNelly; R.A. Mittermeier; and J.P. Rodriguez. 2010. The barometer of life. *Science* 328:177.
- Vieira, I. C. G; J. M. Silva; P.M. Toledo. 2005. Estratégias para evitar a perda de Biodiversidade na Amazônia. *Estudos Avançados*, v. 19(54):153-164.
- Weigel, P. 2001. O papel da ciência no futuro da Amazônia: uma questão de estratégia. *Parcerias Estratégicas*, 12:62-83.

Parte III

RELATÓRIOS DO SEMINÁRIO TEMÁTICO PREPARATÓRIO

Tema: CIÊNCIA BÁSICA

Relatora: *Ima Célia Guimarães Vieira*
(Museu Paraense Emílio Goeldi/MCT)

Coordenador do Seminário: Jacob Palis Júnior (ABC)

Palestrantes:

Sessão: “O Estado da Ciência no Brasil”

Coordenador da Sessão: Marco Antônio Raupp (SBPC)

- Alaor Silvério Chaves (UFMG)
- Alfredo Arnóbio de Souza da Gama (FACEPE)
- Glaucius Oliva (CNPq)
- Sergio Danilo Junho Pena (UFMG)

Local do Seminário: Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro

Data: 05/04/2010

1) Síntese das Apresentações e tópicos abordados pelos palestrantes

Dr. Marco Antonio Raupp, SBPC

Apresentou aspectos do sistema de produção do conhecimento no Brasil.

Apontou 10 variáveis de Estado que são importantes para o desenvolvimento da Ciência no país. São eles:

1) Planejamento, Organização e articulação.

Fez referência ao esforço do PACT à integração da política de C&T do país

2) Financiamento.

Relatou a evolução do financiamento à pesquisa e ao acompanhamento do planejamento nacional. Investimentos em expansão.

3) Formação e incorporação de recursos humanos na pesquisa

Apontou este item como destaque na política de C&T. Supre as universidades que contratam mais pessoal hoje em dia. Destacou aqui o papel do REUNI, da Capes e do CNPq.

Apontou como desafio: formar recursos humanos para operar fora da academia. A aproximação com empresas é fundamental.

Gargalos: 1) déficit de engenheiros. 2) pessoal para os institutos federais; 3) não há relação entre contratação nas universidades e institutos.

4) Infraestrutura

Destacou os novos níveis em que se encontram os institutos e universidades, com grande recuperação de sua infraestrutura.

Destacou como referência para crescimento: a Ciência na Amazônia, a Ciência no Mar, a Microeletrônica e a Nanociência.

5) Marco Legal

Relatou que a atividade científica é nova no país e por isso há muitas incertezas públicas. Apontou a sensível progressão na Lei de Inovação, na Lei de Biosegurança, na Lei Aroucas e nas importações.

Como problema apontou o funcionamento das Organizações Sociais e das Fundações.

Foi enfático ao dizer que há necessidade de um arcabouço legal seguro e permanente, reconhecendo a singularidade das atividades de C&T.

6) Gestão.

Para ele, a gestão em ciência é feita com pouco profissionalismo. Problema das fundações. Grandes projetos e falta de gestão ou total descompromisso com o caráter nacional dos programas. Caso do programa espacial.

7) Abrangência geográfica:

Sugere a desconcentração da ciência. Maior valor às Ciências Sociais.

Justiça Federativa. Os estados não recebem proporcionalmente ao pagamento dos impostos.

Ciência e educação como agentes de inclusão.

8) Alcance a outros setores.

Destaca a pouca interação com outros setores. Considera o SIBRATEC como positivo, mas precisa ser efetivo. O uso de recursos da biodiversidade, do mar, etc. devem ser vistos como potenciais de crescimento pro país.

9) Quantidade e qualidade da produção

Relata que a quantidade e qualidade na formação RH é o nosso ponto alto.

Refere-se à baixa produção tecnológica no país. Falta disseminação no ambiente produtivo. Falta conexão empresa-universidade.

Propõe Prêmios Nobel no Brasil.

10) Acompanhamento e performance

Desempenho de subsistemas. Matemática, saúde, etc.

RESUMO: Considera o estado da ciência no Brasil como satisfatório. Porém, aponta que o desenvolvimento sustentável impõe mais demandas. Há necessidade de descentralizar a ciência, mais esforços no marco legal e maior inserção com as empresas de base tecnológica.

