

Reunião de Trabalho Instituto de Física da USP, 10 de outubro de 2006

# TALENTOS PARA INOVAÇÃO EM FÍSICA

# **TALENTOS PARA A INOVAÇÃO EM FÍSICA**

**(COORDENADORES)**

**Evando Mirra de Paula e Silva**

Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial

**Adalberto Fazzio**

Sociedade Brasileira de Física

Reunião de Trabalho realizada no Instituto de Física,  
da Universidade de São Paulo,  
São Paulo (SP), 10 de outubro de 2006

**2007**

**Agradecimentos:** Ronald Cintra Shellard (CBPF/PUC-Rio)  
Heloisa Ottoni (CBPF/CDI/Biblioteca)  
Alejandro Szanto de Toledo (IF/USP)

T143

Talentos para inovação em Física: reunião de trabalho-São Paulo, USP/IF, 10 de outubro de 2006/ Coordenação do Evandro Mirra da Paula e Silva e Adalberto Fazzio/Patrocinio da Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial-ABDI e da Sociedade Brasileira de Física-SBF. Rio de Janeiro, 2007.  
90 p.

1. Ciência e tecnologia. 2. Inovação. 3. Física.  
4. Mercado do trabalho. 5. Produção econômica 6. Eventos técnicos I. Silva, Evandro Mirra da Paula e, coord. II Fazzio, Adalberto, coord III. ABDI. IV. SBF. III.  
Título.

CDD 530.06

## **[TALENTOS PARA A INOVAÇÃO EM FÍSICA]**

# [PARTICIPANTES]

(por ordem alfabética do prenome)

**Adalberto Fazzio** – Sociedade Brasileira de Física (SBF) e Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IF/USP)

**Adriano Moehlecke** – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS)

**Alejandro Szanto de Toledo** – Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IF/USP)

**Antonio Martins Figueiredo Neto** – Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IF/USP)

**Cláudio Freire** – Eletrobrás Termonuclear (Eletro nuclear)

**Eduardo Netto Alves Barreto** – A. T. Kearney

**Evando Mirra de Paula e Silva** – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI)

**Fernando Lázaro Freire Jr.** – Departamento de Física da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio)

**Francisco Smolka** – Optolink

**Frank P. Missel** – Universidade de Caxias do Sul (UCS) e Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro)

**Hugo Borelli Resende** – Associação Nacional de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia das Empresas Inovadoras (Anpei) e Empresa Brasileira de Aeronáutica S.A. (Embraer)

**Iuda David Goldman** – Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IF/USP)

**José Fernando Perez** – PRD Biotech

**José Roberto Ferreira** – Sociedade Brasileira de Física (SBF) e Associação Nacional de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia das Empresas Inovadoras (Anpei)

**Luiz Roberto Liza Curi** – Centro Universitário Unieuro

**Luiz Davidovich** – Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Janeiro (IF/UFRJ)

**Mauro Viegas Filho** – Concremat Engenharia e Tecnologia

**Nei Fernandes de Oliveira Júnior** – Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IF/USP)

**Roberto Mendonça Faria** – Instituto de Física de São Carlos da Universidade de São Paulo (IFSC/USP)

**Ronald Cintra Shellard** – Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) e Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio)

**Rosane Argou Marques** – Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI)

**Spero Penha Morato** – Lasertools Tecnologia

**Vladimir de Jesus Trava-Airoldi** – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e Clorovale Diamante

**Wanderley Marzano** – Aegis Semicondutores

# [APRESENTAÇÃO]

**A física brasileira tem sua trajetória** marcada pela conquista de um padrão elevado de produção científica, tanto no que diz respeito ao volume quanto à qualidade e à presença internacional dessa produção. É também amplamente reconhecida sua capacidade – continuamente exercitada – de avaliar esse itinerário e planejar suas ações em vista da construção do futuro. Uma nova variável veio, contudo, se incorporar àquelas tradicionalmente consideradas nesse esforço de avaliação e de proposição de rumos. Trata-se de uma mudança de institucionalidade – claramente visível nos países avançados – que reserva papel significativo às relações com a sociedade, na definição de estratégias de pesquisa e no estabelecimento de parcerias com outros atores sociais.

Esse movimento está relacionado ao novo lugar que a inovação vem ocupando na economia mundial e nas políticas públicas e que se manifesta na crescente demanda por conhecimento que a cultura inovativa implica. Novas relações vêm se desenhando entre ciência, tecnologia e setor de produção, em vista do desenvolvimento e da competitividade dos países, tendo como pano de fundo a criação de empregos e a geração de riqueza com maior valor agregado.

O papel da física nesse contexto, face aos desafios e às oportunidades que coloca, foi objeto da oficina de trabalho promovida pela Sociedade Brasileira de Física e pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial, cujos resultados são aqui apresentados. Realizado no Instituto de Física da Universidade de São Paulo, em dezembro de 2006, no quadro do 'Programa Talentos para a Inovação', o encontro focalizou tendências e estratégias na pesquisa e na formação de recursos humanos, visando ao crescimento da área em diálogo com necessidades da sociedade e o futuro da indústria brasileira.

Trata-se do início de um debate cuja complexidade e cujo alcance exigirão esforço sustentado e que concerne a todo o empreendimento científico-tecnológico e às suas relações com o parque de produção do país. Nesse terreno, a física tem muito a contribuir, não apenas pela maturidade já alcançada pela área e pelas contribuições que já trouxe à modernização do tecido produtivo, mas também por suas características de espaço de invenções decisivas para vários campos de grande impacto socioeconômico, como as áreas de biomedicina, de energia e de telecomunicações.

Esperamos que os debates realizados nesse encontro se desdobrem e se traduzam em iniciativas que permitam à pesquisa e ao ensino de física fortalecer seu papel dinamizador da evolução do bem-estar socioeconômico brasileiro.

**EVANDO MIRRA DE PAULA E SILVA**

*Diretor de Inovação,*

*Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial*

**ADALBERTO FAZZIO**

*Presidente,*

*Sociedade Brasileira de Física*

# [SUMÁRIO EXECUTIVO]

*“Caminante, no hay camino, se hace camino al andar”.*

Antonio Machado, poeta espanhol

**Agregar a ciência à produção econômica** brasileira é um desafio perene para os principais atores envolvidos nesse processo: cientistas, empresários e agentes governamentais. Essa ação, no entanto, é essencial para que as empresas brasileiras sejam competitivas no cenário mundial.

Fruto da colaboração entre a Sociedade Brasileira de Física (SBF) e a Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), a reunião de trabalho ‘Talentos para a Inovação em Física’ pôs frente a frente esses atores com dois objetivos básicos: i) identificar os obstáculos que dificultam a interação entre ciência e o setor produtivo; ii) buscar mecanismos para vencê-los.

A ABDI é um novo ator no ambiente de inovação no país. Apesar de seu pouco tempo de atuação (foi criada em dezembro de 2004, com a missão de articular, promover e executar a Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior), mostrou-se capaz de construir uma agenda e uma identidade próprias. Seu principal objetivo é ser uma instância, no ambiente político, dedicada à construção e à implantação de ações e de mecanismos que facilitem o processo de inovação no país.

Uma das conseqüências dessa e de outras reuniões de trabalho semelhantes foi a implantação do programa 'Iniciativa Nacional para a Inovação', que será apresentado ao público ainda este ano e cujo objetivo é criar um espaço no qual se construam ações que ajudem a superar os gargalos institucionais do processo da inovação.

A agenda de 'Talentos para a Inovação em Física' foi aberta sem temas pré-definidos, o que levou a um diálogo rápido e espontâneo, focado nas grandes questões que devem ser atacadas mais a fundo. O diagnóstico mais consistente que emergiu do encontro foi a necessidade de ações que modifiquem a cultura intrínseca dos atores desse processo.

Muitas vezes, a própria noção de inovação não é claramente compreendida. Inovação significa transformar conhecimento em produto. E só é possível fazer isso na empresa. Não é função da universidade ou de um instituto de pesquisa fazê-la. Produto deve ser produzido em escala e vendido a um público amplo. A adequação do produto ao mercado tem que ser avaliada, e os conseqüentes riscos da comercialização fazem parte da cultura empresarial.

A cadeia da inovação é um processo complexo. Tem sua base no 'chão da fábrica', onde pequenos avanços – que aumentem a eficiência da produção, reduzam custos e melhorem a qualidade dos produtos – têm sua parte mais visível. A inovação do 'dia-a-dia' é fruto de um trabalho consistente e regular, mas que precisa ser parte da cultura de uma empresa para que esta seja bem-sucedida no mercado.

Na outra ponta do espectro, encontram-se as mudanças de paradigma, ou seja, inovações que mudam (às vezes, de forma radical) o perfil de uma área tecnológica. Citemos apenas um caso emblemático: a *world wide web*, inventada em um laboratório de pesquisas básicas, o CERN, em Genebra, e cujo impacto foi profundo no comércio mundial.

Porém, o caminho entre a descoberta científica e o produto final é quase sempre tortuoso. Não são raros exemplos de descobertas importantes que levaram um longo tempo para chegar às 'prateleiras'.

Um exemplo quase folclórico é o do *laser*, que, segundo seus inventores, não tinha aplicação prática alguma.

Para encurtar a distância entre a 'bancada' e a 'prateleira' é preciso que haja mudanças culturais, tanto na comunidade científica quanto na empresarial. No que diz respeito à primeira dessas comunidades, a mudança cultural necessária é sutil, porém profunda. Na área da física, os estudantes são formados basicamente com uma única perspectiva: trabalhar na academia. Fugir dela é, com frequência, uma 'deserção', uma violação dos cânones da ciência 'pura'. Através dessa óptica, parece não haver vida (científica) fora da academia! Essa máxima, apesar de parcialmente verdadeira (pesquisa de natureza avançada é raramente realizada no Brasil), é enganosa, certamente. Assim, ganha corpo a idéia de que a preparação para o trabalho de pesquisa fora da academia deve fazer parte do currículo dos cientistas. A possibilidade de estabelecer uma empresa para levar adiante suas idéias ou descobertas deve *fazer parte do ethos* do cientista.

Evidentemente, há o outro lado dessa equação, que tem a ver com os problemas da estrutura do Estado brasileiro, da legislação, dos cursos de formação, só para citar alguns deles. Cada um, a seu modo, gera barreiras para o estabelecimento de empresas de inovação tecnológica de ponta. Só recentemente surgiram programas de incentivos a essa classe de empreendimento, mas que são ainda muito tímidos no Brasil.

Afirma-se que hoje, no Brasil, não falta dinheiro para a realização de projetos. Faltam, diz-se, bons projetos. A natureza dessa afirmação pode parecer surpreendente. No entanto, ela reflete um dos gargalos que devem ser enfrentados pelos três atores já citados. Há investidores de risco no país, com capital para realizar a transformação de idéias em produtos. E há cientistas com descobertas que poderiam se materializar em produtos. Porém, a comunicação entre eles é, quando existente, ainda muito tênue.

Há oportunidades importantes no horizonte. Nas últimas décadas, houve modificações radicais no modo de produção dos setores

baseados em conhecimento. Em 1975, 2/3 das pesquisas voltadas ao desenvolvimento tecnológico do setor produtivo eram feitas no interior das empresas e nos países de origem das multinacionais; o restante delas, no exterior. Atualmente, ocorre o inverso: em 2005, 2/3 dessas pesquisas foram realizadas fora das empresas e no exterior, e apenas 1/3 delas no país de origem.

O Brasil, com o sucesso de seus programas de formação avançada, absorveu parte dessa migração da pesquisa tecnológica. Porém, nosso potencial é muito maior, e certamente poderemos nos beneficiar ainda mais dela, com o estímulo a empresas de forte base científica. Some-se a isso o fato de a maior dificuldade em acessar ou comprar tecnologia no exterior estar forçando empresas brasileiras a buscar soluções próprias.

A SBF tem estimulado seus associados a discutir as mudanças (curriculares e culturais) necessárias nos cursos de física do país no sentido de preparar os estudantes para um mercado de trabalho mais amplo e para fazer dos físicos agentes inovadores, como ocorre nos países de economia avançada.

A ABDI, por sua vez, tem trabalhado na construção de ações estratégicas de maior envergadura e nas quais se vislumbra um mercado forte, agregação de valor tecnológico intenso, necessidade de parcerias de diferentes setores, questões de financiamento pesado, de engenharia financeira etc. Uma das ações é, com base nesse grupo de trabalho, montar um mapa atualizado e realista da área de física no Brasil. Depois, expandir essa estratégia para as áreas de matemática, química e engenharias. Concomitantemente, será elaborado um documento ao qual o grupo de trabalho terá acesso e poderá colaborar com novas experiências e informações. Ao final, será realizada uma segunda reunião de trabalho, na qual se procurará um consenso entre as áreas para apresentar os resultados a um público mais amplo.

# TALENTOS PARA A INOVAÇÃO EM FÍSICA



**FAZZIO** | A inserção dos bacharéis em física no mercado das empresas tem sido uma constante preocupação da comunidade de física há dois ou três anos. Somos muito bem sucedidos do ponto de vista da formação de pessoal. Formamos cerca de mil bacharéis e 250 doutores em física por ano. No entanto, ao contrário do que acontece nos países desenvolvidos, nossos profissionais mais qualificados são absorvidos pela academia em grande percentual. Quando menciono academia, me refiro às universidades e aos institutos de pesquisas. Nos Estados Unidos, por exemplo, as empresas absorvem entre 40% e 50% dos bacharéis em física, enquanto no Brasil esses profissionais buscam a academia.

Obviamente, precisamos mudar esse quadro. Por isso, tivemos algumas reuniões junto ao Ministério da Educação (MEC) e ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), além de termos feito um trabalho junto ao Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), para traçar estratégias em relação a esse tema.

Essa falta de profissionais em física no setor produtivo é estranha, pois a área da física é que começou o movimento de pós-graduação no país, e temos uma das melhores pós-graduações do Brasil. Isso sempre foi um tabu na comunidade. Pensava-se que o físico deveria ficar no laboratório, pensando e esperando as coisas acontecerem. Essa questão, vista de fora, tem três atores: o governo, a academia e as empresas. Temos que tentar fazer trocas de experiências entre essas três personagens.



**MIRRA** | A Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) é um novo ator no ambiente de inovação no país. Foi implantada há um ano e três meses [2004], e ainda está na primeira infância, tentando construir uma agenda e uma identidade. Foi criada em decorrência da Política Industrial, Tecnológica e de Comércio Exterior (Pitce). Seu objetivo principal é ser uma instância dedicada à construção e à implantação de ações e mecanismos no ambiente político. Estamos chamando 'Iniciativa Nacional de Inovação' a parte desse trabalho que está sendo concebida agora. A proposta é que ela seja apresentada ao grande público em 2007, e seja um espaço para construção de ações. Em especial, ela tem uma dimensão chamada 'Talentos para a Inovação', que será objeto em especial de uma apresentação aqui.

Essa missão é institucional, ou seja, a ABDI não é executora, mas sim articuladora. Ela existe para colocar os parceiros em contato e construir ações estratégicas, mas não substitui nenhum deles. Para que ela tenha poder nessa fase, é necessário construir uma arquitetura institucional. Por isso, ela ficou vinculada a uma câmara de desenvolvimento econômico e à política econômica, mas o Conselho Nacional de Desenvolvimento Industrial (CNDI) se revelou a estratégia mais importante na qual a agência está envolvida. Esse conselho é composto por 14 ministros e representantes da sociedade civil e do setor empresarial. Há presenças empresariais de peso, com representação

política. Ele é presidido pelo ministro do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior.

Um dos segredos para o sucesso é que a representação não é institucional, mas sim pessoal, isto é, se algum ministro não puder estar presente nas reuniões, ele não pode mandar representante. E, como o CNDI tem tido uma agenda com resultados em desoneração e em várias outras questões, há interesse e, portanto, presença intensa. Esse tem sido um espaço importante para o surgimento de questões e a construção de ações eficazes.

A ABDI, que é a secretaria executiva do CNDI, é encarregada de organizar a pauta e fazer o trabalho. O CNDI se reúne de dois em dois meses, e a ABDI faz o trabalho ao longo do processo. O conselho deliberativo da ABDI é presidido pelo ministro da Ciência e Tecnologia e tem representação do governo, da academia, do setor privado e da sociedade. A ABDI tem uma estrutura pequena, feita para isso. Ela tem um presidente e duas diretorias, uma de inovação e outra de desenvolvimento industrial.

A Pitce foi construída no âmbito da Câmara de Desenvolvimento Econômico (CDE). A idéia essencial foi construir uma política que acolhesse um grande espaço de consulta em muitos segmentos, mas que fosse explicitamente industrial, com um componente tecnológico, sendo então chamada política industrial tecnológica. A idéia de comércio exterior é que ela teria que gerar ou envolver parceiros competitivos no plano internacional.

A ABDI é a executora e coordenadora de ações e articulações em torno dessa política e tem duas vertentes de ação: a primeira são os chamados macroprogramas para a Indústria Forte; a outra, para o Inova Brasil. O pilar do primeiro é o Programa de Desenvolvimento Setorial; do outro, o programa de Inovação de Desenvolvimento Tecnológico. O Inova Brasil tem como objetivo mobilizar indústria, academia e governo para a difusão da cultura de inovação no esforço de acelerar esse processo de mudança de patamar competitivo da indústria nacional. Estamos numa situação de transição curiosa, que deixa o Brasil num lugar especial.

em parte devido ao que é mostrado em dois estudos. O primeiro é o da Pintec [Pesquisa de Inovação Tecnológica], e o outro é do IPEA [Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada], que fez uma varredura com mais detalhe, aproveitando o acesso a todos os arquivos e bancos de dados da área. Poucas indústrias brasileiras são inovadoras, mas esses estudos mostram que 1,7% das empresas que efetivamente inovam e diferenciam produto já representa 25% do Produto Interno Bruto industrial de hoje. Ou seja, um quarto do PIB industrial gravita em torno das atividades de inovação. Outra questão elucidada por esses estudos é que, se comparadas a empresas que não inovam, as empresas inovadoras empregam mais; além disso, o emprego tem maior durabilidade (tipicamente 52 meses na média, contra 20 e poucos meses nas empresas não inovadoras), e o salário médio é três vezes maior.

Vê-se claramente que o esforço de inovação rende frutos muito perceptíveis do ponto de vista econômico e financeiro. Das 1,2 mil empresas inovadoras, 400 são competidoras de classe mundial, ou seja, competem em qualquer lugar do planeta. Além disso, dessas 400, 177 são campeãs em sua área, ou seja, não têm concorrentes. É um número significativo, e, de certa forma, a intenção da ABDI é facilitar o caminho dessas 177 e ajudar a fazer com que essas 400 operem como campeãs mundiais, bem como ajudar as 1,2 mil a se equipararem às 400 e se tornarem competidoras em qualquer terreno. Temos a expectativa de catalisar essa reação. O ambiente tem complexidades bem conhecidas, mas também é promissor em muitos aspectos, e há janelas de oportunidade interessantes.

