

# Cooperação universidade-empresa no campo da física

Conceição Vedovello

Doutoranda em Engenharia de Produção da EPUSP

Guilherme Ary Plonski

Professor da Faculdade de Economia e Administração e da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

## INTRODUÇÃO

A importância da inovação tecnológica para o progresso econômico da sociedade parece indubitável. Reconhecida já no primeiro capítulo de *A riqueza das nações* de Adam Smith, foi validada por vários estudos empíricos. Por exemplo, em artigo que marcou época, o economista do MIT, Robert Solow, afirmava (em 1957) que nos Estados Unidos "mais da metade do crescimento da produtividade (...) parece ser atribuível à mudança técnica — ao progresso científico e da engenharia, a aperfeiçoamentos industriais e ao *know-how* de métodos gerenciais e treinamento da mão-de-obra"; aliás, esses estudos acabaram tornando-o merecedor do Prêmio Nobel de Economia.

É óbvio que já não prevalece a fé, vigente na *belle époque*, de que a Ciência proverá todos os instrumentos para resolver os problemas da humanidade. Também o entusiasmo pelo progresso técnico manifestado por Jean Fourestié, ao final da década de 40, no livro que recebeu o título sugestivo de *A grande esperança do século XX*, não faz mais sentido quando adentramos à última década deste período. Não apenas os dramas da fome e das doenças endêmicas continuam, como as aplicações da Ciência se mostraram e continuam se mostrando, em diversas ocasiões, letais para os seres humanos e destrutivas para o meio ambiente. O próprio objetivo de crescimento econômico passou a ser questionado em alguns círculos.

No estágio atual dessa percepção pendular, o crescimento econômico é visto como essencial para o desenvolvimento da sociedade. A inovação, por sua vez, passou a ser considerada vital não apenas para aumentar a riqueza das nações no sentido estrito. Ela é percebida como imprescindível, também, para melhorar a qualidade de vida da sociedade, quer pelo desenvolvimento de novos produtos, como pela invenção de formas de produção capazes de poupar os recursos naturais e a saúde dos trabalhadores.

Esse consenso relativo quanto ao papel da inovação ocorre tanto nas sociedades desenvolvidas como nas subdesenvolvidas, nas capitalistas como nas socialistas. Entretanto, o debate acerca das formas de tornar efetiva a contribuição da Ciência e da Tecnologia (C&T) para o desenvol-

vimento está longe de ser concluído.

Algumas questões — relevantes para o presente trabalho — já têm resposta. Assim:

- O foco da inovação é a estrutura produtiva, por ser nela que as diversas contribuições para a mudança tecnológica se solidificam e passam a frutificar, gerando impactos econômicos e sociais.
- A Tecnologia é, a cada momento, o estoque de conhecimentos disponível para responder à pergunta de como se fazem produtos; esse acervo contém informações de natureza diversa, provenientes de fontes distintas e está organizado em maneiras diferentes.
- O conhecimento científico é, certamente, dos principais insumos para um pacote tecnológico; não é, contudo, o único, pois freqüentemente a Tecnologia se vale, também, de conhecimentos empíricos.
- Enquanto a Ciência repousa sobre o método científico (que é o único aceito como legítimo nesse contexto), a Tecnologia usa qualquer método cuja legitimidade é julgada unicamente em relação ao seu sucesso. A Ciência se constrói sobre uma base de coerência lógica; pacotes tecnológicos, em contraposição, são montados sobre uma base de desempenho.
- A originalidade é essencial para o desenvolvimento científico e prescindível para um pacote tecnológico; neste prevalece a adequação econômica.

Tendo em vista a importância da Ciência para a Tecnologia (e, até certo ponto, também desta para aquela, na medida que hoje Ciência se faz com equipamentos, computadores e instrumentos tecnologicamente sofisticados), costuma-se utilizar a expressão C&T. Ressalvadas as características diferenciadoras assinaladas, utilizaremos essa terminologia neste estudo.

É a dimensão econômica que primariamente mobiliza para C&T tanto o sistema capitalista de produção como o sistema socialista calcado na *perestroika*. Investir em C&T traz a expectativa de produtos novos e de novas formas de produzir com menores custos, promovendo a acumulação de capital pelos capitalistas ou sua repartição pelos trabalhadores.