Alaor Silvério Chaves, UFMG

Inicia com uma primeira questão a ser respondida: porque o país deve ter ciência básica?

- 1) a ciência básica busca respostas ao que a humanidade busca;
- 2) a ciência básica é a base da tecnologia. Sem ela não há avanço tecnológico;

Abordou a necessidade de desenvolver a ciência básica e promover o equilíbrio entre essa ciência e as aplicações e benefícios à sociedade.

Para ele, o Brasil tem se desenvolvido melhor nas áreas de ciência básica do que nas de tecnologia. Aponta a tendência de direcionar a ciência para áreas de grande aplicação. Esta tendência, segundo ele, não pode ser excessiva. Não deve haver excesso de dirigismo na eleição dos temas para ciência.

Ressalta que o Brasil tem tido políticas persistentes efetivadas pelas agências governamentais. O Programa de Pós graduação é muito bem sucedido. Talvez a distribuição das Pós graduações nas áreas não esteja muito bem. Mas aponta que o perfil dos pesquisadores formados é de países que estão bem mais desenvolvidos do que o Brasil. Também destacou que é preciso mais formação de engenheiros e das ciências “duras”.

Outro aspecto abordado foi o de que o Brasil cresceu muito em quantidade, mas a ciência brasileira não tem o impacto desejado. Temos que almejar nos incluir na primeira divisão da ciência. Entrar no rol dos países mais inovadores. Para ele, o principal foco deve ser a formação de pessoal, desde a infância. Papel da Matemática é fundamental para isso. Considera a formação em ciência no Brasil muito livresca. O ensino de ciências para crianças deve ser empírico. Exemplifica isso apontando alguns dos maiores pesquisadores da história que tiveram formação científica em métodos empíricos.

Por último, aponta alguns erros na formação universitária brasileira, que são:

- 1) escolha precoce;
- 2) cursos muito especializados e pouco flexíveis;
- 3) sistema rígido para mudanças de áreas. O sistema de pós-graduação não é hospitaleiro para pessoas que vêm de outras áreas. Há necessidade de diversificação na formação de pessoal.

Aponta que o **Brasil tem que partir para uma formação universitária mais flexível, multidisciplinar e menos precoce.**

Para mudar de patamar, o Brasil tem que fazer inovação na Avaliação. É preciso estudar novas formas de avaliação. Ciência de ponta e ciência de alto risco. Para isso, é preciso empregar novos sistemas de avaliação que levem a apostas novas.

Alfredo Arnóbio de Souza da Gama, FACEPE

Iniciou apontando os impactos na Ciência brasileira. São eles:

- 1) expansão da iniciação científica;
- 2) Portal de periódicos;
- 3) expansão da pós-graduação;
- 4) expansão das universidades federais para o interior;
- 5) Programa Nacional de Pós-doutorado

Como desafios, destacou a descentralização e o crescimento.

Sobre o crescimento da ciência, questionou se o crescimento se deu no número de cursos ou no de alunos por docente? Mostrou dados que apontam que o número de alunos está decrescendo no país.

O Financiamento aumentou. Em Pernambuco, os recursos para C&T passaram de 3 milhões anuais para 40 milhões. Embora o padrão de financiamento por pesquisador seja pequeno, já chega a ser interessante para pesquisador vir para o Brasil, pois o financiamento é atrativo

Ressalta que para crescer é preciso INCLUSÃO (camadas menos favorecidas) e ATRAÇÃO (de estudantes de fora do país)

Apontou também, o problema das Engenharias, que tem crescimento lento. Considera que a *hard science* é mais difícil de atrair doutores.

Como entrave ao crescimento, apontou a questão legal. Há dificuldade com o processo seletivo das pós-graduações. Tem que ter mecanismo para trazer pos docs estrangeiros. Segundo a lei, é preciso ter um vínculo no exterior. Isso dificulta trazer um pos doc do exterior. DCR também não pode ser estrangeiro.

Destaca também, as dificuldades em se fazer cooperação com o Brasil, pois às vezes se esbarra nas leis da receita federal, e outras.

Por último, aponta a dificuldade de trânsito entre as áreas. Confirma a tese do palestrante anterior, Dr. Alaor, sobre a necessidade de flexibilidade na formação universitária.

Glaucius Oliva, CNPq

Mostrou como as bases de dados do CNPq são importantes para se avaliar a situação da ciência no Brasil. A partir do Diretório de Pesquisa e Plataforma Lattes apresentou o olhar de C&T no Brasil.