É importante comentar a conjugação de experiências brasileiras interessantes, bem como o surgimento de novas oportunidades. Há muitas experiências de articulação da pós-graduação com o tecido empresarial. Compreensivelmente, elas começaram nas engenharias e na informática. Podemos focar nesses exemplos. A experiência do curso de pós-graduação em engenharia metalúrgica e de materiais da UFMG [Universidade Federal de Minas Gerais] é bem interessante. A associação começou em 1973, ainda no início dos cursos de pós-

graduação, na modernização do parque metal-mecânico e notadamente das empresas do setor siderúrgico. As empresas siderúrgicas compraram uma tecnologia para materiais sofisticados, como aço silício de grão orientado, aços inoxidáveis; enfim, uma gama de produtos novos. Por algumas razões, as receitas compradas não funcionaram; o material produzido não tinha a qualidade necessária. Então, esse curso se aproveitou de circunstâncias favoráveis, mas o diálogo era muito difícil ainda. Houve a negociação de uma estratégia de abertura com uma das empresas, a Acesita. O acordo era colocar pessoal qualificado da pós-graduação na empresa para resolver os problemas advindos da má compra. O sucesso foi além do que se esperava e gerou, em 1975, programas cooperativos de pós-graduação. O programa envolve três etapas, e a idéia era a seguinte: dos profissionais que estavam na empresa, eram selecionados alguns candidatos, em uma espécie de pré-seleção. Como o curso de programação tem um patamar de exigência, o começo foi muito difícil, pois as pessoas que vieram sem essa preparação preliminar quase colocaram o programa em risco. Tipicamente, eram profissionais com três a cinco anos de formados, pois estavam bem inseridos no contexto da empresa e ainda guardavam lembranças da matemática e da física da universidade. Não havia privilégio para eles em relação aos outros pós-graduandos. Eles permaneciam um ano na universidade, cursando as disciplinas de pós-graduação. Ao longo desse processo, em reuniões entre a usina e a universidade, escolhia-se o tema de dissertação, que deveria respeitar a lógica de uma das linhas de pesquisa e interessar, obviamente, à empresa. *Trenta anos depois, percebemos uma coisa interessante: no caso específico desse curso, até junho deste ano [2006], foram formados 595 mestres, dos quais 256 são profissionais de empresa. Começou com a Acesita; depois, entraram a Usiminas [Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais], a Cosipa [Companhia Siderúrgica Paulista], a CSN [Companhia Siderúrgica Nacional], a Gerdau, e se tornou um programa que envolve 36 empresas.*

Esses profissionais foram progredindo na estrutura da empresa e são, portanto, atores essenciais numa rede entre universidade e empresas em primeiro lugar. Mas como são 36 empresas diferentes, também foi gerado uma rede entre elas, e isso faz parte do sucesso do setor siderúrgico brasileiro. Ele tem 2,5% da produção mundial, mas falta robustez, não é bom o suficiente para bancar o jogo com adversários pesados. Mas ele é imbatível no segmento no qual produz seus materiais. Um dos grandes resultados é que globalmente criou-se o hábito de produzir esse diálogo do acadêmico com o tecnológico industrial.

Um aspecto importante é que, longe de prejudicar o desenvolvimento acadêmico, isso foi um dos trunfos do curso, pois tanto o mestrado quanto o doutorado foram sempre nível A. Hoje, é um curso de nível 7, o que significa o nível máximo do padrão internacional. Os critérios para julgar isso são claramente acadêmicos, o que significa que o curso faz um tipo de trabalho e cumpre os requisitos acadêmicos de publicação de artigos e formação de pessoal. Essa tese é essencial: podemos fazer as duas coisas com benefícios mútuos. Para surpresa do curso, as empresas começaram a se interessar por doutores; então, já foram formados 20 doutores dos 147. As bolsas são sustentadas por agências de fomento e órgãos, como CNPq [Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico], Capes, [Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior], Fapesp [Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo] e Fapemig [Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais].

Para darmos uma idéia do que são essas dissertações, um exemplo é o do desenvolvimento do aço que apresenta o chamado *bake hardening ability*. Nas últimas décadas do século passado, a indústria japonesa introduziu no mercado um produto que teve impacto no mercado. Trata-se de um material inteligente, cuja resistência mecânica é baixa logo após a fabricação, mas ela aumenta ao longo do processo, porque a peça passa por um ciclo térmico e, depois de pronta, usualmente vai para a secagem da pintura. As vantagens são que a conformação mecânica é mais fácil; o material é mais macio e

acomoda formas mais caprichosas para o *design*. Além disso, podemos trabalhar com chapas mais finas; por isso, há economia de peso e ganho em gasto de combustível energético no processo. Finalmente, ele é muito mais resiliente e armazena energia elástica; com isso, resiste melhor a qualquer choque.

Dessa forma, teve início o processo no qual as empresas brasileiras, habituadas à compra de tecnologia de países estrangeiros, começaram a procurar os institutos de pesquisa do país para melhorar a produção. Nas duas últimas décadas do século passado, elas tiveram dificuldades em comprar tecnologia no exterior, pois os japoneses se recusaram a vender. Esse problema foi colocado numa reunião de trabalho com a Usiminas. A solução dessa questão corresponde a uma das linhas de pesquisa do curso: chama-se interação entre os defeitos e a estrutura nos cristais. Resumidamente, a questão é que a estrutura cristalina, ou seja, o arranjo dos átomos no metal é marcado por uma extrema regularidade. Por isso, qualquer átomo com propriedades físico-químicas distintas é recebido com certa desconfiança. Para não haver briga, faz-se um pacto de convivência que é o seguinte: confinamos os átomos 'estrangeiros' num defeito na estrutura ou esses átomos por si próprios procuram esse lugar; outra opção é confiná-los em algumas placas ou em alguns volumes, onde eles não perturbem o conjunto, e a rede respira aliviada. Nesse momento, a chapa fica muito mais macia do que em qualquer outra circunstância. Para se obter o *bake hardening*, os átomos estrangeiros devem ser isolados, e serem liberados durante a secagem da pintura. Ou seja, no ciclo térmico, os átomos estranhos se espalham, e é gerada uma estrutura que se mantém metaestável por mais de mil anos. Isso significa que a chapa vai sobreviver mais do que o carro. Assim, gera-se uma estrutura longa, marcada por essa auto-organização interna de bilhões de sítios desses átomos. Alguns pontos podem ser explorados através desse exemplo. Jamais teríamos percebido isso como oportunidade na universidade; notamos a importância dessa questão apenas por meio do contato com o mercado. Por outro lado, somente a universidade pode, pela tradição em pesquisa,

resolver o problema. Ela que tem experiência em transformar um problema complicado numa solução simplificada.

Na realidade, o charme desse problema é que se lida com uma solução complexa; tem-se um elemento de base e quatro ou cinco componentes. Quando misturamos tudo, faz-se um coquetel que gera a extrema maciez da chapa e depois sua extrema resistência. Para que seja possível determinar composições, cinética de reações etc., é preciso modelar. Mas a empresa não estava preparada para essa modelagem, que é rotineira nessa linha de pesquisa. Então, essa conjugação gerou uma lese e, posteriormente, uma patente. Foi feita ainda uma segunda tese, que introduziu, pela presença do nióbio e de outros ingredientes, um subproduto interessante, que gerou outra patente. Hoje, isso é aplicado na Usiminas.

Esse é um exemplo interessante, porque alguns dos elementos contidos deveriam ter um controle de composição mais rígido e mais preciso do que aquele que era usual para a empresa. O carbono, por exemplo, deveria ficar entre três e cinco partes por milhão na linha de produção, e o nitrogênio precisa estar em concentração mais baixa ainda. A Usiminas acreditava que, embora fosse possível fazer isso em laboratório, seria complicado fazê-lo na produção de rotina. Mas, quando se trabalha com volumes grandes, é possível eliminar o excesso com mais facilidade.

Então, como a Usiminas conseguiu se adequar a essas concentrações? Em primeiro lugar, com a sofisticação do controle de processo e com a informatização desse controle. Por outro lado, ela investiu no controle da composição química, se equipando com aparelhos para espectroscopia de massa de íon secundários, inclusive tangencial, o que é mais sofisticado ainda. Para administrar isso, a empresa contratou físicos e doutores em física.

Um primeiro espaço interessante de jogo começa com a engenharia metalúrgica, mas isso se estende até o ponto em que a empresa sente a necessidade de contratar físicos. E isso levou a Usiminas a ter competência diferenciada no mercado na caracterização da composi-

ção de seus produtos, o que gerou uma metrologia mais sofisticada.

Alguns desses casos foram mais difíceis. Por exemplo, a análise de material de rolos de lingotamento contínuo, por exemplo. Quando se começou a fazer no Brasil lingotamento contínuo, em que as diferentes etapas de fabricação do rolo são integradas, para reduzir as paradas e o reaquecimento, os rolos trabalham em condições muito severas: a parte que está em contato com a chapa tem temperatura na faixa de mil a 1,2 mil graus: e, do outro lado, ela é resfriada a zero grau, assim permanecendo. O primeiro problema é que os rolos fabricados no Brasil não duravam mais que seis semanas, chegando, no máximo, até oito semanas. Esse trabalho consistiu, por um lado, em um problema sofisticado que é a modelagem de tensões térmicas e, por outro, em determinar o jogo das tensões térmicas e a cinética de evolução dessas tensões. Depois das pesquisas, todos os rolos fabricados no Brasil têm duração superior a dois anos. Após esse tempo, são substituídos por precaução. Isso foi feito em conjunto com a Usimec e com a Villares, que fabricam esses materiais. A tecnologia de fabricação de aço silício, via laminação, utilizada pela Acesita, é resultado de duas teses – e foram feitas ainda outras que a aperfeiçoaram. No processo desenvolvido, o material fica em alta temperatura por um tempo mais longo. Esse é um trabalho que acho especialmente elegante. No processo, foram desenvolvidas ainda ligas com memória, que hoje são utilizadas na iluminação pública de Belo Horizonte.

E, finalmente, o último exemplo: o aço inox colorido. Essa foi uma solução original dada no Brasil para um produto que tem soluções muito agressivas ao meio ambiente na Inglaterra e no Japão, porque trabalham com corrosão. A solução que obtivemos trabalha com impulsos elétricos, que modificam apenas a espessura da camada protetora. A camada protetora recebe um adicional, tornando-se mais protetora. Com a modificação de espessura, modificam-se as propriedades ópticas e gera-se um espectro de cores. Esse também foi um processo interessante, porque possibilitou o surgimento de

uma nova empresa, concebida de forma ambientalmente correta, pois os rejeitos são automaticamente insumos de outra empresa. Tudo foi bem articulado. Essa empresa está instalada na região do distrito industrial de Belo Horizonte, mas, por enquanto, o mercado dela é maior no exterior, sendo que 80% de sua produção é exportada, e o uso mais freqüente desse material é na arquitetura.

Uma interação bem sucedida usualmente não encerra a cooperação, mas a reinicia permanentemente. No caso dos aços coloridos, em especial, houve uma coisa interessante, porque o grupo que instalou essa empresa contratou todos os estudantes de pós-graduação que estão fazendo doutorado no assunto. Além disso, agora existe uma interação com os arquitetos que rendeu variantes interessantes. Uma delas é que essas cores são muito brilhantes, e os arquitetos pediram cores mais foscas; então, neste momento, os alunos estão trabalhando nesse problema de tratamento da superfície. É preciso que se tenha uma rugosidade controlada, uma topografia que ocasione dispersão da luz e que gere o efeito de sombra, ou seja, o efeito fosco.

A idéia de expor todos esses casos era dar um exemplo de uma atuação da pós-graduação no qual estão respeitados, de um lado, a lógica acadêmica, ou seja, um curso com perfil acadêmico e, por outro, o diálogo com o setor produtivo, que foi absolutamente instrumental nesse processo. Em primeiro lugar, ele torna o próprio curso de graduação muito mais interessante, porque, nessas dissertações de mestrado, agrega-se aluno de iniciação científica, o que dá uma vitalidade muito maior ao processo, além de gerar um material didático interessante. Isso foi avaliado, por exemplo, no cenário do Congresso da Associação Brasileira de Metais (ABM), com avaliação de consultores internacionais. A avaliação, em geral, é positiva, com bons frutos para todos os parceiros.

Temos algumas experiências dessa natureza, e isso foi possível combinando a postura inovadora da empresa com a qualidade acadêmica do grupo universitário. Esse relacionamento dá trabalho; não

podemos nos esquecer de que é preciso compreender claramente as diferenças entre as instituições, pois as duas instituições têm que ganhar. Os objetivos não são necessariamente os mesmos, mas pode se combinar o jogo de maneira a que todos os atores ganhem. O resultado foi a construção de uma cultura comum. Os cursos de extensão tiveram um valor extraordinário, porque criaram um fórum no qual a universidade descobriu um dinamismo na empresa que ela desconhecia, e a empresa descobriu uma competência desconhecida na universidade.

Expus um modelo de cooperação, mas há muitos outros. É um espaço aberto, é preciso avaliar cada situação para escolher a forma de interação adequada. A pós-graduação nessa leitura é decisiva, e ela ganha em eficácia. O sucesso dos estudantes envolvidos é maior do que esperávamos e gera conhecimento para a empresa. E há, finalmente, a questão da co-produção de tecnologia.

Na experiência do curso, a situação é pior quando há uma encomenda, pois o fato é que a universidade quase nunca produz exatamente o que a indústria esperava. A idéia de que haverá ajustes recorrentes é fundamental, e fazer isso em conjunto é a nossa experiência; digo nossa, porque faço parte do grupo, fiz parte do grupo, tanto nessa experiência de trabalhar sob encomenda quanto na de trabalhar em conjunto, que é muito melhor. Nesse diagnóstico, a co-produção em tecnologia tem um valor absolutamente distinto. Não interessa ao grupo trabalhar de outra forma, não queremos receber uma encomenda e entregar um produto. Queremos desenvolver a tecnologia em conjunto.

Esse tipo de trabalho significa também que é estabelecida uma relação e, nesse caso, ela é contratual através de uma fundação. Em Minas Gerais, são duas fundações que operam nesse sentido, uma é a Fundação Cristiano Otoni, e a outra é a Fundesp [Fundação de Desenvolvimento da Pesquisa]. Os contratos entre a universidade e a empresa precisam ser feitos através de uma delas, com modelo de remuneração padronizado, institucionalizado e absorvido cultural-

mente. Essa é a parte mais nobre do trabalho, mas se tem também prestação de serviços e uma gama de questões periféricas. Parte importante são os cursos dados; eles são uma experiência interessante, pois, por muito tempo, foi hábito dos docentes e pesquisadores que trabalhavam com desenvolvimento industrial dar cursos relacionados à pesquisa com intervenções em diversos lugares do Brasil.

Devido à sua presença internacional, a Gerdau começou a levar esses profissionais para dar esses cursos nos Estados Unidos e no Canadá, porque a siderurgia brasileira está muito à frente nesses aspectos. Ela já tem mais lastro; dessa forma, a empresa julgou conveniente levar os cientistas mais jovens, diretamente envolvidos na inovação tecnológica, para os pólos tecnológicos da área. Uma experiência curiosa é que a Arcelor está contratando o mesmo serviço, agora com a exigência de que esses profissionais falem francês, e ela providencia, naturalmente, o curso de francês. Dois ou três estudantes já foram levados para dar esses cursos na Bélgica, na França e em outros lugares, o que é uma experiência interessante de acolhimento da produção brasileira.

Sobre essa questão de oportunidade, embora o 'efeito China' e o 'efeito Índia' tenham ficado mais visíveis nos últimos sete ou oito anos, há uma questão interessante: se examinarmos o perfil de diferentes modalidades de implantação de grupos de pesquisas no exterior, nos últimos 30 anos, notaremos que ele segue um padrão com grande regularidade. A aceleração é maior agora, mas a curva vem desagregando a informação. E esse movimento afeta mais as empresas de origem européia do que as norte-americanas. Estas últimas ainda pesquisam mais que as européias. Porém, no cenário global, houve uma inversão do padrão. Em 1975, 2/3 das pesquisas eram feitas no interior das empresas e no país de origem, e 1/3 era feita no exterior. Atualmente, acontece o inverso: em 2005, 2/3 das pesquisas para desenvolvimento tecnológico do setor produtivo foram feitas fora das empresas e no exterior, e 1/3 é feito no país de origem.

Num trabalho recém-publicado pela [empresa norte-americana

de consultoria de estratégias] Booz Allen Hamilton, há um fato interessante: a análise das opções de destinos de 360 empresas que já anunciaram a intenção de, nos próximos três anos [de 2006 a 2008], instalar unidades de pesquisa em outros países. Naturalmente, a China domina, sendo que 95 empresas já estão implantando ou negociando a implantação de unidades de pesquisa lá. A Índia vem logo atrás, na preferência de 78 empresas. Em terceiro lugar, está os Estados Unidos, mas o Brasil está em 9º lugar. Onze empresas escolheram instalar suas unidades de pesquisa e desenvolvimento aqui. As empresas anunciam o motivo da escolha, e essa também é uma informação interessante: a escolha pela China, segundo a Booz Allen Hamilton, é fortemente marcada por dois fatores: um é o próprio mercado interno chinês, ou seja, a idéia de que parte do produto vai ser adaptado e customizado para a China; a segunda razão, de mesmo peso, é o baixo custo da mão-de-obra. Porém, no caso do Brasil, os dois fatores dominantes foram o mercado interno, com maior ênfase no mercado das classes C e D, e a alta qualificação dos recursos humanos, com um peso muito alto. Isso reproduz o pronunciamento de várias empresas. Citando apenas o exemplo da Arcelor, antes de ser comprada pela Mittal, ela estava negociando a instalação de um centro de pesquisa internacional no Brasil, pelas razões mais simples que são a pesquisa de qualidade e o custo baixo. O Google se instalou agora, criando seu primeiro laboratório de pesquisa na América do Sul, aqui no Brasil. Esse é o movimento atual.

A ABDI tem trabalhado na construção de ações estratégicas de maior envergadura, em que há um mercado forte, agregação de valor tecnológico intenso, necessidade de parcerias de diferentes setores, questões de financiamento pesado e uma engenharia financeira que o BNDES vai exigir.

Estudadas as condições de expansão de produção de etanol no Brasil, excluindo-se a Amazônia, bem como o Cerrado e a Mata Atlântica, e trabalhando sobre as condições de clima, declividade e irrigação, chega-se à conclusão de que o Brasil dispõe de muitas

vantagens para a produção do etanol. Existem sítios ideais do ponto de vista técnico para a expansão da produção do etanol: com isso, é possível gerar certo número de aglomerados. Esse projeto é para fazer crescer a produção. A produção do Brasil foi de 16 bilhões de litros de álcool no ano passado. Esse projeto é para aumentar a produção até 100 bilhões, gerando 153 bilhões [de reais] de aumento no PIB e aproximadamente 5 milhões de empregos. Uma intensa discussão internacional está sendo feita para que isso aconteça, o que resulta das discussões do Comitê Conjunto Brasil-Estados Unidos, que tem planejado a organização técnica disso. Para poder se transformar em uma mercadoria [*commodity*], o álcool vai ter que passar por uma série de protocolos, de caracterização e análise.

Para finalizar, gostaria de dizer que há uma agenda de problemas que é quase um convite para quem se interessa pelo assunto. Nesta minha fala, defendi que a pesquisa internacional descobriu um aspecto que na ciência brasileira tem sido mais lento. Perceber que a linha de pesquisa representa, de alguma forma, um compromisso entre o desejo e a oportunidade: ser capaz de respeitar o desejo, mas enxergar por onde ele passa nas oportunidades que existem de financiamento. Já começamos a fazer isso no Brasil, e um dos meus exemplos prediletos é o do Instituto de Matemática Pura e Aplicada (IMPA), no qual se fazia apenas teoria, mas onde há a preocupação de, ao testar suas equações, colocar, como condições de contorno, um líquido viscoso. Basta isso para que o programa seja financiado pela Petrobras. Fazer pesquisa pura sem perder de vista a aplicação. Isso é importante.



**MARQUES** | Os profissionais que formamos são excelentes, vêm de cursos que já têm uma história. Apesar disso, precisam de algumas adaptações para atuar em departamentos de P&D [pesquisa & desenvolvimento] de empresas de uma forma mais criativa. A aptidão para desenvolver novos produtos e processos que atendam a essa

demanda constante da competitividade global é necessária, mesmo que a empresa não exporte. Existe uma grande competição com as multinacionais capazes de usar seus próprios sistemas nos países de origem para desenvolver a capacidade de responder rapidamente ao mercado, ou seja, inovar para acompanhar as tendências. O mercado é extremamente competitivo atualmente. Pautada nisso, a ABDI vai formular uma agenda estratégica chamada Talentos para a Inovação, para propor mecanismos e ações que potencializem o aproveitamento das competências existentes e as diversifique, a partir da organização da pesquisa e da formação dos recursos humanos. Promover habilidades e competências necessárias para esse ambiente em que a inovação se tornou um fator de competitividade dinâmica fundamental, de médio e longo prazo. O objetivo é trabalhar essas questões num horizonte de dez anos. Mas, claro, respeitando o curto e o médio prazos também. Nesse projeto, foram desenvolvidas algumas metas. Uma delas é construir o mapa atual da situação brasileira no que tange à organização da pesquisa e à formação de recursos humanos consideradas de sucesso nessa integração com a indústria. A partir da construção desse mapa, será muito mais fácil divulgar para os outros setores da economia e para a comunidade acadêmica que é possível criar mecanismos de interação. Existem estratégias para isso; há vários casos de sucesso no Brasil.