A produção e difusão de C&T promovem, via de regra,

a modernização das estruturas produtivas. Constituem, por isso, fator fundamental no processo de competição entre empresas e, mesmo, entre nações. Extrapolando a órbita produtiva, o domínio do conhecimento científico e tecnológico passa, assim, a desempenhar papel cada vez mais relevante no cenário das relações políticas intra e internacionais.

No caso do Brasil, verifica-se que a sua industrialização deu-se tardiamente, quando o processo de acumulação do capital já havia atingido o estágio internacional. E, em vista da falta de tradição científica e tecnológica no País, o Governo teve, inicialmente, uma postura liberal em face da importação de pacotes tecnológicos pelas empresas nacionais.

Posteriormente, mediante mecanismos legais, institucionais e financeiros, o Governo buscou intervir no sentido de estimular o desenvolvimento de uma capacidade tecnológica autônoma. Alguns momentos relevantes dessa postura são a criação da Financiadora de Estudos e Projetos — FINEP, em 1967 e do Instituto Nacional de Propriedade Industrial — INPI, em 1970; a instituição do Sistema Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico — SNDCT, em 1975; a formulação do Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico — PADCT, em 1982; e a aprovação da Política Nacional de Informática, em 1984.

Também a nova Política Industrial (NPI), instituída em 1988, contempla destacadamente C&T. A exposição de motivos dos ministros do Conselho de Desenvolvimento Industrial — CDI ao Presidente da República assinala que "a Revolução Tecnológica em curso modifica profundamente as técnicas e os custos econômicos, retirando as vantagens comparativas dos países em desenvolvimento e introduzindo novas atividades que transformam completamente as relações econômicas e sociais".

No que se refere aos aspectos propositivos, verifica-se que um dos três pilares da NPI é constituído por Programas de Desenvolvimento Tecnológico Industrial — PDTI. Objetivam eles "a geração de novos produtos ou processos, o aperfeiçoamento das características tecnológicas e a redução de custos de produtos ou processos já existentes". O Decreto 96.670/88 considera atividades de desenvolvimento tecnológico industrial a pesquisa científica, a pesquisa e o desenvolvimento tecnológico experimental e os serviços de apoio pertinentes. Os PDTIs podem ser executados por empresas (isoladas ou em associação) ou por associação de empresa e instituição de pesquisa. Este termo abarca, entre outros, centros e institutos de pesquisa pura ou aplicada e instituições de ensino superior.

Todos os instrumentos e objetivos citados devem ser entendidos em sua dimensão correta; por vezes retratam boas intenções, mas estão em grau incipiente de institucionalização.

Em síntese, o assim chamado Setor de C&T, tardiamente instituído no Brasil, apresenta duplo caráter. Por um lado, é frágil, sujeito a uma orientação dispersiva e imediatista, e permeado por descontinuidades administrativas e econômicas, de que resulta a rarefação do fomento à pesquisa. Por outro lado, porém, já é capaz de dar suporte mínimo à estrutura em constituição, bem como ao próprio setor pro-

duativo. Este suporte permite avanço no padrão tecnológico de vários setores industriais, enquanto outros estão marcados por atrasos significativos.

## A COOPERAÇÃO UNIVERSIDADE-EMPRESA

Mais do que uma possibilidade, a interação entre a empresa e a universidade é uma recomendação da NPI. De fato, entre os seus objetivos está "o desenvolvimento da capacidade tecnológica nacional, particularmente com a crescente participação da empresa privada, articulada com a universidade e outras instituições de pesquisa, na geração de tecnologia industrial no País".

Qual é o ambiente em que surge essa proposição? Podemos assinalar duas constantes na literatura sobre o assunto. Os autores que trabalham com modelos — como, por exemplo, Almeida — colocam a universidade e a empresa nos extremos do processo de inovação, respectivamente como emissor e receptor. O que varia é, tipicamente, o nexo entre ambas: por vezes é direto, outras vezes é mediado, seja por instituto de pesquisa como por empresa de engenharia (ou por ambos).

Já os autores que focalizam mais a realidade — como, por exemplo, Rattner — tendem a assinalar as dificuldades para que universidades e empresas interajam. Invariavelmente, as causas são atribuíveis mais à universidade, que reúne a maior parcela dos pesquisadores do País. Parte da responsabilidade também é devida à empresa, mesmo aquela que sente a necessidade de se atualizar tecnologicamente. Mas, especialmente, aponta-se para a inadequação dos mecanismos institucionais que facilitem o interfaceamento de ambas.