Alguns números revelam que:

Diretório dos Grupos de Pesquisa

- Houve enorme crescimento das instituições cadastradas no Diretório: de 99 em 1993 a 422 em 2008;
- Há 23 mil grupos de pesquisa cadastrados no Diretório; 104 mil pesquisadores.
- Há crescimento contínuo dos grupos de pesquisa;
- Predominam os grupos de pesquisa no sudeste e no sul. As taxas de crescimento são constantes no Norte, NE e CO. Isso reflete as políticas de fomento para essas regiões.
- Há mais representatividade nas Humanidades. 4219 grupos + ciências aplicadas + lingüística = 37% do total registrado no Diretório. As Ciências da vida representam 39% e as Ciências da natureza, 24%.
- As humanidades crescem muito. Ciências da natureza e engenharias não têm aumentado. Ciências da vida cresce em taxa menor que as humanidades.
- 2700 grupos relatam algum tipo de relação com empresas.

- Os grupos são pequenos. Massa crítica precisa ser alavancada.
- De 2001 a 2004 - 6000 grupos registrados
- A maior densidade de doutores por 100 mil habitantes é da região sul

Plataforma Lattes

Apresenta a opinião da Revista Nature, que dedica um parágrafo à Plataforma Lattes como boa prática, o que muda a percepção internacional da valorização do Lattes.

Alguns dados:

- há cerca de 1,6 milhões de Currículos cadastrados na Plataforma Lattes; a maioria sem titulação;
- São cerca de 360 currículos com mestrado e doutorado; 40% graduados e 30% doutores;
- Maior produção científica ocorre nas Ciências da Saúde e da Vida.
- Brasil: 185 CV lattes por 100 mil habitantes
- Acesso ao Lattes é alto. Em março foram 1,3 milhões de por mês.

Ao final de sua palestra, apresentou as seguintes reflexões e propostas:

- 1) o sistema atingiu um grau de maturidade e requer maior flexibilização. Tem regra pra tudo. Busca exceção para atender a diversidade de atuação. Busca flexibilização de mestrados e doutorandos para exercer outras atividades. Hoje bolsista é proibido de ter relação com a indústria. Deu exemplo da Portaria conjunta CNPq/Capes que permite que doutorandos possam ter complementação financeira que o insira no setor produtivo.
- 2) É preciso mais avaliação e acompanhamento. Gastamos pouco com avaliação. Avaliação de resultado e não controle de compras;
- 3) Precisamos de mais cientistas engenheiros. Formação de quadros de pesquisadores para atuar as empresas e universidades;
- 4) Marco legal. Precisamos desonerar mais a C&T. Gasta-se muito tempo no controle e pouco na avaliação de resultados. Regra deveria ser liberdade no uso de recursos e transparência global. Temos que entender que recursos de apoio à pesquisa é custeio à pesquisa. Prestação de contas deve ser declaratória. Importações. ANVISA. Obstáculos devem ser eliminados. Não à burocracia do controle.
- 5) É preciso mais recursos para acompanhar o aumento do sistema. Mais bolsas para os novos cursos aprovados pela Capes, novos pesquisadores fixados. Recursos para acompanhar o crescimento do sistema: - sustentabilidade e política de Estado.
- 6) Co- financiamento. Papel das FAP's é importante.
- 7) Recursos Humanos : hoje as agências estão investindo recursos expressivos. O CNPq financia, mas as Universidades decidem sobre as contratações. Há necessidade de interação entre os institutos e as universidades. Propõe um SISTEMA NACIONAL DE PESQUISADORES.
- 8) Internacionalização: temos que competir com recursos internacionais em pé de igualdade.

Sergio Danilo Junho Pena, UFMG

Mostrou m panorama do crescimento da Ciência no Brasil, em comparação com outros países.

Dados do ISI mostram que a produção de artigos indexados tem crescido mais do que a média de outros países. Destaca o estímulo e apoio do atual governo como fundamental. O Brasil está na 13^a colocação em termos de produção científica.

Na América Latina, o Brasil tem a liderança no número de artigos publicados e na razão de crescimento, porém no *ranking* de citação, o Brasil ocupa o 24 lugar. Em termos de impacto, o quadro é semelhante. Portanto, para ele, é claro que há um descompasso entre a força da ciência brasileira e a força internacional. Aponta, então alguns entraves e medidas para melhorar a qualidade da pesquisa no Brasil.