Paralelamente a isso, a identificação de um padrão [*benchmark*] internacional está em fase de desenvolvimento. Estamos elaborando o trabalho com base no que outros países estão realizando agora, nos programas e nos instrumentos deles. Em termos de política mais global, eles incentivam esse tipo de formação. A França tem alguns exemplos de casos em que se possibilita aos estudantes de doutorado trabalhar melhor a aplicação dos resultados da pesquisa deles a situações práticas da indústria. Além disso, eles são encorajados a colocar em seus currículos, além do título da tese, as habilidades desenvolvidas no curso de doutorado. Isso para que, quando eles forem procurar emprego no setor produtivo, seja mais fácil para as

empresas identificarem em que partes da linha de produção eles se adaptarão melhor. É difícil identificar quais são as habilidades e as competências que o profissional adquiriu, avaliando apenas o título da tese ou do artigo. Por vezes, a empresa precisa de alguém que conheça o funcionamento daquele programa [de computador], que tenha a habilidade de manipular dados que os estudantes de doutorado desenvolvem. Porém, muitas vezes, não se podem extrair essas informações do título da tese.

Outros países, como a Irlanda, o Canadá, os Estados Unidos, a Coreia do Sul e a China, também têm uma série de ações. A ideia é juntar o mapa atual da situação brasileira com o resultado desse padrão internacional, avaliando o que outros países estão fazendo para a formação de recursos humanos, de maneira que eles atendam às necessidades de desenvolvimento industrial com foco na inovação. A partir daí, será montada uma agenda estratégica para apresentarmos ao CNDI, às agências de fomento, ao MEC e ao MCT, uma proposta de trabalho nacional de qualificação de recursos humanos, ao mesmo tempo em que essa cultura e esses casos de sucesso na academia e na indústria sejam divulgados. As áreas inicialmente trabalhadas serão física, química, matemática e engenharia. Foi feito um plano de trabalho e uma proposta para aqueles que queiram se juntar ao grupo de trabalho para discutir as questões.

A primeira é definir ações conjuntas futuras para que esse grupo de trabalho possa montar esse mapa atual na área de física. Depois, é preciso construir esse mapa em conjunto com a matemática, a química e as engenharias. Concomitantemente, será elaborado um documento, ao qual o grupo de trabalho terá acesso, e com o qual poderá colaborar com experiências e informações. Depois que isso estiver pronto, será realizado uma segunda reunião de trabalho, na qual os profissionais de todas as áreas envolvidas exporão seus resultados, porque é preciso que haja um consenso entre as áreas para apresentar os resultados a um grande número de pessoas. Como todos sabem, na biotecnologia, na nanotecnologia e até no desenvolvimento de etanol, será preciso

química, física, matemática e engenharias.

O mundo caminha para um ambiente mais integrado em termos de conhecimento e mais disciplinar. Com certeza, as competências que cada uma dessas áreas já desenvolveu no Brasil são fundamentais para que consigamos chegar a desenvolver e a continuar desenvolvendo áreas transversais extremamente importantes.

 **CURI** | A inovação começa a ser gerenciada já no processo de organização da pesquisa e passa a ser vivenciada pela empresa. Um dos pontos é como acontece essa movimentação, quais os obstáculos que ela enfrenta. O foco aqui [deste encontro] é o desenho de um mapa que descreve modelos, que aponta para iniciativas e políticas públicas governamentais e também para posturas e atitudes, seja do ambiente organizador da pesquisa, seja pelo ambiente empresarial. Essa perspectiva está sendo discutida para subsidiar, nessa primeira instância, o desenho de mecanismos capazes de institucionalizar e sustentar esse diálogo por meio de uma mobilização contínua entre a comunidade e os empresários, para explorar modelos de inovação e favorecer sua expansão e as políticas públicas em torno deles.

 **FARIA** | Uma experiência muito rica nesse sentido está acontecendo com a área de semicondutores orgânicos, inclusive junto à ABDI. A política industrial tecnológica e de comércio exterior do país foi desenhada colocando semicondutores como uma das áreas estratégicas. O problema é que colocar é fácil, mas fazer isso acontecer é diferente, e a nanotecnologia está na mesma situação. Um grupo de laboratórios de pesquisa na área de semicondutores, incluindo meu grupo, desenhou uma proposta para o Instituto do Milênio. A idéia foi procurar o setor empresarial para participar desse programa de pesquisa em rede, cuja atividade apresentava dispositivos de semicondutores orgânicos. Essa tecnologia era nova e

tinha um potencial extraordinário, e, ao longo de 20 anos, nota-se que a tecnologia nessa área vai atravessar o século 21. Já existem estudos de mercado mostrando o potencial dos primeiros dispositivos, que movimentarão dez bilhões de dólares já em 2008, e isso deve crescer exponencialmente.

Conscientes desse fato, procuramos o Instituto Genius, no final de 2001, e também o Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (Lactec), que estava com um programa inovador na Companhia de Energia Elétrica do Paraná (Copel). Eles participaram do Instituto do Milênio; então, começamos na área de pesquisa e fizemos uma exploração de mercado e de possibilidades para vincular a pesquisa, o desenvolvimento tecnológico e a área de inovação. Infelizmente, não funcionou da forma esperada, pois a direção do Lactec mudou com a mudança de governo, e eles não se interessaram mais pelo projeto. E o Instituto Genius começou a enfatizar outras linhas de atividade em que passaram a colocar mais ênfase em outros temas. Porém, o Instituto do Milênio continuou trabalhando, e, em novembro de 2004, foi realizado uma reunião de trabalho nessa área, chamada 'LEDs Orgânicos e Dispositivos de Semicondutores Orgânicos', para a qual várias empresas foram convidadas pelo MCT e pelo próprio Instituto do Milênio. Hoje, isso está descrito em detalhes na linha nanotecnologia na página do MCT. Como consequência dessa reunião, da qual participaram 40 empresas, o Instituto Genius voltou a se interessar pelo projeto. Realizamos juntamente com o Genius alguns projetos, inclusive um está em andamento, financiado pela Finep [Financiadora de Estudos e Projetos]. Com esse apoio, conseguimos agregar algumas empresas, e a mais ativa nesse projeto é a AGCM Condutores. Foi feito um estudo detalhado sobre como essa tecnologia estava se desenvolvendo nos institutos de pesquisa do exterior, nos Estados Unidos e na Europa principalmente. A partir desse mapeamento, estudado *in loco* nas empresas e com base em discussões com seus profissionais de desenvolvimento tecnológico e científico, elegemos uma tecnologia promissora e aberta. Resumidamente, depois de mui-

tas missões, escolhemos a tecnologia de uma empresa inglesa. Cabe ressaltar aqui que tivemos dois dias de discussão tecnológica na *Royal Society*. Essa reunião foi chamada *Brazil Day*, na qual apresentamos essa proposta para os grupos de pesquisas e empresas ingleses. Um desenho de mercado foi feito com base nessa discussão – nesse caso, é o mercado mundial, mas com interesse de uma empresa que fabrica determinado dispositivo no Brasil.

A ABDI está envolvida desde o início, e o CGEE está começando a se envolver agora nesse projeto, que tem muitos interesses com relação ao Brasil. Em primeiro lugar, temos mão-de-obra especializada, pois o Instituto do Milênio tem produzido mestres e doutores ao longo de muitos anos. Na década de 1970, quando se começou a falar em indústria de semicondutores no país, uma das falhas era justamente a formação de recursos humanos. Os locais que produziam pessoal competente eram concentrados em poucos institutos. Hoje, a situação é muito mais favorável. É uma tecnologia muito promissora, e vários dispositivos já foram realizados, inclusive a famosa Língua Eletrônica. Muitos aqui provavelmente já ouviram falar dela, que é um sensor líquido que serve muito para a agricultura e para a indústria de alimentos. Ele foi patenteado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária [Embrapa], e uma pequena empresa já começou a trabalhar na produção desses sensores. Isso foi desenvolvido no Instituto do Milênio em colaboração com a Embrapa. O pessoal do Instituto do Milênio, que depois foi contratado pela Embrapa, desenvolveu essa tecnologia.

Os grupos brasileiros desenvolveram tecnologias ligadas a outros sensores de radiação e de gás também, todos eles orgânicos e biosensores, que podem ser aplicados à tecnologia, à biotecnologia, à medicina, entre outras áreas. São materiais extremamente promissores, e todos com tecnologias inovadoras.

Há um campo enorme para criar, porque, a cada dia, o processo, a qualidade do material, a eficiência e o mecanismo melhoram. Além disso, pode ser aplicado em outras áreas; por exemplo, a conversão

de energia solar em energia elétrica. Esse é um dos grandes desafios enfrentados hoje. A energia solar é uma fonte inesgotável e limpa, mas patinha pelo custo. Já é possível utilizá-la com a célula de silício, que tem uma alta eficiência e torna a conversão possível, mas custa 50 vezes o preço da energia hidrelétrica, o que torna a utilização inviável.

Os orgânicos, por sua vez, já estão mostrando a possibilidade de adquirir um custo competitivo. Pesquisadores e empresas do mundo inteiro estão investindo nisso, e essa é uma grande oportunidade para o Brasil.

Outro ponto importante é a eletrônica molecular, que, sem dúvida, é a eletrônica do futuro. Ela está muito próxima; em breve, as oportunidades são enormes.

Esse é um conjunto de nichos que o Brasil precisa aproveitar.



**BARRETO** | O que poderia facilitar a absorção mais rápida desse processo pelo setor privado? A demanda não está organizada para isso, a oferta tem que organizar a demanda ou a demanda é que tem que organizar a oferta? E incentivo externo, como isso se dá?



**FARIA** | A maior dificuldade é a questão da consciência dos brasileiros na academia. Fiz uma palestra na Escola Politécnica [da USP], aconselhando-os a investir nessa eletrônica. Eles não seguiram o conselho. Na mesma época, fiz uma palestra na Universidade de Bangor [Grã-Bretanha], chamando atenção para o mesmo assunto, dizendo que essa eletrônica era uma tecnologia do futuro. Hoje, eles têm um laboratório maravilhoso. Disso, conclui-se que somos leigos aqui no Brasil.

Se é assim na academia, nas empresas é ainda pior, pois elas têm uma cultura de pouca inovação, embora esse panorama esteja mudando. É preciso trabalhar com consciência.

A segunda dificuldade é a descapitalização das empresas bra-

sileiras, que poderiam colocar muito mais dinheiro na pesquisa se houvesse mais capital. Não somos um país rico, e essa também é uma questão, e nisso o papel do governo é fundamental.



**BARRETO** | Qual é nossa vantagem competitiva nesse processo?

O que lhe dá a segurança de que temos um diferencial nisso?



**FARIA** | O Brasil tem um diferencial, porque temos muitos profissionais qualificados. A Cambridge Display Technology tem uma tecnologia praticamente pronta e está procurando vários países, especialmente do hemisfério Sul, para fixar essa tecnologia. Representantes deles vieram à Reunião de Trabalho [*Workshop*] do Milênio e ficaram entusiasmados, porque viram que havia 200 pesquisadores e um número enorme de doutorandos. Acharam o desenho que a ABDI está fazendo para o governo brasileiro interessante e elegeram o Brasil como o país do hemisfério Sul no qual a tecnologia deles será introduzida, porque querem pulverizá-la – é uma tecnologia aberta.

Estamos fazendo o maior esforço para juntar isso, principalmente porque é uma tecnologia bem aberta. A vantagem hoje é que ela é estratégica. Em São Carlos [SP], temos uma unidade-piloto, um laboratório, mas, para colocar um produto no mercado hoje, é necessário no mínimo 100 milhões de reais, o que não é tanto dinheiro assim.



**PEREZ** | Trabalho numa empresa que desenvolve tecnologia na universidade, através do mecanismo de parceria, e explora todo o potencial dessa relação. É uma empresa de biotecnologia na área de saúde humana, extremamente competitiva no mercado internacional, que desenvolve uma tecnologia para o tratamento de câncer. É possível perguntar por que isso seria feito no Brasil ou quais vantagens

conseguiria a universidade ao investir nisso. Primeiramente, acredito que é muito vantajoso, porque a universidade tem competência para fazer isso; depois, porque há instituições com pesquisadores de excelente qualidade.

Com relação ao *Brazil Day*, na Inglaterra. Estive lá, e a frase que mais me impressionou foi a de um cientista inglês que falou sobre a dificuldade de criar parcerias entre universidades e empresas na Inglaterra, porque a universidade inglesa, assim como a brasileira, tem sérias resistências culturais a esse tipo de associação. Por isso, é preciso olhar de forma cuidadosa para o modelo europeu. Esse é um ponto importante. Insisto que a melhor forma é trabalhar sob demanda. Nossa empresa, por exemplo, só faz demanda. Quando precisamos de algum serviço de um laboratório de biologia celular, vamos ao Butantan e pedimos para que o laboratório faça. Para alguma outra necessidade, posso ir à Faculdade de Medicina [da Universidade] de São Paulo, ou seja, a empresa define o que precisa e solicita isso ao laboratório. São parcerias boas, do tipo ganha-ganha. E não estamos pedindo serviço para a universidade: ela cumprirá seu papel, publicando artigos, e a empresa vai ter o que necessita. Isso é importante, a parceria não desvia a universidade do cumprimento da missão dela. O objetivo aqui é formar recursos humanos para inovação, pois a melhor forma de transferência de conhecimento da universidade para a empresa é pela formação de recursos humanos, treinados na fronteira do conhecimento e familiarizados com os métodos de pesquisa.

Para desenvolver uma física para a inovação, o ideal é ensinar bem a mecânica quântica, a mecânica clássica, a termodinâmica e a mecânica estatística, porque esse será o físico que vai contribuir para a inovação, assim como é o bom biólogo que vai estudar biologia celular e bioquímica.

Outra vantagem competitiva é que os custos são muito baixos aqui. Inclusive, através do mecanismo de parceria, eles se reduzem a zero, pois é possível pagar equipes enormes com bolsas, além de a empresa não precisar pagar passivos trabalhistas e impostos. Em nenhum outro

lugar do mundo isso é possível. O Brasil tem algumas vantagens de financiamento público que poucos países do mundo têm. Os mecanismos que o governo criou para financiar as parceiras, por exemplo, pela Fapesp ou Finep, são muito importantes.

A parceria é um instrumento valioso, especialmente em um país que não tem recursos humanos em profusão. Se uma empresa precisa de alguém para fazer anticorpos monoclonais, há apenas meia dúzia de pessoas no Brasil com essa competência. Às vezes, é preciso garimpar, e na maioria dos casos esse profissional está na universidade. E a empresa não consegue tirar esse cientista da universidade, porque não é possível competir com um emprego estável; as pessoas não assumem esses riscos. Então, há uma dificuldade aí.

Diante disso, fazer a parceria com a universidade é uma opção muito natural no Brasil, quase que necessária. Nesse contexto, é preciso considerar a questão da propriedade intelectual, muito complicada quando se trata de uma parceria. Nossa empresa, por exemplo, não faz nenhuma parceria em projetos em que será feita propriedade intelectual *a priori*, porque não sabemos como se licencia isso. Nesse aspecto, há uma zona cinzenta muito séria.

Com relação à questão da cultura, acredito que esse tipo de evento é mais importante para criar uma cultura de inovação do que para formar recursos humanos. Lembro da declaração da pesquisadora Mildred Dresselhaus, inventora dos nanotubos e que já foi diretora científica do departamento de energia do MIT [Instituto de Tecnologia Massachusetts] à TV Cultura. Segundo ela, no MIT, é muito comum você encontrar bons alunos que têm dificuldade de terminar seus cursos porque estão muito envolvidos com suas empresas. É uma cultura diferente. No dia seguinte a ter visto essa entrevista, fiz uma experiência, aqui no Instituto de Física (da USP). Em minha aula de mecânica quântica, perguntei: "Quantos de vocês sonharam em ter uma empresa?" Os alunos olharam para mim e acharam que eu era um 'ET'. Acho que eles pensaram: "Por que ele não dá aula de mecânica quântica e pára de chatear com perguntas que não têm nada a ver?"

Essa questão da cultura acadêmica é séria, assim como na Inglaterra. Acredito que a Lei de Inovação fez um progresso muito grande em relação a isso, mas ainda não é suficiente.

Na questão da formação em física, acredito que o importante é formar bons profissionais. Preparar os alunos exclusivamente para o mercado não é o ideal, porque nem mesmo as indústrias sabem que tipo de habilidades serão exigidas no futuro. É preciso formar gente qualificada. O físico tem especificidades, tem a capacidade que poucas áreas têm de conseguir dialogar com praticamente todas as outras áreas, como biologia, matemática, química e engenharia. A formação em física é uma preciosidade importante para o sistema de inovação do país. Tenho alunos que fizeram mestrado e doutorado em física. Um deles foi trabalhar no projeto de privatização das 'teles', depois de fazer um pós-doutorado na Universidade Princeton [Estados Unidos]. Outro é professor de matemática financeira e tem um livro importantíssimo sobre fundação teórica de finanças corporativas. Há ainda um que é professor titular em Los Angeles.

Nunca formei ninguém para inovação na minha área. Eu provava teoremas e ganhava a vida fazendo isso. É assim que a universidade tem que funcionar, provando teoremas e formando profissionais qualificados. E, finalmente, é preciso entender que essa questão da parceria é essencial. Estou muito otimista, pois o país está vivendo um momento estimulante para a inovação tecnológica.



**FAZZIO** | Uma preocupação que aparece quando queremos comparar o Brasil com o Primeiro Mundo é a seguinte: estamos formando hoje 250 doutores, altamente qualificados. Concordo que é preciso ter visão da demanda. Temos que formar os recursos humanos, e essa é a função da universidade. Entretanto, observando dados atuais da Sociedade Norte-americana de Física, é possível ver como o diagrama é completamente diferente do nosso. Para onde vão nossos doutores? Estão permanecendo somente na academia. Então, concordo com a questão da demanda, mas

a primeira preocupação da Sociedade Brasileira de Física é a formação de recursos humanos altamente qualificados. Há, porém, o ponto relativo ao entrave da cooperação.

 **PEREZ** | Falta uma personagem muito importante no sistema de inovação do Brasil, que existe em profusão nos Estados Unidos e relativamente pouco na Europa. Isso explica também por que a Europa é mais atrasada tecnologicamente, embora o investimento público em pesquisa seja o mesmo que o dos norte-americanos. A questão do 'empreendedorismo' falta na cultura europeia, e também a figura do anjo investidor. Isso falta muito no Brasil.

Há empresas de capital de risco, cuja cultura é arriscar no mundo inteiro. Saiu um artigo muito interessante na revista *The Economist* sobre o papel dos anjos investidores, ou seja, indivíduos que colocam dinheiro de capital de risco na pesquisa. Ele é uma figura-chave. Tive sorte, porque consegui dois investidores na empresa, um é o Emílio Odebrecht. Mas são pessoas físicas, não são empresas de capital de risco, e estas faltam no Brasil.

O governo tem uma ação importante em várias áreas, que é remunerar esse tipo de risco com isenções fiscais, aceitando que as empresas ofereçam garantias e empréstimos que venham de um anjo investidor. Há uma série de mecanismos de estímulo, mas ainda é uma personagem que falta no país.

 **SHELLARD** | Como achar as empresas que procuramos? Esse não é um processo trivial.

 **BARRETO** | Não falta dinheiro, faltam bons projetos. Não faltam também anjos investidores, pois eles estão aí e estão organizados. Falta muito essa reflexão: como aproximar essas duas sociedades?

Acredito que é disso que estamos tentando discutir nesta segunda oportunidade de discussão [a primeira ocorreu em Brasília, entre 12 e 13 de dezembro de 2005]. Mas ainda há muito mais para ser feito. Os dois elementos já são elementos pertencentes à nossa sociedade.



**PEREZ** | Concordo que existe mais dinheiro do que projeto. O problema é que essa visão de apresentação do projeto, mesmo quando vem do ambiente acadêmico, é muito ruim, pois não há uma análise de mercado. Na verdade, não há uma cultura de analisar mercado. Consegui algo importante no processo de criação de uma empresa, que foi uma parceria com o MIT. Frequentava o Departamento de Física do MIT; depois, fui para a Escola de Administração Sloan, porque o MIT tem um programa com ela. Nesse programa, se a empresa escolhida gostar da apresentação da proposta, recebe uma consultoria gratuita do MIT. É um bom negócio, pois são estudantes de MBA que fazem esse curso e têm obrigação de apresentar um trabalho – empresas do mundo inteiro competem para serem escolhidas.