Entre os problemas atribuídos à universidade está, por exemplo, a inadequação das estruturas universitárias para a assunção de projetos com empresas, por questões contábeis, de remuneração dos pesquisadores e de agilidade burocrática compatível com a dinâmica empresarial.

Quanto às limitações do lado da empresa, pode-se citar a visão voltada a resultados imediatistas e com mínimo risco. Torna-se, pois, difícil estabelecer parcerias com a universidade no campo da inovação, as quais, tipicamente, frutificam no médio e longo prazos.

Somam-se às limitações objetivas os preconceitos mútuos que devem ser superados. O pesquisador universitário é imaginado como um ser descomprometido com a realidade ("vive enclausurado numa torre de marfim") pelos profissionais da empresa. Em contrapartida, o empresário é imaginado como um ser intelectualmente inferior e exclusivamente voltado para a gananciosa atividade de ganhar dinheiro. Por isso, freqüentemente, a vinculação entre a universidade e a empresa progride somente após uma interação bem-sucedida da empresa com um pesquisador, que atua como consultor ou instrutor. Esse relacionamento serve, essencialmente, para romper os mitos e permitir uma visão mais objetiva de parte a parte.

A aproximação entre a empresa industrial e a universidade, para fins de inovação, tem se dado com maior ênfase com as escolas de engenharia. Isso ocorre não apenas em

países de industrialização recente, como o Brasil, mas também em países desenvolvidos, como os EUA. De acordo com informações apuradas pelo Professor Herbert Fusfeld, do Center for Science and Technology Policy do RPI—Rensselaer Polytechnic Institute, 67% dos recursos das indústrias americanas para pesquisas na universidade têm sido canalizados para disciplinas de engenharia.

Vários trabalhos, alguns dos quais citados na bibliografia, estão disponíveis acerca da cooperação entre a indústria brasileira e escolas de engenharia. Estas têm, inclusive, adotado modelos *ad hoc* a fim de viabilizar institucionalmente essa interação, removendo a citada barreira estrutural. Em alguns casos, assumiram a feição de fundação, como a FDTE — Fundação para o Desenvolvimento Tecnológico da Engenharia e a FCAV — Fundação Carlos Alberto Vanzolini, ambas vinculadas à Escola Politécnica da USP.

Já o número de trabalhos sobre interação da indústria brasileira com unidades universitárias não voltadas diretamente à Tecnologia, mas precipuamente orientadas para a Ciência, é muito reduzido. Tendo em vista as diferenças conceituais mencionadas entre Ciência e Tecnologia no tópico anterior, é de esperar que as configurações das respectivas interações com a empresa sejam apenas parcialmente similares, em termos de características, fatores facilitadores e barreiras.

Este estudo, de natureza exploratória, focaliza justamente uma dessas situações, a saber, a interação entre unidades universitárias voltadas à Física Aplicada e a indústria.

## PESQUISA DE CAMPO

A comunidade científica reconhece a existência de capacitação em Física Aplicada concentrada em três estados brasileiros, a saber, São Paulo (São Paulo, Campinas e São Carlos), Rio Grande do Sul (Porto Alegre) e Pernambuco (Recife). Este trabalho envolveu entrevistas em uma instituição de cada Estado, a saber:

- na Universidade de São Paulo (USP): o Grupo de Materiais Magnéticos, do Departamento de Física dos Materiais e Mecânica, do Instituto de Física;
- na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS): o Laboratório de Filmes Finos, do Instituto de Física; e
- na Universidade Federal de Pernambuco (UFP): a área de mestrado em Física Aplicada, do Departamento de Física.

Analisa-se, de forma sumária, algumas características das unidades pesquisadas.

### • *Idade*

As três unidades são jovens. A mais antiga é a da USP, que tem seis anos; a da UFP, quatro e a da UFRGS, apenas dois. É preciso ter presente que todas se diferenciaram de instituições bem mais antigas. Assim, por exemplo, o Departamento de Física da UFP tem dezoito anos; apenas há quatro, contudo, sentiu-se a necessidade de criar a área de mestrado em Física Aplicada.

### • *Atuação e recursos humanos*

As unidades são ainda relativamente pequenas, a saber:

- a da USP tem sete pesquisadores (sendo dois doutores e três mestres), atuando principalmente em questões voltadas a blindagem magnética, a equipamentos elétricos (motores e transformadores) e a alto-falantes;
- a da UFRGS tem dez pesquisadores (sendo três doutores e sete pós-graduandos), atuando principalmente em questões voltadas a metalurgia, a eletrônica e microeletrônica e a sensores; e
- a da UFP tem treze pesquisadores (sendo cinco doutores e oito pós-graduandos), atuando principalmente no campo da instrumentação e da microeletrônica.