Os entraves sistêmicos que dificultam o avanço da ciência brasileira, são:

- 1) A pesquisa brasileira é baseada na pós-graduação-PG:
A pesquisa é feita por alunos de pós-graduação e de iniciação científica. Qual o problema disso? Nos EUA a ciência é feita por pos docs. O tempo dos alunos de PGs é muito restrito. Os projetos são de baixo risco. O grau de criatividade é reduzido. *Papers* não são de alta qualidade. Deve-se aumentar o número de pos docs.
- 2) Baixos níveis de criatividade e inovação (“me too”). Copia pesquisas – é o que ele chama de “pesquisa de ornitorrinco”.
- 3) Ênfase cientométrica: Comparando países: A China é o 4^o país em produção mundial e com baixo impacto, similar ao Brasil. 13o em influência científica (scientific influence). Destaca que precisamos abrir espaço à pesquisa básica não compromissada de alto nível;
- 4) Pulverização de recursos. Excesso de democratismo. O número de acesso ao banco de dados da Capes mostra que os estados que acessam são aqueles que estão fazendo muita pesquisa. Se os estados que mais acessam são os que mais produzem, estes devem ser mais beneficiados. Nível de competitividade internacional só com mais recursos. Valorização de centros de excelência.
- 5) Demanda criacionista das agências de fomento: As agências de fomento insistem que os projetos tenham início, meio e fim, com cronogramas e conclusões já pré-definidos. Ele chama de projetos criacionistas. Prega o apoio a projetos que irão evoluir por seleção natural.

Suas conclusões são no sentido de que muitos fatores têm mérito, mas é preciso que a modificação dos fatores seja flexibilizada. Deve haver a valorização de instituições de alta competência e de grupos de elevado impacto. Deve-se apoiar laboratórios individuais de pesquisa. As bancadas do Edital Universal devem ir para esses laboratórios, sem que se obrigue a formar novos arranjos na “cartucheira”.

2) Principais questionamentos do público participante

1) Ricardo

Sugere que se passe a trabalhar com apoio por 4 anos. Relata que a seleção de projetos das agências vem sendo feita de forma quase superficial. Sugere que deva haver mais flexibilidade nas avaliações

2) R. Galvão

Pede pesquisas com aplicação tecnológica

3) Jacob Palis

Fala que desconcentrar a ciência brasileira é fundamental e ter mais recursos em grupos mais fortes não traz contradição ao sistema. Temos que investir mais e apostar em fronteiras na pesquisa científica brasileira no exterior. Tem que chegar a 3% do PIB

4) Gerson

Investimento de ciência de qualidade. Buscar o jovem. Quando este consegue se sobressair, tem que ser coordenador de grandes projetos como INCT, Pronex, etc. Isso é ruim.

5) Jorge Guimarães

O Brasil faz ciência de 1ª qualidade. Patentes em apenas 6 países (Dinamarca, Suíça, EUA, Holanda e Inglaterra). As universidades no Brasil tem 50 anos em média. Estamos em 24º lugar e isso não é ruim. Temos quantidade, por isso somos bons.

6) Silvio Ferraz de Melo

Muitos brasileiros entraram em colaboração internacional. Se são 20 colaboradores em um artigo, e um é brasileiro, isso conta como 1 e não como 0,20.

A maneira que a PG é organizada é que causa o engessamento?

7) Adalberto Val

- estrutura das instituições contribui para essa especialização.
- fixação de pessoal: bolsa não é instrumento. Propõe rever forma de contratação.
- recorte geográfico com o abismo entre regiões é ruim.

Respostas

S. PENA

Rebate dizendo que as agências devem valorizar mais o pesquisador individual. Esses pesquisadores merecem votos de confiança para apresentar projetos mais longos e com mais liberdade.

Insiste em que a ciência básica se justifica pelo potencial de aplicação. Sobre concentração e desconcentração: acha que deve concentrar periodicamente para ser mais competitivo. Ao final diz que a situação do Brasil não é desesperadora. O que ele propõe são itens para contornar a situação por estarmos em 24o lugar.

ALAOR

- resposta ao J. Guimarães: lembra que a Austrália formou grandes pesquisadores. Recentemente há candidatos a Prêmio Nobel. A Índia formou vários pesquisadores. Há mais países na primeira divisão. Propomos que o Brasil faça isso em tempo mais longo. Para ele, o Brasil regrediu no aspecto da flexibilidade.