Pedi um produto importante do ponto de vista do mercado que era um *valuation mode*. Aqui não é feito esse tipo de análise; os programas de pequenas empresas não exigem isso na Fapesp. É preciso entender que inovação não é uma invenção; há a questão do mercado, é preciso fazer uma avaliação clara. É um modelo muito interessante que nunca tinha visto, mas que é comum num ambiente de negócios. O processo é dividido em etapas, cada etapa tem um custo, uma probabilidade de sucesso e, depois, no fim, vê-se qual é o retorno. Dessa forma, é possível avaliar qual é a expectativa daquele produto em cada momento.

Quando vamos falar com um anjo investidor, não precisamos levar uma idéia. Essa é uma colocação-chave. Não adianta ter a invenção, é preciso aprender a dialogar e envolver outras pessoas. Nesses ambientes de inovação, é preciso saber direito como funciona o negócio. Uma análise interessante foi feita pela ONG Endeavor com as empre-

sas participantes do programa de pequenas empresas da Fapesp. Eles concluíram que esses empreendimentos têm bons inventores, mas péssima noção de negócio. Eles não sabem fazer a gestão, a avaliação, defender a propriedade intelectual; enfim, não sabem negociar, o que é parte do processo. Não é só inventar; se vamos pensar em alguma estrutura para ajudar a pessoa que quer inovar, precisamos mudar um pouco essa linguagem.

Portanto, a questão do 'empreendedorismo' tem que entrar em pauta; o empreendimento tem que fazer parte do vocabulário.



**VIEGAS FILHO** | Os *trade floors* recolhem as informações do mundo inteiro de certos mercados, juntam-nas e vêem onde há ligação de oportunidade. Então, o que o MIT faz, buscando e incentivando empresas, é saber o que cada um tem de *expertise* e ter um grupo seletivo que faça essa ligação, pois a conversa entre empresários e a comunidade inteligente não é amigável, porque a linguagem é diferente e não porque a gente não queira conversar. Falamos línguas diferentes e, por mais que tentemos fazer reuniões para discutir isso, as únicas pessoas que conseguiram captar as duas línguas são profissionais treinados num grupo focado, e esse grupo tem que ser muito bem selecionado e com uma estrutura variável e multidisciplinar, para entender as duas cabeças.

Não serei chamado pelo físico, porque não entendo o que ele está dizendo, e ele não me entende. Daí surge um paradoxo: há dinheiro sobrando? Há. Mas falta dinheiro disponível quando queremos fazer algum projeto.

Então, pode surgir daqui a formação de um grupo para isso.



**RESENDE** | Não se entende claramente o que é inovação. Inovação significa transformar conhecimento em produto e só é possível fazer isso na empresa. A universidade e o instituto de

pesquisa nunca vão transformar conhecimento em produto, porque produto é uma coisa que tem que ser produzida em escala, para vender a um público amplo.

O produto não precisa apenas funcionar, ele tem que funcionar muito bem. Então, quando se fala em inovação, é fundamental lembrar que inovação não é tecnologia, inovação não é ciência. Inovação é produto, é algo que se vai construir, produzir em escala e vender. Há uma grande confusão com relação a isso, e falarei aqui de forma bastante franca, pois não quero agradecer, quero provocar.

Fico muitas vezes incomodado quando vejo agências de inovação sendo criadas em universidades, porque isso é estranho. O MIT fez uma reunião de trabalho há alguns anos, no Rio de Janeiro, sobre propriedade intelectual e mostrou claramente que patente não é um bom negócio para a universidade. Essa é a provocação.

No que diz respeito à questão de fazer a ligação entre a universidade e a empresa, é preciso considerar diversos fatores. O primeiro deles é o seguinte: o tamanho da empresa, e até agora essas facilidades valem para micro e pequenas empresas, mas não valem para as outras empresas como as médias e a grandes, pois elas trabalham de forma diferente. A média trabalha de uma forma, e a grande trabalha de outra.

Sou de uma grande empresa, a Embraer. Portanto, esse último caso conheço muito bem e digo que a interação com a grande empresa só é boa se for institucional. Dessa forma, a Embraer se relaciona institucionalmente com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas [IPT], com a USP ou com a Politécnica [da USP]. Numa microempresa, essa relação institucional não é necessária, pois a relação entre o presidente da empresa e o pesquisador da universidade basta.

É preciso produzir modelos de interação diferentes para pequenas, médias e grandes empresas, pois tentar usar o mesmo modelo para as três situações não dará certo.



**APARTE** – Inovação é algo que muitas vezes não tem vantagem econômica. Tenho algumas cifras interessantes, cuja análise é válida. A indústria de petróleo representa 2 trilhões de dólares no mundo; a indústria de telecomunicações corresponde a 1,5 trilhão de dólares. A primeira funciona com relativamente pouca inovação. Isso porque, quando se compara, por exemplo, telecomunicações e petróleo, as patentes das 30 maiores empresas norte-americanas estão quase completamente concentradas na área de telecomunicações. Naquela lista, não há nenhuma patente em petróleo.



**RESENDE** | Permita-me discordar. A Petrobras é uma das superinovadoras aqui no Brasil. Além disso, patente não é sinônimo de inovação. Muito pelo contrário. Exemplos de patentes no setor farmacêutico e no setor eletrônico dizem isso. De cada dez patentes apresentadas, provavelmente nove são para despistar, sendo apenas uma a que representa inovação tecnológica.

Como descobrir o que o concorrente está fazendo? Olhando para as patentes. Então, se as empresas aplicam apenas a verdadeira inovação, o concorrente sabe exatamente o que ela está fazendo e vai tentar superar. Por outro lado, no lado aeroespacial, no lado aeronáutico, não se faz patente, fazem-se inovações em segredo.

Estou sendo conscientemente provocador, porque esse é meu papel aqui. Minhas posições pessoais não são tão radicais, mas as institucionais são.

Trabalhar com demanda, essa é uma das poucas estratégias que funciona para qualquer tipo ou tamanho de empresa. Para trabalhar bem com a universidade, em qualquer setor, é sob demanda, ou seja, a empresa tem que saber o que ela quer e construir um projeto junto com a universidade para que aquilo seja feito. Esse negócio de a universidade oferecer raramente vai dar certo, porque precisa haver uma coincidência de desejo entre o que a empresa quer e o que a univer-

sidade está oferecendo. E o desejo dessas duas partes normalmente não coincide, porque a empresa está olhando para o mercado, não para o conhecimento. As duas instituições olham através de ópticas diferentes. A universidade está olhando pela óptica do avanço do conhecimento.

Para mim, esse é um dos grandes problemas de comunicação – e que existe nos dois lados – e que dificulta o aumento da interação entre a universidade e a empresa. A empresa precisa saber onde ela precisa chegar, precisa ir até a universidade com uma demanda clara e específica. E a universidade precisa entender que esse é o modo prioritário de trabalhar.



**VIEGAS FILHO** | Vou ajudar a provocar um pouco mais, porque as universidades precisam primeiramente se educar e aprender que só devem trabalhar para o mercado através das empresas e não criar empresas dentro delas próprias e que serão concorrentes da indústria, porque isso inibe as empresas de ir às universidades. Posso citar aqui diversos exemplos. Chegou a ter em São Paulo um decreto – não sei se ainda está em vigor – que proibia o IPT de trabalhar no mercado em que as empresas privadas atuavam. Isso porque, há aproximadamente 20 anos, o IPT era um concorrente feroz no mercado. Hoje, acho que isso diminuiu muito, e o IPT trabalha nas áreas em que a empresa privada não quer atuar, não pode e não deve, porque não há mercado para elas.

A competição inibe a iniciativa privada de procurar a universidade, porque ela é vista como um concorrente.



**RESENDE** | O relacionamento entre empresa e universidade passa por três temas muito distintos: o primeiro é o ensino, que é um tratamento básico; o segundo é a pesquisa; o terceiro é consultoria e serviço. Vou dar um exemplo específico da Embraer. Quando

começamos a fazer parcerias em pesquisa com a universidade, o primeiro grande obstáculo enfrentado foi o das fundações, porque a fundação queria tratar uma parceria como se fosse um serviço. Passamos um ano lutando com elas e chegamos a um consenso. Então, por exemplo, na hora de fazer uma parceria, a remuneração da hora do pesquisador envolvido é 70 reais. Se for consultoria, ela será de 300 reais. É uma diferença muito grande entre uma coisa e outra.

Outro exemplo. Quando se conversa com uma fundação para contratar um serviço, ela tem um pedágio, uma espécie de taxa. Se alguém compra uma consultoria da universidade, através da fundação, ela pode cobrar 40%. A única questão envolvida é se a empresa está ou não disposta a pagar. Mas, em um trabalho de cooperação, a fundação não pode querer cobrar mais do que 15%, e o ideal é que seja 10%. Isso acontece porque em uma se fala de serviço; na outra, de cooperação, de parceria, em que ambos os lados estão ganhando.

Entender qual o tipo da relação que será criada entre a universidade e a empresa também é muito importante. Um é ensino; outro, pesquisa; outro, serviço. São coisas totalmente distintas e que requerem tratamento distinto.



**APARTE** | Acho que ensino e pesquisa estão em um primeiro grupo, e consultoria e serviços estariam em um segundo grupo. Na realidade, o que acontece é a invasão da área de consultoria, porque pessoas não só não conseguem se ocupar em tempo integral em suas atividades de ensino e pesquisa, mas também não têm uma remuneração adequada com essas obrigações.

A saída tem sido muito pelo lado de consultoria e serviços. Isso não acontece só no IPT; isso acontece, por exemplo, na Fundação Getúlio Vargas diariamente.



**RESENDE** | Mas está dentro do modelo da universidade. No MIT,

alguns professores só ganham nove meses, os outros três meses eles têm que ganhar fazendo consultoria. Esse é o modelo do MIT e depende muito do modelo da universidade. O último ponto importante é que há o ensino, a pesquisa e a consultoria. Principalmente a grande e a pequena empresas – a média empresa não faz tanto isso – têm dois tipos distintos de atividade e que normalmente são chamados P&D. Um deles é a atividade de desenvolver um novo produto ou um novo processo, e o outro é realmente a pesquisa aplicada, não a básica.

Pesquisa básica nas empresas é raríssima atualmente. A IBM faz isso, mas, de modo geral, mesmo as grandes empresas não fazem mais pesquisa básica. Delegam essa responsabilidade para a universidade, pois entendem que isso é competência delas. Porém, é preciso que a universidade entenda que P&D representa duas coisas: uma é desenvolver produto; outra é fazer pesquisa aplicada.

A cooperação com a universidade é mais forte na pesquisa aplicada, porque o desenvolvimento de produto, principalmente em relação à grande empresa, só exige consultoria e serviço. Numa pequena empresa, tem-se uma participação muito grande da universidade no desenvolvimento de produtos, porque ela é pequena e está usando o mecanismo de bolsas para desenvolver produtos, inovar. Ela não tem condições de contratar esses profissionais altamente qualificados: então, precisa usar bolsas, não tem condições de ter uma equipe interna, porque não terá dinheiro devido a todos os encargos de impostos e incentivos.

A média empresa não faz pesquisa, embora precise. Ela faz apenas desenvolvimento, porque não terá dinheiro para fazer pesquisa. E ela já não consegue se beneficiar do programa de bolsas; ela precisa, mas não pode, está estrangulada nesse ambiente.

Resumindo, duas coisas precisam ser feitas no Brasil para que essa situação melhore. A primeira é que governo e a universidade precisam entender que a média empresa é muito mais prioritária hoje do que a microempresa, porque a micro e pequena empresa já estão com um bom ambiente de desenvolvimento. A média empresa

é que não está sendo beneficiada. Além disso, é fundamental ter uma equipe interna para fazer o diálogo. Se não existir equipe de desenvolvimento de produto e processo na empresa, com quem que a universidade irá dialogar?



**VIEGAS FILHO** | Acabamos de fazer o plano estratégico de 2007 e pela primeira vez tiramos a meta de fazer pesquisa, porque todo ano não conseguimos cumprir a meta de pesquisa; então, resolvi tirar essa meta.

O que acontece? Não conseguimos recursos para a pesquisa; na verdade, a última vez que conseguimos foi há três anos, do CTPetro, numa briga feroz para conseguir 1,5 milhão de reais. Concorro, nossa empresa de tamanho média não tem acesso a recursos para pesquisa. É lamentável, mas concordo totalmente.



**MIRRA** | Há dados interessantes na questão da interação universidade e empresa no Brasil. Há uma experiência muito interessante na Anpei, que foi uma parceira muito presente na construção do que chamamos Portal Inovação. Ele já pode ser acessado na ABDI, mas está em fase de construção.

Uma das coisas que fizemos nesse portal foi traduzir o currículo dos pesquisadores, que estão disponíveis na plataforma Lattes, para outra linguagem, que explicita as habilidades e a experiência prévia dos pesquisadores do ponto de vista de cooperação ou de geração de produtos. Há um esforço de hierarquização, ou seja, colocar os currículos de forma que se perceba quem tem maior envolvimento, porque a base Lattes tem mais de 600 mil currículos em situações muito diferenciadas, desde pesquisadores de alto nível, pessoal médio, estudantes e até de pessoas que gravitam em torno dessa cultura.

Na construção do Lattes, tivemos uma contribuição importante de empresas com as quais dialogamos permanentemente. E a Anpei

também nos ajudou a mobilizar as empresas de diferentes recortes, portes e áreas de atuação. O curioso é que percebemos um grande número de pesquisadores relatando voluntariamente os contratos que têm com empresas, mesmo que o Lattes não os obrigue a isso.

Houve grandes surpresas, como no diálogo com a Siemens. Essa empresa se surpreendeu em encontrar 384 relações contratuais. Obviamente, ela tem uma visão do conjunto, mas não tinha essas informações organizadas. Mas, claro, que o campeão absoluto é a Petrobras, que tem cerca de 3 mil contratos institucionais. A institucionalização dessas relações é vital. Esses contratos da Petrobras cobrem todas as regiões do país e todas as áreas do conhecimento. Os contratos estão mais concentrados nas engenharias e na região Sudeste, mas eles podem abranger todas as áreas do conhecimento: meio ambiente, direito, literatura etc., o que reflete o porte da empresa.

Mas o elenco de relações, embora seja uma amostragem, é muito significativo de uma forma geral. O número ainda é relativamente modesto, dos 60 mil doutores, 11 mil registram cooperação com empresas. Não é desprezível, mas 11 mil representam cerca de 1/6 do total.

Dos 380 grupos de pesquisa, 280 registram cooperação com as empresas. O mapa completo ainda não está pronto, mas a indicação é de que a relação é maior em determinadas áreas ou instituições. Em alguns casos, já existe comprovação. Um exemplo é a UFMG, que mapeou recentemente as interações. Ela está organizada em 104 departamentos e centros. Observou-se que todos esses departamentos tinham alguma relação contratual com empresas ou com outras instituições do ambiente externo. Dessas relações contratuais, 72% estavam nas engenharias e na economia, mas todas as outras áreas tinham alguma. Uma informação surpreendente é que, por exemplo, o Departamento de Filosofia tem contrato com uma empresa. Ele oferece curso de filosofia para a Mannesman. Esse diálogo, aparentemente, é maior, embora ainda esteja desestruturado e certamente não esteja aproveitando as melhores oportunidades.

Concluo convidando a todos a acessar o Portal Inovação e nos ajudar a construí-lo. Ele é interativo e agora começa a ganhar corpo, porque o edital de subvenção das empresas colocou como condição que elas se cadastrassem no portal. Isso deve dar maior proporção ao projeto, como aconteceu com o currículo Lattes.



**MARZANO** | Acho que é preciso pensar em alguns outros tópicos importantes. Em primeiro lugar, é fácil falar em fazer pesquisa para empresa de áreas que já atuam no Brasil, mas e quanto às áreas nas quais a indústria brasileira ainda não entrou? É necessário um esforço diferente, senão não saímos do zero. Indústria de semicondutores, por exemplo, ainda não existe no Brasil. Quando se trata de investir em áreas nas quais ainda não temos conhecimento, é preciso ter especificidade de investimento e disponibilidade de recursos humanos.

Outra coisa importante é que as bolsas disponíveis hoje não seguram ninguém na indústria. Como sustentar alguém na empresa com uma bolsa de mestrado de 1.050 reais? Alguém falou sobre a França, mas esse país paga integralmente o profissional, enquanto este está na empresa, por cinco anos, enquanto ele estiver fazendo doutorado. A partir daí, ele passa a ser responsabilidade da empresa. Esses são mecanismos extremamente importantes nessa área.

Discordo que tenhamos recursos financeiros em abundância. Vejamos o que o ITRE [Comitê de Indústria, Pesquisa e Energia do Parlamento Europeu] investe. São US\$ 4,5 bilhões de dólares de investimentos só no ITRE. Investimos muito pouco no Brasil. Então, como se monta uma linha de produção inédita no país, algo que ainda não tenha sido criado por outro, se não há dinheiro? Não tem como fazer isso, porque existe a disponibilidade de uma série de processos para se fazer uso, mas a própria empresa que vende o processo hoje não sabe o rendimento dele. Ela não tem uma linha de produção, isso é uma tecnologia nascente. Então, da mesma forma que existe o semicondutor inorgânico, existe o semicondutor orgânico.

Há uma *joint venture* entre a Siemens e uma empresa da Alemanha que desenvolveu um circuito integrado chamado RFID [sigla para Identificação por Radiofrequência], feito com rotogravura, tudo com polímero orgânico. O custo desse material vai ser baixíssimo, e isso vai modificar radicalmente uma série de comportamentos. Esse mercado, na minha visão, tem um potencial monstruoso no futuro.

E como é que isso funcionou? O governo alemão investiu nisso para chegar a esse resultado. Se quisermos disputar mercados de tecnologia de ponta, e não investirmos, não vamos conseguir. Não basta formarmos recursos humanos, acho que os profissionais formados têm que ser de muito bom nível, em primeiro lugar. Em segundo lugar, é preciso centralizar ações no governo para assuntos que são efetivamente estratégicos para o país, ou seja, precisa de vontade política.

Participo da área de semicondutores há 35 anos e tenho visto discussões variadas sobre potencialidades da área, mas ainda não vi nada acontecer, pois falta ação. Precisa-se de recursos, de ação e de acesso ao mercado. Esse é outro problema. Ninguém está falando aqui de acesso ao mercado, mas não adianta produzir o melhor produto do mundo e tentar vender para uma multinacional. Ela vai trazer o produto da matriz dela, e a decisão não é tomada aqui.

Podemos inovar, mas, depois, para quem você vende?



**RESENDE** | Não basta ter uma invenção, não basta ter uma idéia, é preciso ter a noção de mercado. Tenho um último comentário. É uma provocação mesmo, é uma quebra de paradigma. O doutorado não é relevante para a área de desenvolvimento; para fazer pesquisa aplicada, ele é importante, mas não essencial; para a pesquisa básica, é fundamental. Isso é uma quebra de paradigma baseada em experiência pessoal. sou doutor, vivo em ambiente empresarial e sei o que é desenvolver produto de alta tecnologia que compete mundialmente. Somos os terceiros no mundo.



**MISSEL** | Passei dois anos na Califórnia trabalhando em uma indústria de gravação magnética. Trabalhava no grupo de *design*, que tinha dez pessoas, das quais quatro chineses, três indianos, um búlgaro, um romeno e um brasileiro – no caso, eu. Para mim, é perfeitamente óbvio: essa empresa tinha mil engenheiros na Califórnia e dez mil pessoas trabalhando na Tailândia. A fração de pessoas da América Latina era muito pequena. Acredito que eram três: um colombiano, um argentino e eu. Então, é impossível imaginar que vamos ter aqui uma indústria de gravação sem ser inserido no contexto global. A política da Fapesp de limitar o número de pós-doutorados no exterior acaba restringindo as pessoas, e é um dos fatores que causam isso na minha opinião. Ela não permite que os profissionais saiam do Brasil para ver o que é feito fora daqui. Acho fundamental a interação com o resto do mundo, e, se a indústria de semicondutores não cresceu, é porque não temos pessoas trabalhando.