GLAUCIUS

O crescimento no sul e sudeste mudou pra menos. Interiorização da ciência vai requerer mais recursos. Sustentabilidade. Adicionar recursos. Não pode tirar de um pra colocar em outro...”a idéia é distribuir o adubo por mais árvores!”.

Relatora: *Ima Célia Guimarães Vieira*
(Museu Paraense Emílio Goeldi/MCT)

Coordenador do Seminário: Jacob Palis Junior (ABC)

Palestrantes:

Sessão: “Internacionalização da ciência no Brasil”

Coordenador da Sessão: Jacob Palis Junior (ABC)

- Beatriz Leonor Silveira Barbuy (IAG-USP)
- Celso Pinto de Melo (SBF)
- Eduardo Moacyr Krieger (INCOR)
- Peter Mann de Toledo (INPE)
- Ricardo Magnus Osório Galvão (CBPF)

Local do Seminário: Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro

Data: 05/04/2010

1) Síntese das Apresentações e tópicos abordados pelos palestrantes

Dr Jacob Palis, ABC

Título: “A Presença Internacional da Ciência Brasileira”

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 5 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, mostrou 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 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 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 posição, a 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 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 Forum* 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 C,T&I da UNESCO. Reuniões preparatórias foram promovidas pela UNESCO em nível da 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 CO₂ 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)

Beatriz Leonor Silveira Barbuy, IAG-USP

Título: “Astronomia e Tecnologia”

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 8m, consórcio internacional)
- SOAR- Southern Observatory for Astrophysical Research. Tem 3 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 3 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 (42m), e serviria como entrada para o ESO no futuro, que inclui: ALMA, E-ELT, telescópios 4m La Silla, telescópios 8m Paranal. É um projeto caro – verbas voltam-se para indústria, bolsas, viagens e estadia para observação. Instrumentos e ciência de 1ª linha. Para ela, teríamos mais autonomia em propor projetos.

Para entrar em um projeto é preciso 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 do Brasil entrar em consórcio e as dificuldades de ter projeto e não pagar ou atrasar os dispêndios de recursos..

Celso Pinto de Melo, SBF

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 - Educação é vista como gargalo.

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

- 1) 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 (nº de artigos indexados) e no impacto relativo (nº de citações) desses artigos;
- 2) 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 do 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 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 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, recursos não é o principal motivador da cooperação, já que é fácil acessar recursos internos.

Outro documento publicado na Revista da Fapesp, discute o porquê 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

Eduardo Moacyr Krieger, INCOR

Título: “A importância da Cooperação Internacional”

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 que tivemos colaboração, medida pela co-autoria de artigos científicos, foram os EUA (39%), A França e o Reino Unido (ambos com cerca de 13%). Cooperase 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:

1. Incrementar cooperação institucional (papel do MCT-MRE e ABC)
2. Evitar assimetrias. (equipes de igual competência)
3. Estabilidade/continuidade (equipes/financiamento)
4. Privilegiar cooperações multilateral vs 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 multidisciplinariedade 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:

1. Treinamento científico : “especializado” x multidisciplinar, multissetorial.
2. Organização departamental dos cursos: (disciplina) x temática (multidisciplinar, interinstitucional).
3. Treinamento científico: “básico” x demanda do mercado (universidades, empresas etc).

Peter Toledo, INPE

Título: “Pesquisa Interdisciplinar no Contexto de Parcerias Internacionais de C&T na Amazônia”

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 muito 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, dominação e conservação da natureza até o uso de recursos naturais e entendimento dos padrões climáticos regionais e impactos globais da hiléia..

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 Hiléia 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 socio-econômicos 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:

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

Sobre a questão da biodiversidade, ressalta que a descrição e análise da biodiversidade brasileira requer uma abordagem internacional, o que implica a colaboração e a cooperação entre executores de políticas públicas, instituições, cientistas e comunidades locais. Por último, ele 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 3 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 se fazer face ao desafio premente de incrementar o conhecimento da biodiversidade da Amazônia, há a necessidade de cooperação nacional e internacional, equilibrada e coesa.

Ricardo Magnus Osório Galvão, CBPF

Título: “Participação brasileira em grandes projetos científicos internacionais”

Apresentou, primeiramente, uma visão geral sobre os projetos internacionais e a inserção dos países nesses projetos. Destaca o seguinte:

- 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 grande projetos internacionais são: a)- CERN – São 4 laboratórios. Há 50 a 60 pesquisadores trabalhando no CERN; b)AUGER. Brasil – Argentina e 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, ele 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 Hiléia 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:

1. base científica sólida;
2. definição de prioridades de gestão e avaliação de projetos;
3. existência de institutos nacionais especializados, capazes de articular a participação da comunidade científica;
4. capacidade de desenvolvimento da instrumentação científica no país
5. capacidade de assumir compromissos financeiros de longa duração, com acordos bem estabelecidos;
6. arcabouço legal seguro
7. 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:

1. colaborações a partir de contatos pessoais;
2. pouco esforço de articulação de diferentes grupos;
3. ausência de instância adequada para estabelecer prioridades e incentivar concentração de esforços;
4. falta de garantia de recursos; sistema tradicional de submissão de projetos e agências de fomento nem sempre adequados;
5. Arcabouço legal inadequado para estabelecimento de convênios e transferência de recursos e equipamentos.
6. 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 indus, que apresentam projetos e prioridades. Diz que há 100 participantes da Índia em dois experimentos: CMS e ALICE. A China tem 100 cientistas em apenas um experimento. É enfático ao dizer que não podemos ficar com academicismo em cooperação e 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.

2) Principais questionamentos do público participante

Pena - Fala sobre a importância dos grandes laboratórios. Dá exemplo do Lab. Nac. de Luz Síncrona – sucesso? Raio de ação. Envolvimento de empresa.

Paulo – assessor da ABC

- 1) reconhecimento científico internacional nos fóruns
- 2) preocupação da PG 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.
- 3) 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.

M. 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 vs 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 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

A. Val - Perfil de capacitação do país. Das 10 universidades, 9 são privadas. Sistemática e taxonomia: grande gargalo. Instrumentação: Hong Kong. Tem 10 espectrômetros e muitos técnicos.

Respostas

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

R. Galvão - Luz Sincontron. Exemplo pradigmático. Pessoal do ERN participou. Não há forum adequado para apresentar proposta.

E. Krieger - Internacionalizar a ciência é complexa. Experiências individuais. O gargalo é como ao lado das iniciativas 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 brasileiro, ou vamos entrar *capenga no jogo*.

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

Relatores: Adalberto Luis Val (INPA)
Mônica da Costa Pinto (INPA)

Coordenador do Seminário: Jacob Palis Júnior (ABC)

Palestrantes:

Sessão: “Ciência, Setores Econômicos e Inovação”

Coordenador da Sessão: Eugenius Kaszkurewicz (FINEP)

- Carlos Tadeu da Costa Fraga – CENPES
- Domingos Manfredi Naveiro – INT
- José Geraldo Eugênio de França – EMBRAPA
- Luís Eugênio Araújo de Moraes Mello – VALE

Local do Seminário: Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro

Data: 05/04/2010

Síntese das apresentações e tópicos abordados pelos palestrantes

1. Apresentação de Eugenius Kaszkurewics

A sessão intitulada “Ciência, Setores Econômicos e Inovação” teve início com a palavra de seu coordenador, Eugenius Kaszkurewicz. Resumindo a atuação da FINEP, o palestrante apresentou a relação do tema com a própria organização do Sistema de C,T&I. Explicou que o Brasil precisa de um sistema de CT&I por uma questão de soberania. Ao definir soberania, a conceituou 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 C,T&I, o palestrante demonstrou que entre os anos 1950 e 1960, tiveram início os trabalhos do CNPq e CAPES, com o apoio a pesquisas individuais. Nas duas décadas seguintes e se estendendo até o início dos anos 90, houve uma intensificação do apoio à pesquisa, paralelo à institucionalização desta e da pós-graduação. Entretanto, apesar deste crescimento, a partir de meados dos anos 90 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 na reestruturação dos sistemas, portanto todos os atores do Governo Federal envolvidos, especialmente os ligados ao MCT, tiveram de se adaptar. Trata-se de um universo complexo de instituições responsáveis pela tomada de decisões e definição de políticas na pesquisa do País. Para adequar todo o Sistema, o 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. Isto 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 FNDCT. Além disso, vêm sendo estruturadas fortes políticas de articulação institucional com foco nos desafios de P&D, visando à construção de competitividade, uso articulado de incentivos fiscais, regulação, aumento do poder de compra, apoio técnico, disponibilização de recursos para todas as etapas do ciclo de inovação e compartilhamento de metas entre o setor científico-tecnológico e o setor privado.