**TRAVA-AIROLDI** | Acredito que não existe pequena empresa de inovação no Brasil. Esse é outro problema, bem mais sério que o da média empresa. Fiz um estudo no MIT, na [Universidade] Princeton e no Caltech [Instituto de Tecnologia da Califórnia], onde trabalhei. O que existe lá é a criação de pequenas empresas, e a grande maioria dessas pequenas se tornou média. Das que não se tornaram média, a grande maioria foi absorvida pelas médias e não pelas grandes. É claro que não dá para trazer essa cultura diretamente para cá, mas, de qualquer forma, procurei realizar esse modelo de pequena empresa, como ela deve ser criada, a partir do conceito fundamental de criação, que vem mesmo da física. E só criaria uma empresa se fosse um produto absolutamente inovador.

Trabalhei muito por isso, e felizmente conseguimos. Isso é o que falta, a inovação de alto valor agregado para transpor nossas fronteiras com mais facilidade. Esse programa de subvenção da Finep seria o programa ideal para a minha empresa, se já existisse em 1990, quando

voltei dos Estados Unidos.

Não tem ninguém da Fapesp aqui que naquela época pertencia ao comitê, mas me rechaçaram por ter essa idéia de desenvolvimento, de que se criasse algo que chegasse à sociedade.

A verdadeira pequena empresa que inova não existe no Brasil. Esse é um problema muito sério. A partir dessas iniciativas, empregam-se pessoas, principalmente doutores.

Em relação às dificuldades de buscar dinheiro etc., isso existe e é um dos fatores que bloqueiam a criação de pequenas empresas de inovação tecnológica. Coloquei esse problema, porque ele é fundamental e sério. Posso dizer isso por experiência pessoal.



**MARZANO** | Quando criamos modelos no Brasil, são aqueles com 400 elos de restrições, e aí se acaba descobrindo que o recurso apenas virá 'se'. E aí começam as restrições: se não tiver um processo no [Ministério da] Fazenda etc. E o que acaba acontecendo? Os recursos podem ir para quem é novo. Isso acontecerá mais dificilmente para quem tem certo tempo de vida no mercado brasileiro. Esse é o primeiro problema.

O segundo é sobre os recursos não reembolsáveis, que, na verdade, são a fundo perdido – só colocaram um nome mais bonito, mas continua sendo a fundo perdido. A questão é que esses recursos são oferecidos para a empresa fazer pesquisa. Eles pagam apenas a mão-de-obra e o material, mas ainda é preciso comprar o equipamento. Em determinadas pesquisas, você precisa de equipamento, então os fundos deveriam prever o pagamento disso também. O resto do mundo faz isso. Conheço empresas na Alemanha que, para pesquisar difusão em chumbo, receberam 80 milhões de dólares do governo alemão. Isso não é feito aqui.

A Pitce definiu que é necessário haver apoio onde houver uma boa idéia e um bom produto. Seria melhor que existissem regras, mas, como elas ainda não existem, vamos formulá-las. Mas é preciso fazer isso rápido, pois, se esperarmos muito, o equipamento chega já

ultrapassado. Determinada época, peguei um recurso da Finep para fazer pesquisa. Levou um 1,5 ano para que o recurso fosse liberado, e a empresa que era minha parceira fechou. Se tivéssemos conseguindo fazer o produto, talvez essa empresa ainda estivesse no Brasil.



**MORATO** | Nessa questão do equipamento, a situação mudou.

Acho que o governo começa a perceber o problema. Esse programa de subvenção realmente não permite equipamento, mas se você conversar com os agentes do governo você vai ver que permite, por operações de *leasing*.

Sobre a questão das bolsas, elas são muito baixas. São pagos três mil reais para um doutor fazer pesquisa numa empresa. Isso não vai funcionar a menos que a Capes e o governo concordem que essas bolsas sejam complementadas. Se é um problema de limite de orçamento, que a complementação vá para as mãos de empresários.

Estamos aqui falando de talentos, e essa questão dos recursos humanos é fundamental. Não sei se o mestrado profissionalizante é importante ou não, mas o doutorado é. O problema do Brasil é que são três contra um: três teóricos contra um experimental. Na realidade, o importante é um doutorado experimental. Trabalhei em física de baixas temperaturas e desenvolvi pecinhas com um doutorado bem feito num laboratório norte-americano. Quem já trabalhou nos Estados Unidos viu que um doutorado experimental dá as ferramentas manuais para a pessoa desenvolver um trabalho numa empresa. Acho que esses são os ingredientes de uma cultura que existe lá e não aqui. Isso que precisamos mudar, dar ênfase e aumentar recursos dos doutorados experimentais.

O experimental, aqui no Brasil e em qualquer lugar, é um profissional competente. Temos 250 doutores formados por ano que podem ir para as empresas, podem ser contratados com salários competitivos e dignos. Mas precisamos das bolsas nas empresas. A subvenção já existe, há dinheiro, são 550 milhões de reais para projetos, e o mínimo

para pedir é 300 mil por empresa. Isso vai inundar a Finep, mas o recurso está lá. É possível comprar equipamento, através de *leasing*.

A Capes já acena com uma comissão que vai estudar como pode ser feita uma abertura para que os doutores que trabalham em empresas possam ter a renda complementada. Já ouvi que a Finep vai pagar sete mil reais para doutores fazerem uma espécie de pós-doutorado ou desenvolvimento na empresa; mas, claro, esse projeto de doutorado terá que ser vinculado a um projeto no programa de subvenção.



**SHELLARD** | Não se trata de mudar. A mudança do paradigma não é se o doutor está ou não fazendo pesquisa na empresa. A mudança de paradigma é como ele é formado. Como a organização da pesquisa se estabelece para produzir um doutor apto, com perfil e habilidade etc. na empresa? Acredito que a grande mudança de paradigma é no processo de formação do doutor, não é no processo de absorção ou não do doutor.



**TOLEDO** | Falou-se em reflexos no curso de graduação. Qual é o reflexo dessa política de inovação? Acho que certamente tem um reflexo sobre o doutor, mas também chega até a graduação?



**SHELLARD** | Sobre o paradigma na formação de doutor, se formamos doutores em física, bem formados, uma coisa interessante é que, muitas vezes, não é necessário fazer uma tese exatamente na área em que o profissional atua. Conversei com dois físicos da Petrobras, e eles foram contratados para funções que não tem nenhuma relação com a tese desenvolvida na universidade. Eles estão trabalhando na simulação de poços, e um está terminando doutorado em cosmologia e o outro também está desenvolvendo uma tese de natureza bem teórica, ou seja, estão treinados para resolver problemas, sejam de que natureza forem.



**FIGUEIREDO** | Trabalho em física experimental no Instituto de Física e atualmente estou coordenando o Instituto do Milênio de Fluidos Complexos, que tem uma característica essencialmente multidisciplinar, envolvendo pessoas da área de física, química e biologia.

Essa questão da interação universidade e empresa é um assunto que já faz parte de discussões na academia há 50 anos. Parece que é uma espécie de casamento não consumado, porque a universidade tem o interesse e a empresa também, mas, por alguma razão, essas pessoas não se encontram. Talvez, exista uma falta que pode ser suprida com esse portal. Estamos pensando em fazer isso também aqui no instituto. Acredito que o maior problema é a falta de informação. O empresário tem que saber o que é feito na universidade para saber se o que está sendo feito lá é interessante para ele. Para a universidade, também é interessante saber o que a empresa faz, inclusive para trazer assuntos que podem ser pesquisa básica para ela.

Em contatos que tivemos com algumas empresas, ficou muito claro que o empresário não consegue formular a questão. Elas têm um problema, mas não conseguem formular a pergunta de modo que a universidade, tendo em vista suas competências, pudesse achar uma forma de resolver, mesmo que seja em curto prazo. Falta uma linguagem comum, e esse é um ponto que precisa ser atacado de alguma forma. O que se pode fazer para que essa interação ocorra de fato, então, já que ela é benéfica tanto para a universidade quanto para as empresas? A questão da informação é o primeiro ponto.

Recentemente, vi que a USP e a Unicamp também têm portais com essa função. É uma profusão de informação que precisa ter certo escalonamento, um padrão. Se o empresário precisa de algo, é necessário que ele saiba onde é mais interessante procurar. Acho que isso tem que ser costurado de forma que não sejam esforços de soma vetorial zero.

Outra estratégia interessante seria juntar pessoas para conversar sobre assuntos pertinentes ao trabalho, normalmente isso rende bons

frutos. Posso dar um exemplo que surgiu na Universidade de São Paulo, quando se tentou montar o novo *campus* da USP Leste. Uma das idéias na pauta era a constituição de uma graduação, licenciatura em ciências da natureza. À medida que aparecem os professores das diversas áreas de ciências da natureza, surgiram possibilidades de pesquisas comuns, ou seja, físicos trabalhando com químicos e médicos em um problema específico, a LDL [lipoproteína de baixa densidade] do colesterol.

Ninguém pensou em sair da universidade para montar sua empresa para fazer testes de LDL. Não seria o caso de, talvez, a ABDI, a Anpei ou a universidade organizarem reuniões de trabalhos sobre problemas específicos que interessem não só à empresa, mas à academia também? Reuniões sobre temas específicos em que membros da academia e da empresa fossem trazidos para fazer um *brainstorming*. Acho que essa seria a forma ideal de colocar essas pessoas em um ponto de referência comum. E isso deveria ser feito de forma costurada e organizada, em nível estadual e nacional, com regularidade. Teriam que ser reuniões do tipo da Sociedade Brasileira para Progresso da Ciência [SBPC].

Essa questão do conhecimento é fundamental, porque a interação empresa universidade é uma questão cultural, e isso não se muda por decreto.



**FREIRE** | Vou trazer mais uma vez essa visão de empresa em sua relação com a universidade sobre pesquisa e desenvolvimento. Um ponto muito importante, já colocado, é que, à medida que a empresa cresce, essa relação se torna mais difícil. Uma empresa estatal não consegue fazer uso de nenhum dos benefícios, sejam eles de órgãos de fomento etc., pois é complicado. A solução é contratar as universidades para fazer pesquisa de desenvolvimento, e, para isso, ela contrata os profissionais que farão parte daquela pesquisa. Mas ela está recebendo dinheiro de forma contratual, orçado pelo projeto

ou pesquisa em desenvolvimento.

A visão de uma pequena empresa é muito diferente. Foi dito que o presidente da empresa vai à Finep para conseguir uma verba para desenvolver algo novo, inovar, fabricar algo. A situação é bem diferente no nosso caso, porque não conseguimos fazer esse tipo de coisa em uma empresa do porte da nossa, principalmente estatal. Pode até acontecer, mas não conseguimos fomento desses órgãos diretamente.

A relação de grandes empresas com centros de pesquisa ou com universidades pode chegar a níveis extremamente complicados. Temos parcerias com institutos de pesquisas e algumas vezes chegamos ao ponto de não podermos pagar em dinheiro, como o caso do Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares (IPEN), que é nosso parceiro em desenvolvimento e pesquisa. Se pagamos ao IPEN em dinheiro, vai para o governo federal, porque esse instituto pertence à Comissão Nacional de Energia Nuclear [CNEN], que pertence à União. O dinheiro vai para um caixa comum, e não vai retornar necessariamente para o IPEN – muitas vezes, não retorna. Então, o pagamento pode ser feito com equipamento, por exemplo. Cria-se uma moeda de troca indireta. O relacionamento da universidade com empresas maiores é realmente muito diferente da relação com as pequenas empresas, mais ágeis.

Outro ponto é a forma de parceria que temos com esses órgãos. A tentativa de reduzir o ranço de que a empresa direciona a pesquisa da universidade é uma luta que ocorre há muito tempo. Em muitos casos, não se consegue ter uma ligação maior, uma frente de desenvolvimento mais ampla, porque esse ranço ainda existe. Essa ligação está se fazendo da empresa para a universidade, em vez de ir da universidade para a empresa. Foi dito aqui que é muito difícil partir da universidade para a empresa, porque ela não conhece as necessidades do mercado. Pode haver casos em que isso ocorra, mas é muito difícil. Em algumas poucas instituições, esse ranço já foi quebrado. É o que acontece com a Coppe [Coordenação dos Programas de Pós-

Graduação em Engenharia, da UFRJ], através da Coppetec, que não é diretamente da UFRJ, mas é um pedaço dela que pode se relacionar economicamente com outros órgãos e que é outro parceiro nosso de desenvolvimento de pesquisa. No caso de parceria, tem-se um projeto com começo, meio e fim, ou seja, há um planejamento prévio.

Temos casos interessantes de doutores que estão num projeto nosso com a Coppe. Fizemos um concurso público com perfil, para físicos e engenheiros. Vários desses pesquisadores de projetos nossos que estavam na Coppe passaram no concurso, e eles preferem sair da pesquisa porque o salário é melhor, e o emprego é estável. Largando a pesquisa, esse profissional vai para a área de desenvolvimento da empresa, porque na indústria o máximo que fazemos é desenvolvimento.

Esse é outro ponto que não sei como poderia ser modificado em termos de realidade e filosofia. Talvez, a melhorar o valor das bolsas para manutenção do profissional lá; depois, é preciso que se crie um mecanismo, como aquele citado no caso da França, em que se tenha um mínimo de comprometimento, ou da empresa, ou da academia, para que esse profissional, depois de a pesquisa terminar, continuar trabalhando. Do contrário, ele vai estar desempregado depois de cinco anos, procurando mais uma pesquisa, mais uma bolsa para se manter.

Essa é uma preocupação que continua. Talvez, o MCT tenha um encaminhamento melhor sobre o problema com esses profissionais. Na minha área, essa situação é muito visível. Muitas pessoas que estavam trabalhando em várias pesquisas continuam trabalhando como pesquisador temporário da universidade num projeto por oito ou dez anos, depois de formados no doutorado ou no pós-doutorado.

Eram essas as preocupações que gostaria de colocar. Acredito que já houve um progresso em relação a elas desde a última reunião, em Brasília.



energia solar fotovoltaica. Lá, sou um dos coordenadores do Centro Brasileiro para o Desenvolvimento da Energia Solar Fotovoltaica [Cbsolar]. Farei um relato muito rápido do mercado fotovoltaico, considerando o que vi fora do país e o que estamos fazendo no Rio Grande do Sul no Cbsolar.

Em primeiro lugar, é um mercado que cresce a taxas de 45% ao ano. Só na Alemanha, no ano passado [2005], foram 835 megawatts instalados em módulos fotovoltaicos. Isso significa um pouco mais que uma turbina da usina hidrelétrica de Itaipu instalada em 2005, numa comparação com o Brasil. A produção mundial já é de quase dois gigawatts por ano de módulos fotovoltaicos, dos quais, em 90% deles, usa-se matéria-prima de silício.

Olhando-se para as décadas de 1970 e 1980, dizia-se que o silício era uma matéria-prima para nichos de mercado, que nunca chegaria a ser competitivo em nenhum momento. Na verdade, nunca se pensou que a situação chegaria nesse ponto. A produção de energia chegou a gigawatts, e, para se ter uma idéia das plantas, vamos falar em inovação. As plantas, em 2010, serão de produção de módulos de um gigawatt em cada uma – a China está prevendo isso. A Sharp já está com plantas de 200 a 250 megawatts em módulos fotovoltaicos, e várias tecnologias já estão sendo usadas e vendidas no mercado.

Sobre a idéia do mercado. No caso europeu, por exemplo, o desenvolvimento desse setor na década de 1990 se dava basicamente nas reuniões entre empresas. Não era apenas a empresa de desenvolvimento do módulo, mas também empresas do fio que corta o silício, do crescimento de silício, entre outras. Então, todos os participantes sentados à mesa com a Comunidade Européia, colocando muitos recursos, inclusive para as empresas, não apenas para a universidade. O objetivo final era tornar as indústrias européias competitivas no mercado internacional frente ao Japão e aos Estados Unidos. Esse era o papel dos recursos para pesquisa e desenvolvimento: tinha uma parte básica e uma aplicada, mas o objetivo sempre era ajudar na competitividade da indústria européia frente às outras. Mesmo assim,

a Alemanha ainda importa metade dos módulos fotovoltaicos.

Agora, vou abordar o caso chinês, e é possível fazer uma comparação com o Brasil. Na década de 1980, a China tinha uma ou duas indústrias, nenhum doutor na área, indústrias que não entravam no mercado internacional e havia muito poucas publicações relativas ao silício. Já em 1994, observei que existiam centros de pesquisa em silício, e a eficiência das células solares lá produzidas passava de 20%, e vários pesquisadores do país estavam fazendo doutorado nos Estados Unidos e na Austrália. Este último país teve um grande avanço em silício nas décadas de 1980 e 1990. Depois, eles voltaram para a China para trabalhar numa das mais importantes produtoras chinesas, a Santec, cujo presidente é um doutor formado na New South Wales, na Austrália. Essa [empresa] já promete um gigawatt de produção.

Na verdade, vários doutores retornaram ao país e estão produzindo plantas, bem como revistas específicas da área. Antigamente, via-se muito pouco sobre a China, e agora se abre uma indústria atrás da outra, e não só de módulos, mas com a cadeia de produção completa, para tornar o produto competitivo em nível internacional. Esqueçam aquela idéia do produto chinês de baixa qualidade; no caso do silício, todos os que estão sendo vendidos no mercado europeu estão certificados segundo a IEC-61340, porque não é possível entrar no mercado altamente competitivo com um produto que não tenha qualidade.

Esse setor é curioso. Houve fortes investimentos. Há recursos do exterior, mas também há recursos governamentais que fizeram com que essas indústrias passassem o Japão. A China tem muita mão-de-obra, mas, na parte final de soldagem, ainda há muito trabalho manual, embora toda a parte anterior exija automação para que o processo seja eficiente. Os europeus já estão produzindo máquinas com maior produção e automação. Em relação às patentes em fotovoltaica, por enquanto, apenas a universidade ganhou dinheiro com isso. Um exemplo é a Universidade de New South Wales, que ficou 15 anos recebendo *royalties* pelo desen-

volvimento de processo a *laser* usado na área.

Voltemos ao Cbsolar, em que construímos uma planta-piloto. Qual o grande tema para colocar uma planta industrial de módulos fotovoltaicos? É preciso milhões de dólares. Mas quem vai colocar esse dinheiro se não souber o que aquele produto vai oferecer? A não ser que se compre uma tecnologia pronta e se instale uma montadora. Falou-se de temas de apoios governamentais, através da Rede Brasil de Tecnologia, do governo federal, que busca parcerias entre universidades e empresas. Tínhamos uma tecnologia que recebeu o Prêmio Jovem Cientista em 2002 e saímos com isso debaixo do braço, um pouco ao contrário do que se faz normalmente. Em outros países, seria possível trabalhar com as indústrias, mas aqui no Brasil isso não acontece. Então, é preciso buscar apoio governamental e investidores. Buscamos empresas que quisessem testar a tecnologia e trabalhar em conjunto. E foi o caso da Petrobras, da Eletrosul, do Grupo Eletrobrás, bem como de uma estatal do Rio Grande do Sul, a CEEE [Companhia Estadual de Energia Elétrica], que já vinha nos apoiando em outros projetos através dos fundos setoriais – mas esses recursos que foram aportados especificamente das empresas já não eram dos fundos setoriais, eram de outros recursos. Por exemplo, a CEEE captou recursos do setor de novos empreendimentos. Ela entendeu que essa era uma forma nova de receber *royalties* no futuro, uma coisa que, para uma companhia elétrica, é arriscar. Claro que ela não colocou milhões, colocou um valor menor. O maior valor foi dado através do fundo setorial, inclusive com o apoio dos dois ministérios, o Ministério da Ciência e Tecnologia e de Minas e Energia. Esse é um ponto importante, quando se fala em fotovoltaica, se fala do produto, ou seja, quero algo que funcione, que se eu colocar na Amazônia vai funcionar por 25 ou 30 anos. Então, tem que ser certificado, e isso já começa a mover o ministério. Instalamos na universidade uma planta pré-industrial de produção de módulos. Não é uma indústria, não vai produzir e nem vender módulos, mas torna possível demonstrar, em nível pré-industrial, a tecnologia de fabricação. Assim, é possível

trabalhar com várias matérias-primas baseadas em silício e com equipamentos já de médio porte, não grande, porque não é uma indústria. Mas os equipamentos são similares, e então nossos mestres e doutores em engenharia e física estão desenvolvendo tecnologia com equipamentos já pré-industriais.