É uma clara demonstração desta 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 neste processo permanece um desafio, posto que, em uma comparação do investido pelo poder público e pelo setor privado ainda existe 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 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 lembrado 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:

- a. **Expansão e consolidação do Sistema Nacional de C,T&I:** Expandir, integrar, modernizar e consolidar o Sistema Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação;
- b. **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;
- c. **P,D&I em áreas estratégicas:** Fortalecer as atividades de pesquisa e inovação em áreas estratégicas para a soberania do País;
- d. **C,T&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 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 P,D&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 P,D&I, com o fim de garantir liderança internacional, com o aumento do volume brasileiro de exportações mundiais e da participação das 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 o 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 ICTs, por meio de investimento de recursos não reembolsáveis. O segundo é 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 destes 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: INOVABRASIL: 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 P,D&I e absorção de recursos humanos, e SIBRATEC: Programa de articulação ICT-Empresa. Estes projetos implicaram num significativo aumento da subvenção a projetos de P,D&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 1900 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 IVCNCTI, a qual abordará temas sob a ótica das quatro prioridades estratégicas do PACTI 2007-2010:

- (i) Sistema Nacional de Ciência Tecnologia e Inovação,
- (ii) Inovação Tecnológica nas Empresas,
- (ii) Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação em Áreas Estratégicas,
- (iii) 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 C,T&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. Apresentação de Carlos Tadeu da Costa Fraga

O palestrante, representando o CENPES, tratou do tema “Inovação e Ciência na Petrobras”. Inicialmente apresentou alguns números da empresa, tais como um aumento, nos últimos 10 anos, de 50% no número de reservas descobertas e 10 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 P,D&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 deste pessoal. Cerca de 50% da equipe é formada por mestres, 25% por doutores e 25% por graduados. Mais da metade da equipe tem menos de 10 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 P,D&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 P,D&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 P,D&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.

Apontou 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 último tópico, o palestrante reiterou o descontentamento já apresentado pelo Coordenador dos trabalhos, Eugenius Kaszkurewicz. O caos dos sistemas de controle leva, muitas vezes, a conclusão de que há mais trabalho contra a inovação do que a favor dela.

Ao concluir sua fala, o palestrante definiu a IV 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, lembrou 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. Apresentação de Domingos Manfredi Naveiro

Dando seguimento 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 C,T&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 80 o Instituto esteve ligado ao MIC (atual MDIC). A partir de então foi incorporado ao 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 C,T&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 desenvolvimento geram a inovação, com consequente ampliação do sistema produtivo brasileiro e melhoria da qualidade de vida da população. Isto ocorre por que 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 presta 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 em 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. Isto 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 questão de infraestrutura, segundo fator de avanço na inovação, o palestrante lembrou que, sem investimentos nessa área, não se faz inovação. Muitas vezes esta 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 destes 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 estas 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, 1120 relatórios técnicos emitidos em 214 projetos em andamento, com recursos de órgãos de fomento (FINEP, FAPERJ, BNDES), empresas, organismos internacionais, dentre outros. Estes 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 Antonio 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 o 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 C,T&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 C,T&I, tanto nível superior como nível técnico. Reiterou a necessidade de uma plena atuação em redes, com intensa interação entre unidades de C,T&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 C,T&I, melhores indicadores de produção de C,T&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. Apresentação de José Geraldo Eugênio de França

O terceiro debatedor trouxe a experiência da 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 agricultável *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 a de desenvolvimento de germoplasma. A criação de híbridos superiores pressupõe um longo trabalho, mas quando se verifica 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 nova 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 brasileira a capacidade de sobreviver e se adaptarem em ambientes impactados por mudanças climáticas.

Tratando da questão bioenergética, o palestrante destacou a inauguração de um grande laboratório na área. Ressaltou a necessidade de centros semelhantes em diversas áreas. Isto 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, se tornam 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 a qual hoje em dia não se usa nitrogênio mineral na soja do Brasil, enquanto no resto do mundo isto 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 semi-sólida 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 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 do mundo, onde é possível o incremento substancial, não competitivo e sustentável da produção de alimentos e biocombustíveis. Neste ponto, o palestrante ressaltou 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 P,D&I, visando a utilização de pesquisadores para apoiar o ensino e orientação de estudantes em áreas estratégicas.