O grande ponto de formação de recursos humanos: onde se conseguem profissionais e tecnologia para instalar uma indústria de muitos megawatts no Brasil? – porque a questão da tecnologia também é importante, as patentes, a cadeia de fornecedores. É preciso montar essa cadeia. O grande desafio colocado pela Rede Brasil era o de buscar fornecedores nacionais. Por exemplo, 30% de um módulo é a chapa de vidro – parece que vidro é barato, mas não é quando se coloca o custo no cálculo.

Então, quando se começa a falar do custo final, é preciso colocar tudo isso. Assim, nossos físicos e engenheiros começam a entender que não adianta ter uma grande idéia, se ela não gera um produto economicamente viável, e é nisso em que estamos trabalhando com físicos e engenheiros. Há também matemáticos conosco, em temas de simulação de processamento.

Ao final, teremos a produção de 200 módulos, que serão testados pelas empresas e enviados para o exterior para realização de testes, já temos acordos para testá-los na USP e na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). A Eletrosul tem uma casa eficiente que o telhado vai ser coberto com os módulos, ou seja, eles serão testados em operação. Duas escolas serão eletrificadas não com módulos de fora, mas com módulos fabricados no Brasil e com tecnologia produzida aqui, por meio do Ministério de Minas e Energia. Isso realmente vai testar a tecnologia em sua utilização, a cadeia de fornecedor e o plano de negócios.

Então, entramos no último ponto. Foi dito que a universidade não vai desenvolver o produto. Mas, nesse caso, como não existe um mercado e uma indústria fortes no país, ou isso é feito na universidade, ou não haverá montadoras no futuro. O mercado fotovoltaico cresce a taxas tão grandes que, em 15 anos, seremos montadores, e não tem

como escapar dessa situação.

O silício está escasso no mercado mundial. Mas, no 1º Simpósio Nacional de Energia Solar Fotovoltaica, feito em Porto Alegre, em 2004, os produtores de silício nacionais, as companhias elétricas que têm recursos para P&D, o governo federal e os governos estaduais foram reunidos por dois dias em um seminário em que se falou da necessidade de produção de silício. Especialistas do IPT, da Unicamp, do Centro Tecnológico de Minas Gerais, além daqueles de várias empresas do mercado brasileiro de silício metalúrgico, foram chamados. Tanto as universidades estão avançando com patrocínios, ou seja, há subvenção forte agora, quanto a Petrobras e outras empresas estão investindo em silício. Há uma empresa produzindo no Brasil, segundo uma notícia lançada agora em setembro [de 2006]. O assunto foi mantido a sete chaves, mas não é tão bombástica como se leu. Está produzindo mil toneladas de um silício de grau metalúrgico específico para uso em fotovoltaica no Brasil. Ele é multicristalino – chama-se assim por questão de grãos. Há empresas do setor de produção de silício fazendo pesquisa independente. Contrataram doutores, compraram máquinas e estão produzindo silício nacional.

Agora, entra o tema de quando teremos o silício, e, conseqüentemente, pergunta-se qual a ajuda de centros como esse [Cbsolar]. Se o silício for exportado, ele precisa ser de boa qualidade, pois o preço é negociado com base nisso. É nesse ponto que a relação entre empresas e universidade entra em cona, para que o país tenha condições de produzir um silício de qualidade e uma boa célula, para vender o módulo com um bom preço. O módulo precisa ter um certificado para entrar no mercado internacional. Esse é um dos pontos em que os físicos pecam muitas vezes, porque trabalham muito com o desenvolvimento e conseguem fazer uma célula de 20% no laboratório. Ficam contentíssimos com isso, ganham prêmios e etc., mas depois tem que certificar aquele produto, demonstrar a viabilidade econômica, e esse caminho realmente é longo. Na Espanha, o kilowatt-hora custa dez centavos de euro, o fotovoltaico já está em 28 centavos de

euro. Esse é o custo do kilowatt-hora fotovoltaico. As previsões mostram que, em 2015, ele vai competir com a energia elétrica, porque o preço desta vai aumentar. E, no caso do silício, a confiabilidade de que você tem 25 anos de garantia também é importante. O módulo fotovoltaico de uma empresa tem 25 anos de garantia em relação à sua potência produzida.

Brinco que, até a minha aposentadoria, o silício estará com 80% do mercado mundial, a não ser que exista uma quebra total de paradigmas. Isso é o que se prevê.

O Brasil teve uma competência muito forte em silício nas décadas de 1970 e 1980, gerou até uma indústria que, infelizmente, não conseguiu se manter. Na academia, era complicado manter um número elevado de publicações quando se trabalhava com silício, então aconteceu a queda desse tema no meio acadêmico.



**GOLDMAN** | Primeiro, quando estamos falando de 1 gigawatt, estamos falando de alguns milhões de dólares, custo de uma usina e de áreas da ordem 5 km<sup>2</sup>.



**MOEHLECKE** | Não se pensa mais em grandes centrais espalhadas, essa é a grande modificação. Na verdade, as centrais já existem, os telhados das casas. As novas edificações usam as fachadas, por exemplo. E não é só o caso do silício. Há tecnologias em que as torres de vidro são fotovoltaicas. Esse é o caminho. As grandes centrais valem a pena em alguns países, onde o kilowatt-hora fotovoltaico está interessante. Por que em países como Espanha ou Alemanha as pessoas estão colocando módulos em suas casas? Porque o governo, através de companhias, está incentivando o uso. O kilowatt-hora pago hoje na Espanha para colocar o sistema no telhado é quatro vezes o kilowatt-hora da companhia elétrica. Eles estão subsidiando agora para que a indústria evolua. Quatro vezes, ou seja, quando se

coloca o sistema, tem-se dois medidores de consumo, um que gira a uma velocidade e o de venda, quatro vezes mais rápido. Isso faz com que a produção aumente, e o custo seja reduzido para que a indústria consiga chegar a um nível tal de produção que ela se torne economicamente vantajosa.

Se fosse no Brasil, ganharia um real e vinte centavos por kilowatt-hora na conta. Parte da conta seria paga pela companhia elétrica. Em seis anos, o dinheiro investido é recuperado, e, nos próximos 20 a 30 anos, se torna um negócio.

A pergunta que as companhias se fazem: quem paga isso? A Alemanha colocou muito bem essa questão: queremos ser exportadores dessa tecnologia até 2015, então vamos dividir esse desenvolvimento, e esse pagamento a sociedade vai dividir, porque, em 2015, o país vai exportar. São gerados quatro vezes mais empregos que o carvão em toda a cadeia. O mercado de instalação na Alemanha é grande, com muita gente trabalhando. Precisa de mais mão-de-obra. O governo recupera o dinheiro investido através de impostos. Na Califórnia, haverá subsídio para o sistema, desde que a indústria esteja instalada lá.



**TRAVA-AIROLDI** | Minha empresa [Clorovale Diamante] é pequena, mas o plano é que ela se torne média em cinco anos, e não quero que ela tenha os mesmos problemas de uma empresa média atualmente. Então, esse é um problema importante. Se criamos um produto completamente inovador, não tem como decolar se não for por meio do 'empreendedorismo' de alto valor agregado. Esse é um problema sério. O que teríamos que fazer é incentivar a pequena empresa para que ela cresça adequadamente nos moldes internacionais.

Hoje, por exemplo, trabalho na área espacial. Observe o seguinte: temos hoje cerca de 300 doutores no INPE e cerca de 400 engenheiros. Concentramo-nos na área espacial pura e simplesmente. Se conseguirmos fazer a tarefa dessa área, estamos contentes, o que é absolutamente errado. Foi exatamente o contrário que vi no exterior.

Trabalhei por um ano na NASA [agência espacial norte-americana]. Só o projeto Apollo gerou 14 mil novas empresas inovadoras. Portanto, a área espacial nada mais é do que um grande catalisador de desenvolvimento, e a área que mais se beneficia disso é a saúde. As áreas nuclear e espacial foram as que mais contribuíram para a saúde em termos de desenvolvimento, pelo menos lá fora.

Comecei um trabalho no INPE divulgando esse tipo de idéia, e muitas palestras foram dadas. Temos uma dificuldade muito grande de tornar disponíveis essa tecnologia para a sociedade, embora tenhamos o conhecimento. Começamos um trabalho na área de diamante, desenvolvendo diamante sintético artificial para a área espacial. Mas a aplicabilidade desse material é muito maior em outras áreas. Esse é o ponto: gostaria de aglutinar alunos em nossa equipe – hoje, temos uma equipe de 30 pessoas trabalhando em diamante e DLC, entre pesquisadores, pós-doutorandos e alunos de mestrado e doutorado. Como fazer esse produto chegar até a sociedade é o problema. A solução é criar a pequena empresa. Mas como? Utilizamos um dos primeiros projetos aprovados do Programa PIP [Programa de Iniciação à Pesquisa] da Fapesp – naturalmente, deram recursos e criamos a empresa, tudo pago pela Fapesp. Mas não nos disseram que precisávamos saber administrar adequadamente a hora de terminar o projeto, e isso foi um problema.

Trouxemos esse problema para a Fapesp, ou seja, a empresa é criada, se gasta dinheiro, mas, depois, não tem como continuar, porque pesquisadores não sabem administrar. E esse é o ponto: eles podem ser empreendedores, mas quem é o empreendedor não necessariamente é o diretor-presidente da empresa. Demorou certo tempo para que eu entendesse esse tipo de problema. Ganhamos vários prêmios, e a Fapesp nos condecorou com um investimento de risco de 150 mil reais. Das 17 empresas que participaram, apenas 11 receberam esse dinheiro, e, mesmo assim, só após um ano, o que foi prometido para um prazo de dois meses.

Todo o pessoal da Finep trabalhou duro. Cobrei insistentemente,

mas o dinheiro não tinha como sair, por problemas da legislação. Esse é um problema extremamente sério: temos dinheiro para aplicar, dinheiro proveniente principalmente de capital de risco, mesmo aqui no Brasil, e há muito interesse internacional em bons projetos aqui. Mas não conseguimos viabilizar isso de forma rápida, mesmo o Bndes já tem capital de risco para pequenas empresas, mas é difícil viabilizá-lo, devido ao tempo necessário desde a submissão do projeto até a liberação do dinheiro.

Outro problema sério: o programa de inovação prevê bolsas para empresas. Estamos com quatro bolsas, mas não conseguimos viabilizá-las, porque um bom técnico ou um bom pesquisador precisa ganhar 'X' na empresa, e o CNPq oferece 'Y', e esse 'Y' é muito menos que 'X'. Isso teria que ser discutido com o CNPq e com os órgãos de fomento, para que houvesse uma uniformização. Por exemplo, temos vários produtos elaborados que estão sendo transferidos aos poucos para empresas. Por exemplo, uma broca de diamante para tratamento dentário, criada com o propósito inicial de ser uma [broca] de rotação. Mas, devido ao nosso desenvolvimento bastante interessante na área de física de superfície, conseguimos uma aderência tão forte do diamante ao metal que foi possível usá-lo não como rotação, mas sim como ultra-som. Como o diamante resiste à ação do ultra-som no tecido duro, podemos tratar dente com ultra-som em vez de empregar rotação. Entre as vantagens, está o fato de que não dói, não sangra, não corta tecido mole, não tem barulho da alta rotação, não tem problema de contaminação etc.

Patenteamos esse produto internacionalmente. Naturalmente, na patente, tem um problema: não vamos ganhar dinheiro com patente diretamente, mas é importante, mesmo indiretamente, que a patente seja pedida, porque você protege seu produto. Não coloquei ainda outra coisa, que é um problema sério de física de superfície. Resolvemos como aderir o diamante em uma superfície metálica, de forma que ela resista à ação do ultra-som. Temos outros produtos usando diamantes, mas industrializamos esse primeiro, porque ele é

extremamente pequeno. Então, do ponto de vista de escalonamento industrial, é mais fácil de obter. Esse foi um problema levantado aqui, ou seja, a melhor forma de transferir essa tecnologia para a indústria. Resolvemos esse problema criando uma empresa via Fapesp e conseguindo bolsas. Começamos isso em 1997 e somente agora [2006] conseguimos de fato obter recursos externos via capital de risco para levar esse produto ao mercado mundial.

É um produto único no mundo e quebra paradigmas. Estamos mudando completamente a odontologia. Esse processo já começou aqui no Brasil, e já temos vários trabalhos sendo feitos nas universidades lá fora para que algo semelhante seja feito. É uma quebra de paradigma na área odontológica, médica e cirúrgica, porque uma coisa muito importante nessa tecnologia é que se corta o tecido duro e não o mole. Então, em cirurgia, por exemplo, neurocirurgia, otorrinolaringologia, em que é preciso cortar apenas o osso e não a membrana, não se causa hemorragia etc. É uma tecnologia extremamente interessante, e agora estamos desenvolvendo todas essas pontas para a área médica. No campo da neurocirurgia, já há vários médicos no Hospital das Clínicas [de São Paulo] trabalhando com ela, e também no Rio Grande do Sul há universidade trabalhando com isso.

Tivemos um trabalho muito grande junto a consultores externos para ver o que seria preciso fazer com que a tecnologia ganhasse escala. Verificamos que o tempo de uma tecnologia assim leva para chegar à indústria aqui no Brasil é cerca de oito anos, enquanto no Japão teríamos levado 1,5 ano, no máximo. Esse é o problema que precisamos resolver urgentemente no Brasil. Estou agora no programa de subvenção econômica da Finep. Espero receber isso em, pelo menos, seis meses, porque, do contrário, não vai adiantar. O projeto estava sendo avaliado pelo Bndespar, mas tivemos que declinar em função de dinheiro externo, porque não era possível esperar mais. Esse é um problema estrutural básico de legislação. A comunidade precisa sentir o tipo de dificuldade que estamos passando, que ocorre independentemente do tamanho da empresa, e que precisamos buscar saídas conjuntamente.



**DAVIDOVICH** | Vou comentar sobre três questões que foram abordadas aqui. A primeira se refere à formação dos físicos em particular; a segunda, à questão da pesquisa básica nas empresas, que foi abordada aqui como algo declinante no mundo atual; e a terceira diz respeito às novas linhas de atuação.

Costumamos dizer que estamos formando 250 doutores e que eles são bem formados em nossas instituições. Não concordo isso. Acho que estamos formando bons físicos tradicionais em algumas instituições no país, e é interessante entender o que isso significa, olhando o que acontece em outros países do mundo. Alguns aqui se referiram ao MIT; quero mostrar como é o currículo de física no MIT. Temos aqui o currículo de opção focalizada, direcionado para quem quer realmente fazer doutorado em física e seguir carreira de pesquisador. A lista de cursos não é muito diferente da lista de cursos que temos em um curso de física daqui – isso, evidentemente, são os cursos listados após um período básico que eles chamam ciclo fundamental. Nessa opção focalizada, eles têm até seis cursos eletivos sem restrição, além dos cursos básicos.

Cabe fazer uma distinção importante: nossos cursos têm cargas horárias típicas, digamos de seis horas por semana ou quatro horas por semana, distribuídas normalmente em duas aulas de duas horas de duração cada uma. Isso não existe em outros lugares. Acho que ninguém aqui consegue assistir um seminário por mais de uma hora. Estamos exigindo de nossos estudantes uma capacidade de concentração maior do que a nossa – e, de fato, isso existe nas instituições, não por uma opção pedagógica, mas, em geral, por uma conveniência. Os professores quiseram juntar duas cargas de uma hora cada uma em uma de duas, porque, assim, não precisam ir duas vezes para a sala de aula. Tempos atrás, isso começou assim em várias instituições.

Esse é o curso tradicional, mas, além desse, há outras modalidades. Existe uma opção chamada flexível, em que o número de [disciplinas] obrigatórias é bastante reduzido, e o número de eletivas é muito

aumentado; nesse caso, os cursos têm oito eletivas sem restrição e, além delas, têm mais três disciplinas, que formam a unidade coerente em relação a alguma área. Então, há exemplos de áreas que podem ser escolhidas: astronomia, biofísica, física computacional, nanotecnologia, filosofia da ciência, história da ciência. Bem, isso é graduação. Notem que são grupos de três disciplinas, e as eletivas formam um bloco coerente. Então, o aluno de física pode escolher fazer uma física com três disciplinas eletivas na área de administração, e vai aprender microeconomia e macroeconomia, por exemplo. Podem fazer também um curso mais voltado para a área de medicina ou de direito, seguindo esses blocos.

Acredito que nossos cursos são muito pouco flexíveis; precisaríamos ser menos conservadores nesse sentido. Há um conservadorismo natural que não é defendido filosoficamente. Ele vem da conveniência, ou seja, é mais cômodo dar um curso já elaborado, e é difícil mudar isso, pois há forte reação a essas mudanças na comunidade acadêmica.

Desde a última discussão [dezembro de 2005], houve um progresso nessa área, mas muito localizado, na Universidade Federal do ABC. Seria interessante procurar entender melhor o que está acontecendo lá – não sei se vai ser bem sucedido. É uma universidade muito diferente daquelas que estamos habituados. É uma universidade tecnológica, mas com um ciclo fundamental de três anos de duração e divisões entre disciplinas completamente diferentes daquelas que aplicamos. Eles podem focalizar em áreas que não são mais engenharia civil, mecânica e etc. No mundo moderno, essas divisões foram bastante eliminadas. Estou falando dessa parte de formação para enfatizar por que acho que há um trabalho importante a fazer nesse sentido.

Mencionou-se muito a China aqui, falou-se do exemplo dela no silício. Vou mencionar também a China algumas vezes nessa exposição para mostrar que essa ação não foi num setor ou no outro; foi global. Há 20 anos, eles iniciaram um programa chamado Programa

863. Quatro grandes cientistas escreveram uma carta ao governo chinês dizendo que a China precisava reorientar seus esforços para poder competir com o resto do mundo. Esse programa envolveu uma reforma educacional, sendo que o número de especialidades de graduação na China foi reduzido à metade – como o sistema político lá é diferente do nosso, fizeram isso por decreto; aqui, não seria possível fazer isso.

O número de especialidades foi reduzido à metade, várias universidades realizaram experiências inovadoras. A Universidade de Xangai fez uma reforma curricular em que o curso foi substituído pelo percurso do estudante na instituição. Na parte de ensino, eles agiram dessa forma. Isso é o que eu queria falar muito rapidamente sobre a questão da formação. Acho que temos um bom caminho a percorrer e que devíamos ser mais criativos nesse sentido, discutir mais essa questão e ver o que pode ser feito nessa linha. Precisamos de estudantes bem formados, sem dúvida. Mas acredito que podemos trabalhar na diversificação dessa formação, como as melhores instituições do mundo estão fazendo.

O segundo ponto é a questão da pesquisa básica em empresas. Houve um declínio da pesquisa básica. Antigamente, tínhamos grandes laboratórios de pesquisa básica, e eles foram realmente convertidos para a área de pesquisa aplicada. Mas é interessante observar que há exceções, e elas ocorrem exatamente nas áreas de fronteira. Tanto nos Estados Unidos quanto na Inglaterra, houve um aumento substancial da produção privada de conhecimento, ou seja, a produção feita em empresas. Isso ocorreu principalmente em áreas como biologia molecular, biotecnologia, tecnologia de comunicação e informação, com conseqüente redução do papel relativo das universidades. Isso não significa que eles não colaborem com as universidades, mas a questão da propriedade intelectual complica essa situação. Eles fazem isso nas empresas porque, do contrário, fica complicado regular a propriedade intelectual, se ela envolver colaboração com a universidade. Pude ver a Xerox propondo problemas

de tese de doutorado para estudantes de universidades. Isso existiu e continua existindo, mas é um esforço muito grande fazer pesquisa em áreas de fronteiras nas empresas. Exemplos mais próximos da minha área: a Microsoft tem um grupo que é chefiado por um matemático que ganhou a Medalha Fields, o 'prêmio Nobel' da matemática. Ele trabalha em topologia e ganhou essa medalha devido a esse trabalho. É possível perguntar o que a Microsoft quer com esse indivíduo. Ele chefia um grupo de pesquisa em computação quântica. Ninguém sabe se computação quântica vai existir ou não, se vai funcionar ou não, mas a Microsoft quer ter um grupo de pesquisa básica, porque é ele que vai alertá-la se houver um desenvolvimento tecnológico em que valha a pena investir.

Não é só a Microsoft. A IBM e a HP têm grupos altamente qualificados nessa área de pesquisa básica e que estão trabalhando em fundamentos da física quântica. De certa forma, esses pequenos grupos de física básica substituem o portal [comentado aqui], pois eles estão antenados e sabem o que está acontecendo. O empresário não tem condições de saber o que é feito em pesquisa de fronteira nas universidades, mas esses grupos são empregados por essas empresas com a função de saber se alguma coisa produzida nas universidades pode ser útil para a empresa. Eles são as antenas da organização, estão nas conferências internacionais da área e trazem as novidades para a empresa. Esse mecanismo é interessante.

O portal é uma excelente idéia, e realmente é fundamental em um país onde, por enquanto, esse outro mecanismo não existe. Porém, é preciso colocar que esse outro mecanismo é muito mais eficiente, porque viabiliza o contato direto da empresa com essas novidades através de seus empregados. Acredito que o papel da pesquisa básica nas empresas é muito importante atualmente. Anda reduzido, concordo, mas, em termos de excelência, é impressionante, pois eles contratam as melhores pessoas, porque querem ter boas antenas.

O terceiro comentário é sobre a questão de novas linhas de atuação, e menciono novamente a China. Claro que é outra estrutura,

mas é bom analisar como os outros fazem, até para ter idéias próprias. A China, com esse famoso Programa 863, mandou muitos estudantes para fora e fundou centenas de laboratórios especializados. Falou-se do aço aqui. Há um laboratório de estudo do aço na China. Aliás, existem laboratórios em praticamente todas as áreas de inovação de ponta atuais, e eles estão espalhados pelo país. Não houve uma centralização da atividade científica. Cada laboratório reúne um grupo de pesquisadores de muito bom nível que trabalham para resolver um determinado problema. Eles tiveram que fazer isso porque não havia empresa privada para se lançar nisso, devido ao tipo de sistema político do país. Além disso, já estavam atrasados do ponto de vista de desenvolvimento tecnológico em relação a outros países. Essa foi a forma que eles encontraram para superar esse atraso. E isso tudo está na internet – é impressionante a lista dos chamados laboratórios nacionais da China; são centenas deles.

Além disso, temos o problema da fuga de cérebros aqui no Brasil. Os profissionais altamente qualificados vão trabalhar fora do país. A China evita isso oferecendo condições extremamente atraentes para esses profissionais voltarem. Na área de física, por exemplo, pesquisadores ilustres que se formaram fora do país estão voltando para a China com salários iguais aos de seus colegas norte-americanos. Não estou corrigindo pelo valor de compra, ou seja, os salários são iguais em dólar. Então, os pesquisadores voltam para a China para ter salários altos, além de ter boas condições de pesquisa, com bons equipamentos. Lá, existe um esforço global nesse sentido.

Certamente, houve muitos progressos aqui no Brasil nessa área, mas ainda precisamos desse esforço global. São esforços que precisam envolver a educação; a questão da relação entre empresa e universidade; o fato de empresas empregarem cientistas de bom nível para orientá-las com relação ao desenvolvimento do setor na universidade; e, finalmente, o problema de fazer novas linhas de atuação em um país que está chegando atrasado nesse processo.

Nesse ponto, levanto a questão dos laboratórios. Não vamos fazer

a mesma coisa que a China, mas devemos pensar em um sistema híbrido, em que essa inovação ocorra tanto nas empresas quanto em laboratórios bancados pelo governo. Poderiam ser feitos laboratórios do Estado em algumas áreas-chave. Mas aí entra o problema de como decidir quais são essas áreas. A partir daí deveríamos fazer aquelas reuniões. Escolhemos algumas áreas e fazemos reuniões temáticas sobre assuntos que nossas antenas indiquem que serão importantes, em vez de fazer reuniões que abordem apenas a forma da empresa interagir com a universidade. Seria uma troca de informações entre o setor acadêmico e produtivo sobre determinados assuntos.



**CURI** | Um ponto importante nessa discussão é o padrão de institucionalização. Acredito que isso seja essencial, porque o governo pode bancar o laboratório do etanol, o da nanotecnologia, mas e depois? Depois, eles adquirem um padrão de institucionalização que transforma esse laboratório em algo que não produz uma agenda, produz um programa de pesquisa com focos dispersos, com grupos que se consolidam e, ao se consolidar, vão interagindo com os programas de financiamento nacional, com as universidades etc.

Não basta criar o laboratório, é preciso determinar a proposta dele. Não estou dizendo que tem que ter um alvo, um foco determinado, mas tem que ter agenda, observação, avaliação e condução. Não é necessário ter um foco, mas sim um padrão de institucionalização para que esse laboratório não se torne autônomo no processo, porque todos eles fizeram isso e se organizaram quase como um padrão universitário de organização da pesquisa.



**RESENDE** | Existe uma grande discussão sobre a questão do produto não ser feito na universidade, mas sim na empresa. Principalmente nos Estados Unidos, mas também na Europa, quando

algum aluno faz uma tese que se caracteriza por ser uma boa invenção, que pode se tornar um bom produto, é natural que haja anjos do capital de risco para investir numa empresa criada por esse próprio aluno, para que ele crie a indústria. Isso está de fato faltando no Brasil, e esse deveria ser o foco, mais do que mudar a vocação do instituto de pesquisa, fazendo com que ele invista na criação de produtos.

Melhorar a condição de criação de pequenas empresas que levem a produtos radicalmente inovadores através de anjo de capital de risco é o esforço que precisa ser feito hoje aqui no Brasil. Falando sobre dinheiro, a Europa tem um programa que é o *Framework Programme*. É um programa da Comunidade Européia, dos países que têm mais dinheiro, que acabaram de aprovar um orçamento para o próximo programa – no caso, ele dura sete anos. São 51 bilhões de euros, só para pesquisa competitiva e aplicada, ao longo dos sete anos, ou seja, 7 bilhões de euros por ano, pouco menos de 20 bilhões de reais. O *Framework* é como nossos fundos setoriais, ou seja, os fundos setoriais têm por ano no Brasil aproximadamente 2 bilhões de reais. Estamos falando de uma proporção de um para dez.

Entramos, portanto, na questão da necessidade de vontade política. Precisamos ter coragem para priorizar, porque faltam recursos, e o Brasil, obviamente, não tem condições de atuar em todos os setores. Essa é uma decisão de estado. É preciso decidir, em algum momento, o que será apoiado, e o que não for as empresas podem tentar fazer. Se elas conseguirem, ótimo, mas há áreas em que o governo tem que tomar uma posição. O capital de risco que há aqui no Brasil é mínimo se comparado com aquele disponível nos Estados Unidos, por exemplo.



**PEREZ** | Eu não sei de onde vem sua experiência, essa sua ênfase em afirmar que não existem os recursos, porque, em realidade, eles existem.



**RESENDE** | Os recursos são escassos quando comparamos com os Estados Unidos e a Comunidade Européia. Não estou dizendo que não tem recurso.



**PEREZ** | Mas também há escassez de projetos. Não temos uma multiplicidade de projetos.



**RESENDE** | Falta o chamado 'empreendedorismo' em nossa cultura, do tipo empresarial, ou seja, não aquele do tipo montar 'barraquinha de cachorro quente'. Mas a riqueza de conhecimento que existe nas universidades em termos de idéias e invenções é muito grande. Mas não é possível levar oito anos para fazer um negócio com grande potencial de mercado. Isso tem que ser feito em 1,5 ano, no máximo dois anos, mas fica impossível da forma como o processo é conduzido no Brasil.



**SHELLARD** | Trabalho em uma área que é o reverso: não é a indústria que vem buscar a academia, mas nós que buscamos a indústria. São os grandes projetos internacionais, e neles com muita freqüência se desenvolvem protótipos. A universidade depois trabalha juntamente com indústrias, e curiosamente tivemos sucesso com as indústrias brasileiras. Mas existe o outro lado dessa relação entre a universidade e a indústria, para o qual deveríamos dar um mínimo de atenção aqui no Brasil, que é o de grandes projetos estratégicos, nos quais podemos fazer pesquisa e encomendar materiais da indústria.

Um exemplo bem característico é o sistema de monitoramento ambiental espalhado pelo país todo, que é muito necessário. Isso implica desenvolver uma instrumentação que não existe, pois instrumentação para monitoramento ambiental é muito cara. É um

desafio tecnológico interessante do ponto de vista da universidade e do trabalho conjunto com a indústria.

Vou comentar outro ponto mencionado aqui. Fazer pesquisa é muito caro para as empresas e, por isso, não interessa muito. Certamente, ela não vai resultar num produto em curto prazo, ou seja, não dará lucro no curto prazo. Porém, é uma etapa que precisa ser realizada. O silício é um caso bem típico. É possível mapear o que será necessário no espaço de dois anos e ser suficientemente eficiente para estar no caminho da comercialização após certo prazo. A grande pergunta é: onde e como se faz isso? Como a empresa pode pensar se vai precisar de uma tecnologia específica em cinco anos? E como associar isso ao trabalho feito na universidade? É muito raro encontrar projetos que tenham etapas bem definidas, apesar dos fundos setoriais e dos projetos feitos para agências. Em geral, o produto final do trabalho acadêmico é o artigo. Se um pesquisador publica tantos artigos, isso pode ser suficiente ou não. Mas, muitas vezes, o artigo é menos relevante em determinadas etapas que precisam ser atingidas. Nesse estágio, esse casamento está longe de estar claro, ou seja, como a indústria se casa com a universidade e com projetos de pesquisas. Muita coisa sobre ciência é publicada na revista *The Economist* – a cada três meses, eles publicam o *Technology Quarterly Review*, e é muito curioso porque a lista de produtos envolve sempre avanços que, na verdade, podem gerar produtos interessantes. Mas claramente não são produtos do mercado, e, com grande frequência, são feitos nas empresas. Mas como isso acontece? Quem financia? Bem, ou são os capitais de risco, ou é o governo. Existe uma contrapartida de investimento, mas esse tipo de projeto não é um projeto que possa ser bancado muito tempo. A questão de como trazer esse modelo para o Brasil é importante. Estou levantando essas questões, mas não vejo isso de forma clara. Como definir os mapas tecnológicos interessantes em termos de academia e também de indústrias é uma questão. Essas são ações para as quais a indústria não tem capacidade.



**RESENDE** | No caso da grande empresa, vou dar o exemplo da Embraer especificamente. Ela tem um grupo de pessoas dedicadas a fazer inteligência tecnológica. Não é um grupo pequeno, são dez pessoas. O trabalho deles é descobrir o que está acontecendo na fronteira tecnológica. A partir daí, eles criam um cenário de 50 anos para frente, mapeiam aquilo que foi identificado como relevante. Criamos um mapa de tecnologias que nos orienta em relação àquilo que será preciso fazer no curto prazo, ou seja, imagina-se conceitualmente uma coisa totalmente louca daqui a 20 anos e pergunta-se: para chegar lá, daqui a 20 anos, o que é preciso fazer hoje? Assim que isso é definido, interagimos com as universidades, em congressos, para descobrir quem são os atores. E, na hora de fazer algo, já sabemos quem são esses atores. Mas apenas empresas grandes conseguem fazer isso.



**OLIVEIRA JR.** | Acredito que é necessário chamar a atenção para um ponto do qual já falei na reunião passada. Em geral, tratamos de situações pontuais e deixamos de olhar o macro. Os investimentos feitos na década de 1970 tiveram uma ordem de grandeza muito maior do que em qualquer outra década. Quase todos os laboratórios que conheço são dessa época. Muito pouca coisa aconteceu depois. E, para fazer aquele laboratório em Campinas, por exemplo, foram necessários 20 anos. Em suma, acho que uma das coisas que precisamos lembrar aqui é que faltam tanto investimento quanto vontade política, e o resultado disso é a ineficiência na formação de recursos humanos. Por exemplo, há uma tendência de formar físicos fora do laboratório, físicos teóricos, porque eles são muito mais baratos que os físicos experimentais. Mas se a intenção é aproximar a indústria da universidade, o físico do laboratório é importante.

Quando olhamos para o exterior, para a Europa ou os Estados Unidos, a diferença é brutal. Foi citado aqui que, no MIT, o professor

que recebe por nove meses tem que se financiar nos três meses restantes. Há pouco tempo, um professor do MIT fez uma avaliação aqui no instituto. Além de professor do MIT, ele era diretor associado de um laboratório de radiação que, na época, tinha 130 pesquisadores. Hoje, ele é professor aposentado e diretor de outro laboratório, com 40 pesquisadores, que foi feito pura e simplesmente para investigar fenômenos relacionados à condensação de Bose-Einstein.

O importante não são os professores do MIT, e também não é o MIT, mas que, por trás disso, existe uma grande quantidade de laboratórios que têm uma grande quantidade de pesquisadores. E estamos muito longe disso. Às vezes, há a impressão de que temos dinheiro, de que há dinheiro e falta projeto, ou de que já temos gente suficiente. Mas acho que não. Acho que o nosso contingente é muito pequeno. A grande maioria dos bons físicos que se forma vai para a universidade. Acredito que nesses pontos reside um pouco de todos os problemas que discutimos aqui.

Precisamos batalhar no sentido de haver mais investimentos e, principalmente, mais investimento na área experimental. Na década de 1970, foram criados laboratórios em São Paulo, no Rio Grande do Sul, em Minas Gerais, Pernambuco e no Rio de Janeiro. São muitos lugares. Acredito que muito do que é feito hoje é resultado do investimento dessa época. Vamos ter dificuldades crescentes, porque os investimentos daí para frente não foram compatíveis.



**FARIA** | Neste encontro, é possível observar que são vários os obstáculos quando realmente se quer consolidar um projeto empresarial industrial. Como foi dito aqui, há também a questão de comunicação na academia. No laboratório de pesquisa, temos competências – vamos exemplificar hipoteticamente – para desenvolver até um protótipo para o qual haveria um mercado fantástico. Mas há uma incompetência em relação a fazê-lo se tornar um produto comercial. É um abismo, e, para preencher esse abismo nada, melhor do que uma comunicação

efetiva. E, nesse sentido, parece que temos os atores neste país. Claro que temos deficiências também, mas não podemos ignorar os avanços que tivemos em determinadas áreas, principalmente na formação de recursos humanos.

Bem, permitam-me uma analogia: se temos os atores, podemos fazer peças excepcionais com esses atores, e teremos também um público para assisti-las. Mas parece que não temos um diretor que monte esse quadro entre os atores. Esse é o maior problema que temos hoje. O que fizemos aqui já foi um pequeno passo, que tem que ser continuado – talvez, a Anpei pudesse centralizar isso; ela com a sociedade científica e com alguma associação do capital financeiro.

Acredito que falte uma entidade que consiga ser o catalisador de tudo isso. Quem sabe poderia ser a ABDI.



**FAZZIO** | Vou chamar a atenção para um tema, e talvez os empresários aqui presentes me entendam. A SBF nunca entrou nessa discussão, o que considero ruim. Esse assunto era proibido na comunidade acadêmica de físicos. Só de estarmos fazendo essas reuniões já é algo altamente positivo. Acho que isso é importante e foi colocado nesta reunião. A comunidade acadêmica sempre ficava muito ausente, a maioria dos físicos que tinham essa preocupação era experimental. O tema aqui discutido era rechaçado em congregações ou mesmo em conversas de conselho. Portanto, essa iniciativa é muito positiva, sendo esta a nossa segunda ou terceira reunião. Temos que continuar.

Disse que estamos formando 250 doutores em física por ano. Com base apenas na minha experiência, digo que, comparados com outras áreas, esses 250 doutores tem excelente formação. Vejo isso nas análises do CNPq. Então, se olharmos para esses doutores, veremos que são pesquisadores que publicam em revistas internacionais, que são comparáveis aos de países do Primeiro Mundo. Portanto, obviamente, a discussão aqui não é a da formação de recursos humanos. Temos que continuar formando recursos humanos, porque não temos muito;

temos que formar mais, e sempre de boa qualidade.

A mudança de nosso currículo de formação do físico, incluindo eletivas para ampliar a formação deles, é muito difícil de passar em qualquer universidade. É impossível progredirmos com isso na USP, por exemplo. Essa discussão tem que ser feita; a academia já fez isso com a reforma universitária.

Não foi dito aqui, mas é um ponto de extrema importância e com o qual a SBF tem muita preocupação: o Ensino Fundamental e Médio. O governo tem que fazer muitas mudanças nesses dois níveis de ensino. Quando falamos da Coréia [do Sul], esquecemos a grande evolução que o governo coreano fez em seu Ensino Médio e Fundamental, que agora representa o alicerce de todo esse desenvolvimento atual. Nesse sentido, a SBF tem conversado com o MEC. Mas essa mudança só deve vir a partir do ano que vem [2007].



**BARRETO** | Essa é a segunda oportunidade que tenho de participar desta reunião, e acho que alguns temas realmente melhoraram bastante desde a primeira. A interação entre os grupos e a diversidade de idéias é clara. A diversidade de propósitos entre o empreendedorismo e o mundo acadêmico fica bastante patente quando iniciamos e aprofundamos um pouco as negociações. Existem institutos, como o Endeavor, que poderiam ser muito úteis em relação ao que foi discutido aqui. Acho que eles poderiam ser catalisadores nessa interação. Apenas aprendemos a andar andando; então, acredito que já começamos.



**LÁZARO** | Acredito que a formação de nossos doutores não é necessariamente adequada para a interação com o meio produtivo. As empresas sabem o que elas precisam. Nunca tive dificuldade de entender o que alguém da Petrobrás queria de mim, porque ele sabia exatamente o que queria. A Petrobrás, a Embraco e todas as poucas grandes empresas do Brasil também fazem esse tipo de prospecção,

por isso não temos que nos preocupar tanto.

Para finalizar, a formação no Brasil é extremamente conservadora, tanto na graduação quanto na pós-graduação, mas temos que ter coragem para romper um pouco esse mecanismo. Esse é o papel da SBF.



**SHELLARD** | Falou-se muito em pesquisa de grandes empresas aqui, mas a grande força inovadora no mundo são as pequenas e médias empresas, tanto é que depois elas acabam sendo compradas pelas grandes empresas. Esse é o modelo que existe no mundo todo. Então, temos que pensar na pesquisa e no desenvolvimento na pequena e média empresa. Isso é fundamental.

Um fator que ajudaria na comunicação entre a universidade e a empresa seria a disponibilidade de bolsas para a formação de recursos humanos na empresa, ou seja, um funcionário da empresa poder vir para a universidade e fazer uma pesquisa dirigida e orientada pela empresa. Isso ajudaria muito na comunicação e criaria nos empresários o hábito de ter o contato com a academia.



**FARIA** | Acredito que a SBF tem um papel importante no sentido de incentivar o CNPq e as agências para que eles abram editais para colocação de pessoas nas empresas, sejam físicos, sejam profissionais de outras áreas, para trabalhar em projetos competitivos.



**MISSEL** | Primeiramente, podemos subdividir o que existe em duas partes. Uma consiste nos grandes projetos – não é exatamente o que pretendemos; por exemplo, o projeto Manhattan, que produziu a bomba atômica e os reatores nucleares. Partiu-se de conhecimentos fundamentais, e, quatro anos depois, houve um enorme resultado: de um lado, a bomba atômica; do outro, uma indústria nuclear que rendeu cerca de 50 vezes o custo do Projeto Manhattan original.

A segunda parte consistiria em projetos objetivos, com respeito a tecnologias que podem até existir no Brasil. São iniciativas que, se incentivadas, poderiam provocar melhorias em nosso patamar tecnológico.

Lembro que participo a aproximadamente 50 anos de reuniões parecidas com essa, e a reforma universitária proposta aqui é um pouco mais antiga, tem 55 anos. Realmente, avançou-se muito pouco. É necessário colocar mãos à obra.

 **DAVIDOVICH** | Não são dez, são 20 anos. É o prazo que se colocou em vários países que estavam muito atrás do Brasil e que agora estão à frente. Esse é o tempo, 20 anos. Não defendo que façamos isso já, mas que se inicie agora um projeto que será executado em longo prazo.

 **MISSEL** | Trabalhei em um projeto como esse, na Universidade de São Paulo, por iniciativa do reitor. Lamentavelmente, ele se demitiu depois, mas, antes disso, achou fantástico. Após a demissão, nada aconteceu.