O palestrante encerrou citando Bernardo Houssay, quando declarou que “os países em desenvolvimento têm duas opções: a ciência ou a miséria”.

5. Apresentação de 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 deste 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 própria 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 da descentralização ser vantajosa, ela impôs também perdas a empresa, de maneira que em 2003 houve uma tentativa de reunificar o sistema, em um Comitê de Tecnologia, 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 neste 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, mas 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 da 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 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 estas 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 a 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.

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. Porque o Brasil não faz isso? Porque o Brasil é tão omissivo 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 por que 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.	Luis 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 tem 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.
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	José Geraldo Eugênio de França (EMBRAPA) Carlos Tadeu da Costa Fraga (CENPES)	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 7.500l de álcool por hectare, que pode, em dez anos, chegar a 9.500 a 10.000l. Então, veja bem, 10.000l de álcool é algo que dificilmente 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. Na questão do bioetanol agente pode 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 a gente está apreciando com bastante cuidado.

	Califórnia ultrapassa, em muito, o que o Brasil investe, o que está sendo feito no Brasil vai ser relevante?		<p>Nessa área, nós 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 se meu sócio?”. É a única base em que temos conseguido conversar. E eu acredito que podemos fazer diferença se bem articulados dentro do Brasil.</p>
		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 em relação à proporção do CT-Mineral em relação ao CT-Petro. Se há alguma visão da Petrobras de que esse investimento tem retorno, ou se esse investimento é só uma taxa. E depois saber se 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 CTPetro, 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 CTPetro e a FINEP tem ajudado nisso. O CTPetro 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 CTMineral tem muitas questões tributárias. Impostos vários, créditos de ICMS, toda essa tributação é específica. Mas o CTMineral, por incrível que pareça, a Vale é possivelmente a maior contribuidora, dado seu porte, e 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.
Jorge Guimarães	Sabidamente nós estamos em uma situação	Luís Eugênio	Quanto ao portal de periódicos, nós buscamos a CAPES e há uma dificuldade operacional dada a

	<p>dramática com relação a 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.</p> <p>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.</p>	<p>Araújo de Moraes Mello (Vale)</p>	<p>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.</p> <p>A questão das engenharias, em uma visita recente ao Canadá eu fiquei fascinado em 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 que estuda um semestre na universidade e depois dispense um semestre dentro de uma empresa, onde ele ganha o dinheiro para pagar a universidade. Devem haver n modelos possíveis, então.</p>
		<p>Eugenius Kaszkurewicz (FINEP)</p>	<p>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.</p>
<p>Lucia Melo</p>	<p>Em todos os países, em todas as estratégias de tecnologia, a relação da</p>	<p>Carlos Tadeu da Costa Fraga</p>	<p>Nas ações da Petrobras com seus fornecedores, há espaço para melhorar essa articulação. Existe um programa de governo, do Ministério das</p>

	<p>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?</p>	(CENPES)	<p>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.</p>
<p>Celso Melo</p>	<p>São duas perguntas: No caso da Petrobras, já existem dez anos de interface com o CTPetro, 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?</p> <p>Para o Tadeu – uma pergunta que, na última reunião do CTPetro 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, por que é de se imaginar que, sob grandes pressões e a baixas temperaturas, se tivesse uma nova agenda científica a ser discutida. É isso mesmo, só temos inovações incrementais para a Petrobras?</p>	<p>Luís Eugênio Araújo de Moraes Mello (Vale)</p>	<p>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.</p>
		<p>Carlos Tadeu da Costa Fraga (CENPES)</p>	<p>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.</p> <p>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 se está 300 ou 400 km da costa, temos que repensar completamente o modelo de operação.</p>

<p>Jerson Lima Silva</p>	<p>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, de 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.</p>	<p>Luís Eugênio Araújo de Moraes Mello (Vale)</p>	<p>Quando agente faz um paralelo com outros países, vou pegar dois países onde a mineração é importante, Canada 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 tem melhores condições de fazer os investimentos mais vultosos. Nas pequenas empresas você tem que instalar ainda a cultura.</p>
		<p>Eugenius Kaszkurewicz (FINEP)</p>	<p>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.</p>

Foco das discussões com os palestrantes

Dois aspectos permearam as discussões com os palestrantes. O primeiro esteve relacionado ao papel e a 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.