 **DAVIDOVICH** | É muito difícil fazer um projeto de estado com duração de 20 anos aqui no Brasil. Porém, esse é o período que precisamos para mudar a educação fundamental e média neste país. Outros países fizeram nesse prazo. Não é um mandato presidencial, não são dois mandatos presidenciais... é preciso considerar isso. A grande questão é: como se chegar a esse ponto? Se outros países chegaram, não vejo por que não podemos chegar. Se isso não for feito, talvez a situação fique tão ruim socialmente, principalmente no que tange à violência urbana, que as pessoas achem uma opção razoável fazer um projeto de 20 anos.

Precisamos pensar num projeto de Estado com esse prazo e cons-

cientizar a população, através da imprensa e por todos os meios possíveis. Há pessoas que pensam que existem dois projetos possíveis para o Brasil, ou um projeto de dois Brasis: um é o Brasil tecnologicamente avançado e inovador; o outro, o Brasil que fica na 'Belíndia'.

Acho que o projeto de dois Brasis não vai dar certo, por causa da época em que vivemos, do atraso em nosso desenvolvimento e porque esse projeto deixa de lado pontos extremamente competitivos que favorecem o país: a população e a extensão territorial. São vantagens que podemos utilizar em nosso favor. O projeto dos dois Brasis, então, exclui um lado da população. Podemos comparar isso com outros países menos populosos que estão à frente, como a Irlanda, que fez um projeto de 20 anos, há três décadas. Eles decidiram desenvolver tecnologia e educação. É um exemplo famoso, porque eles deixaram de consertar estradas para isso. Na época, se dizia que estrada não era prioridade. Moral da história: depois de 20 anos, as estradas estavam horríveis, esburacadas, e ir de uma cidade a outra poderia ser uma viagem de horas. Mas eles se desenvolveram tecnologicamente, se equipararam a outros países da Europa e, a partir daí, consertaram as estradas.

Foi a opção deles. Não estou dizendo que é a nossa, mas acho que temos que pensar nesse prazo de 20 anos mesmo. Não quero isso para daqui a pouco, quero isso para daqui a 20 anos. E, no Brasil, não temos nem educação, nem estradas.



**TRAVA-AIROLDI** | A mudança da estrutura do Ensino Fundamental e Médio precisa ter a palavra 'empreendedorismo' embutida. Quando a questão do empreendedorismo é citada no meio universitário, como no caso do currículo do MIT, é porque eles já têm essa cultura. Então, colocar cadeiras eletivas na física que versam sobre a área de economia é uma cultura que se cria no ensino fundamental.

Empreendedorismo tem que estar em todo lugar. Há um estudo muito interessante na Finlândia que mostra que, naquele país, 70%

das pessoas são empreendedoras. Provavelmente, isso acontece aqui também, mas não há estímulo para que essa característica se desenvolva, o que é um problema sério.

Outro problema ainda não mencionado é a questão da legislação. É preciso discutir isso. Temos que ter um contato direto com a área jurídica, a trabalhista etc.; de outra forma, mesmo que criemos empreendedores, eles vão esbarrar em diversos problemas dessa ordem. Passei por essa experiência e sofri muito lutando contra esses problemas. O engraçado é que todas as pessoas queriam ajudar, mas não podiam, porque a legislação não permitia.

 **APARTE** | Acho que a academia devia olhar um pouco para dentro do Brasil também. Concordo que a educação de primeira linha é fundamental, mas falta uma visão interna. É preciso saber quais são os problemas. Fala-se de nanotecnologia, mas, no entanto, esse é um negócio para o qual ninguém liga muito. O pessoal falou em quebra de paradigma. O *Citation Index* é o único parâmetro de avaliação de físicos. Talvez, um parâmetro indireto, como o quanto de ICMS o trabalho desse cientista rende, poderia ser uma boa estratégia, porque no fundo a sociedade está pagando isso. Essa é minha mensagem, para que os físicos tentem olhar um pouco para dentro do Brasil também.

 **MISSEL** | Certamente, os físicos estão de parabéns, pois temos uma formação [de doutores] muito grande todo ano. Mas, enquanto o único critério de sucesso for a quantidade de artigos publicados em *Nature* ou *Science*, realmente não vamos produzir tecnologia. Mudar essa mentalidade passa justamente por uma inserção maior na sociedade. Por exemplo, a USP – e conheço essa universidade muito bem, porque passei 30 anos aqui – tem pouquíssima interação com a sociedade em volta dela. Quando fui para Caxias, uma coisa que

me surpreendeu muito foi a interação que a universidade tem com a cidade, desde vacinação da criança, programa de Terceira Idade, até inclusão digital. São programas que podem não ser relevantes para a criação de tecnologia, mas criam um alicerce para produzir resultados úteis.

Ainda temos essa mentalidade de não querer criar tecnologia porque é produto, porque podemos publicar um artigo na *Nature* sobre o que produzimos. As preocupações com nanotecnologia e computação quântica são muito bonitas, são problemas interessantes. Mas acho que precisamos olhar para os problemas da população, o que não vai render publicações, mas vai tornar a vida mais razoável.



**FARIA** | Disse que o problema era cultural. Acredito que talvez não tenhamos dado muita atenção a isso, mas cultura se cria, principalmente no Ensino Fundamental. Então, a educação fundamental realmente é essencial para que as mudanças aconteçam. Levar 'empreendedorismo' para a base educacional é muito importante. Isso porque, quando relacionamos o resultado do crescimento brasileiro dos últimos anos com o crescimento mundial – ou mesmo com o crescimento dos outros países da América Latina, que não têm um programa científico de formação de recursos humanos de hom nível –, vemos que muita coisa está errada. Por que os outros países latino-americanos têm crescimento maior? Eles não têm o programa científico que o Brasil tem, e obviamente nossa capacitação científica e tecnológica é muito superior.

O desafio é entender essa lógica. Conheço alguns casos concretos de 'empreendedorismo' que foram abortados em São Carlos. A pessoa termina o doutoramento dele, tem uma boa idéia, vai para uma empresa, fica lá encubado. Mas acontece um concurso na universidade, ele passa e é efetivado. Essa efetivação precoce na universidade é um grande problema. A Lei de Inovação está tentando resolver isso de certa forma, dando um período em que a pessoa

precisa trabalhar fora da universidade. Porém, isso não resolve a questão mais fundamental, porque é ruim para a universidade e é ruim para o país. Conheço três casos assim. Se procurarmos, veremos muitos outros parecidos. Há muita coisa errada, e é preciso coragem para começar a enfrentá-las. Se o país não resolver o que está errado, vamos continuar crescendo menos do que todo mundo.



**OLIVEIRA JR.** | Tenho certamente muita simpatia por tudo que foi dito sobre a educação nos níveis iniciais. Entretanto, o simpósio trata basicamente das relações entre a universidade e a indústria, nas quais andamos para trás em muita coisa. Quero corroborar um ponto mencionado, sobre a reforma universitária ser muito antiga, porque também já participei de reuniões com esse objetivo na década de 1960, e são 45 anos exatamente.

Naquela época, o estado de São Paulo tinha um programa para aproximar a indústria da universidade. Portanto, isso significa que já sabemos o que tem que ser feito há muito tempo, mas não temos os meios de fazê-lo. Volto ao fato de que muitas das queixas e dificuldades acontecem porque nossos meios são escassos, mas trabalhamos razoavelmente bem com o que está disponível.

Quando olhamos para trás, a impressão que tenho é a de que o interesse na ciência e tecnologia, medido pelo investimento do governo, está diminuindo. Isso vai ter consequências sérias. Concordo com muitas coisas que foram ditas aqui, mas minha contribuição é chamar atenção para o fato de que é preciso vontade política no sentido de manter e ampliar os recursos para a ciência e a tecnologia neste país. É preciso criar laboratórios nacionais, laboratórios nas universidades etc. São essas coisas que geram a mão-de-obra necessária para criar a conexão entre a indústria e a universidade.



**APARTE** | Algum tempo atrás, essa seria considerada uma reunião de contraventores pela SBF. Nas assembleias da SBF em que estive, isso seria execrado em praça pública. Acho que essa mudança de comportamento vem ao encontro dessa tentativa de aproximação da universidade com a indústria e com as empresas. Há 30 anos, havia uma discriminação com relação a quem preferia trabalhar na área mais prática, pois ele era o indivíduo que não dava conta do recado. Esse preconceito está diminuindo, porque os resultados são cada vez mais visíveis.

Vários países deram saltos enormes calcados em outras plataformas diferentes dessa da física teórica e purista. Embora de forma lenta, essa mudança está acontecendo. Falou-se muito da qualidade dos doutores. Países como a Coreia [do Sul], por exemplo, que está dando saltos enormes, têm uma quantidade absurda de doutores. Mas não garanto a alta qualidade daqueles milhares de doutores formados na Coreia [do Sul]. O nível de controle de qualidade, a julgar pelo grande número de doutores formados, pode não ser muito grande. É uma quantidade enorme de doutores que eles formaram em vários lugares do mundo ou no próprio país.

Há outros componentes, além da formação de pessoal. Convivi de perto com a Coreia [do Sul] e a China por muito tempo. Em alguns casos, existe uma produtividade muito alta. No consórcio que fizemos com 20 países para desenvolver um programa de computador, a Coreia [do Sul] realmente tem uma participação de alta produtividade. Mas isso está relacionado com a quantidade de doutores e pessoas especializadas que ela tem, não necessariamente a um altíssimo padrão de qualidade daquela massa gigantesca de doutores que eles formaram nos últimos dez anos.

Esse é um caso a se pensar. Não estou dizendo que uma grande quantidade vai gerar alguma coisa, mas, por outro lado, não sei se eles tiveram esse cuidado na qualidade de formação dos doutores, tanto na Coreia [do Sul] quanto na China. Não sei se essa grande qualidade existe realmente.



**SHELLARD** | A celebração do centenário do nascimento de Joaquim da Costa Ribeiro será no próximo dia 23 de novembro [2006]. Menciono isso porque o Costa Ribeiro é praticamente um dos primeiros físicos no Brasil e já fazia física aplicada. Teve um papel, juntamente com toda a geração de físicos aqui em São Paulo, na formulação da estrutura de instituições de pesquisa. Estêve envolvido na criação do então Conselho Nacional de Pesquisas [hoje, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq], do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas [CBPF] e da Comissão Nacional de Energia Nuclear [CNEN] no final de década de 1940 e início da seguinte. Através desse evento, queremos chamar atenção para esses visionários, que construíram estruturas que tiveram um grande sucesso. Apesar de essas discussões terem ocorrido há mais de meio século, há 50 anos essa universidade quase não tinha 20 anos. Hoje, ela forma mais doutores no mundo; não é pouca coisa.

Acho que nosso desafio é olhar para trás e pensar nas estruturas que precisam ser construídas agora, para darmos um passo mais adiante. Sempre nos comparamos com a China e a Índia, mas acredito que o Brasil tem uma virtude. Temos problemas sérios, mas nenhum deles é de difícil solução; principalmente quando comparados com os da China e da Índia. Esses países rapidamente vão se complicar com a questão do impacto ambiental e de problemas decorrentes da superpopulação. Enquanto isso, o Brasil não tem uma situação menos problemática, quando se pensa nos problemas das empresas. O problema é essa mistura do moderno com o arcaico que existe no Brasil, sendo que este último está muito arraigado na estrutura do país. O desafio na nossa área de ciência e tecnologia é encontrar uma forma de montar e reestruturar a universidade. Ela certamente precisa ser reformada para ser mais ativa e útil, não no sentido de que não seja útil, mas para que sua ação seja mais dinâmica com relação à sociedade.

Há ainda a parte de reforma política, estritamente necessária. Acho que é quase inevitável que teremos que fazer isso. O problema é saber se o faremos com sabedoria.



**TOLEDO** | Essa consciência de aproximar o conhecimento que a universidade produz da sociedade, seja por questões econômicas ou sociais, é uma novidade no Brasil. A sociedade poder usufruir esse conhecimento de uma forma melhor, e essa não é uma atitude tão antiga no país. Por outro lado, pelo fato de essa questão ter sido abordada de uma forma institucional, tanto pela universidade quanto pelo governo, acho que não sabemos as respostas e temos um longo caminho a percorrer.

Como diz o poeta espanhol Antonio Machado, "*Caminante, no hay camino, se hace camino al andar*", temos que tentar achar soluções. Aprendemos aqui a necessidade de insistir até achar o caminho, não há outra opção. A insistência leva a um conceito de estabilidade. É claro que a estabilidade é importante em todo esse processo; seja a estabilidade do governo, seja a da economia e da legislação. Não é possível mudar a legislação todo dia, ou seja, há um conjunto de parâmetros que são importantes, não só aqueles que estão sob controle ou aos quais temos acesso.

Sou otimista e digo que 20 anos é pouco. A USP tem um papel importante nisso. O Instituto de Física tem essa preocupação de aproximar a academia da inovação tecnológica e da sociedade de uma forma institucional. Por isso, estou muito contente de ter tido a oportunidade de participar deste encontro.



**MARQUES** | Essa reunião foi ótima para trocar experiências. Uma nação só tem sucesso e é competitiva no médio e no longo prazos se realmente sabe como aproveitar o que foi criado e inventado no passado, para, com base nisso, se mover para frente. Aproveitar o passado para criar coisas novas e seguir em frente. Digo isso para reforçar que estamos muito contentes com o resultado e com a experiência que todos trouxeram e temos certeza de que caminharemos para frente.



**CURI** | Acho que o foco mudou, e estamos olhando diretamente para a empresa. No que tange ao interesse da empresa de inovação, o fator mais relevante para ela é o conhecimento e a pesquisa. Conversamos com a comunidade, com a universidade e com quem produz conhecimento por essa óptica.

Nossos próximos passos devem ser no sentido de se fazer um documento-síntese desta reunião e, a partir dele, preparar o encontro seguinte. A intenção é constituir um grupo permanente de mobilização, que a multiplique nos ambientes em que cada um está inserido.

Essa segunda reunião deve reunir outras áreas e também vai gerar um documento semelhante, balizador dessas políticas e dessas ações. Será, portanto, apresentado em um seminário cuja intenção é levar o assunto às autoridades governamentais envolvidas nesse processo, bem como aos empresários e à própria academia. Temos que dar um caráter de difusão e de mobilização nacional adequado, como todos aqui apontaram.

Os passos delineados são esses. As contribuições foram muito interessantes.



**MIRRA** | Em nome da ABDI, agradeço imensamente a presença de todos. Só tivemos a ousadia de reunir todos aqui porque isso é absolutamente essencial. Essa disposição dos físicos de enfrentaram um debate polêmico e controverso como esse não era comum. É bom manter viva essa controvérsia, pois isso é fundamental para que possamos caminhar efetivamente no sentido de dar vitalidade a todo esse processo. O envolvimento da física, que é sabidamente a área acadêmica que mais rapidamente amadureceu e chegou ao padrão internacional [no Brasil], tem um significado imenso.

Vou lembrar dois ou três tópicos relevantes rapidamente. Primeiramente, eu desconhecia o crescente e significativo número de empresas que têm conselhos científicos. Talvez, o caso mais

interessante seja o da WEG [Indústria S.A.], de Santa Catarina. Eles tentaram um modelo, mas não ficaram satisfeitos, e acabaram optando por outro, no qual eles têm 15 consultores, pesquisadores brasileiros, alemães e norte-americanos, a quem eles submetem o planejamento estratégico da empresa. Já existem cerca de 30 empresas brasileiras com conselhos científicos que fazem a parte orgânica da construção da agenda dessas companhias, segundo nossos registros. Certamente, há mais delas.

Outro fato alvissareiro é a disposição maior para o gesto cooperativo e associativo. Quando começamos a desenvolver o Portal Inovação, fizemos o esforço de localizar quem estava fazendo algo semelhante e reunimos 12 grupos. A primeira reunião foi aqui em São Paulo, e tivemos o apoio da Fiesp [Federação das Indústrias do Estado de São Paulo], que tinha interesse no assunto. É visível que há um desejo de construir esse portal de forma cooperativa.

Há uma questão que é absolutamente essencial: a vontade política. Com os atores que estão aqui na mesa, é fácil conversar, porque há experiência nesse sentido. Acredito que hoje temos possibilidades que não tínhamos antes. Exemplo rápido: faz exatos 20 anos que, pela primeira vez, fui convocado para um depoimento sobre ciência e tecnologia no Congresso Nacional. Estávamos tentando conseguir 40 mil bolsas para o exterior naquela época, o que acabou sendo votado e aprovado em 1987. Quando nossa delegação chegou para fazer o depoimento no Congresso, não havia nenhum deputado para abrir a sessão, mas felizmente o Juruna estava lá. Ele não era mais deputado, mas se dispôs a buscar um e voltou com Rita Camata, que abriu a sessão.

Na construção dos fundos setoriais, no período em que estive na presidência do CNPq, vi a mesma falta de mobilização. Por outro lado, perguntava-se por que não se conseguia mobilizar a população em torno dessa causa. A construção dos fundos foi um esforço de juntar as duas perguntas. Essa foi a idéia de fazer gestão compartilhada. Os fundos têm muitas imperfeições, mas também tem seus méritos,

como a idéia de convidar a sociedade não só para a repartição dos fundos, mas também para a concepção do projeto. Em cada fundo que propusemos, havia um clamor público. Um exemplo foi nossa proposta de um fundo sobre energia. Todo o setor foi contra: a Ancel [Agência Nacional de Energia Elétrica]; a Anatel [Agência Nacional de Telecomunicações]; todas as agências reguladoras; os setores das empresas.

A proposta era honesta, tinha força e o apoio do CNPq e da Finep. A questão era unificar o que havia de comum nas agendas das universidades e desses setores. No exemplo do setor elétrico, eles se alimentam de inovação, e inovação é pesquisa; então, é óbvio que existia uma agenda comum. Propusemos que a inovação poderia ser feita em conjunto. Todos os fundos foram construídos com base nessa lógica. Todos eles foram pacíficos, exceto o Verde e Amarelo, mas, em todos eles, construíram-se uma convergência e uma agenda comum.

Na discussão dos transgênicos e em várias outras, os deputados vieram pedir aconselhamento ao CGEE, quando eu estava à frente desse centro. Ou seja, há um clima diferente. Isso é essencial, porque a construção da vontade política vai ser resultado desse movimento, pois ela não nasce por acaso. A autoridade moral que tem uma SBF pode ajudar a encontrar as respostas que não sabemos ainda. O importante é colocar a questão, o resto vem desse processo. Isso é fundamental e faz parte da possibilidade de construção nesse caminho.

Sobre a questão de formação de recursos humanos. É certo que a universidade tem uma dimensão insubstituível, a da formação de recursos humanos qualificados no mais alto nível, por todas as razões e do ponto de vista da pesquisa. Ainda não se descobriu um método melhor de qualificação que não seja a pesquisa. Mas isso significa também que o primeiro produto a ser formado é a pessoa; depois, as habilidades que ela adquire. A maior invenção do século 19 foi a invenção do modo de inventar, bem como o gosto e a desenvoltura por fazê-lo. Essa é a dimensão essencial.

Mesmo sabendo que é a formação de recursos humanos de mais alto nível que nos interessa e que a universidade tem uma agenda própria com relação às suas linhas de pesquisa, é de interesse dessa mesma universidade olhar para fora, não só porque isso representa a construção de parcerias, mas também porque enriquece seu projeto acadêmico.

Os modestos exemplos apresentados permitem uma discussão mais circunstanciada. Trata-se do projeto acadêmico de um lado e de um projeto de inovação de outro. E os dois podem dialogar.

Reafirmo meu agradecimento a todos e digo que esta discussão foi imensamente enriquecedora para que a ABDI possa construir uma agenda útil para o país. Esse é o ponto essencial. Ela tem que ser capaz de ouvir, recolher informações, palmilhar o terreno e andar por toda parte. Através disso, conseguiremos construir uma agenda vigorosa de auxílio e de catálise dessa relação entre a academia e o setor produtivo.

---

**EDIÇÃO** | Franciane Lovati Dal'Col  
*(Núcleo de Comunicação Social, Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas)*  
Cássio Leite Vieira  
**PROJETO GRÁFICO** | Ampersand Comunicação Gráfica