### • *Vinculação e fontes de recursos*

Duas das universidades são federais e uma é estadual. Institucionalmente, as unidades são distintas: a da USP é um grupo de um departamento do Instituto de Física; a da UFRGS é um laboratório do Instituto de Física, enquanto a da UFP é apenas uma área de um departamento. Todas as unidades recebem recursos extra-orçamentário da FINEP e do CNPq; a da USP, ademais, recebe apoio financeiro da FAPESP e do PADCT (Banco Mundial)

As entrevistas foram abertas e tiveram caráter exploratório. Apreendem a percepção dos pesquisadores sobre como vem evoluindo a cooperação universidade-indústria no campo da Física, em termos de como gostariam que fosse e também da realidade que ajudaram a construir. Mostram como esses pesquisadores percebem a reação de seus colegas de outras áreas da Física, bem como os incentivos e as barreiras à cooperação, tanto do lado da universidade como da indústria. Apontam, ainda, para o papel do Estado nesse processo de interação. Seu conteúdo mais relevante é apresentado a seguir, em forma temática.

## Gênese da interação

Nos três casos estudados, a interação entre a universidade e a indústria se iniciou do lado empresarial. Empresas pequenas ou médias a procuram, geralmente, na busca de soluções rápidas e concretas para problemas específicos (*troubleshooting*). Ocorre que, à exceção de algumas poucas de grande porte, as indústrias no Brasil não dispõem de uma área de P&D, sendo o recurso à universidade quase a única saída vislumbrada (outra seria o instituto de pesquisa, de que se trata adiante).

Mas, também, grandes empresas que têm área de P&D recorrem à universidade no campo da Física Aplicada para a solução de problemas específicos que exigem equipamentos (por exemplo, para teste) cujo custo não julgam viável assumir. Além de assessoria para questões específicas, a indústria tem procurado a universidade na busca de formação para seus recursos humanos. Em alguns casos, tratou-se de envio de seus profissionais para participarem de cursos de pós-graduação em Física Aplicada.

Mas, freqüentemente, o interesse da indústria foi o de trazer os pesquisadores para que complementem a formação insuficiente de seus profissionais. É perceptível uma grande defasagem de capacitação nesse setor, que tem raízes profun-

das. Por exemplo, ao procurar transferir tecnologia de filmes finos verificou-se a necessidade de informar os profissionais da empresa sobre a tecnologia do vácuo; mais ainda, teve-se que desenvolver um programa prévio de Físico-Química básica.

O saber fazer e o como fazer são elementos básicos para o andamento de projetos industriais de conteúdo tecnológico significativo. Ficou evidenciado que mesmo para absorver pacotes tecnológicos adquiridos no exterior, as indústrias necessitam recursos humanos tecnicamente qualificados.

As primeiras interações decorreram, muitas vezes, de encontro fortuito. Por exemplo, "tropeçaram no outro", num evento, o pesquisador e um profissional ou executivo de indústria e verificaram haver uma coincidência entre a necessidade da empresa e o assunto que a unidade de Física Aplicada estava desenvolvendo. Depois de feito um pequeno trabalho com sucesso, a interação se estabelece e por vezes frutifica para outros trabalhos mais extensos, de desenvolvimento de processos ou de produtos. A notícia se espalha, e outras empresas também se dirigem à universidade.

Nos casos em que os pesquisadores procuraram a indústria para oferecer sua competência foram recebidos com simpatia, mas nada de concreto resultou. A conclusão é que o processo de interação é tipicamente motivado pela procura de tecnologia (*demand pull*).

### O processo de interação

No que se refere a cooperações de fôlego maior, em que se visa o desenvolvimento de processos ou produtos mediante utilização da Física Aplicada, os pesquisadores sentem uma desconfiança generalizada por parte da indústria com relação à competência da universidade de chegar a resultados práticos e transferíveis para o processo produtivo. Por isso, as empresas são avessas a investir antes para obter depois. Sua postura é manifestar interesse em formalizar um relacionamento apenas depois que os pesquisadores completaram um desenvolvimento com recursos próprios da universidade.

Mesmo quando a empresa procura a universidade para que ela realize um projeto, pauta sua estratégia de negociação no modelo do contrato de risco: desejam que a universidade invista no projeto, com a única garantia de que, se der certo, terá comprador. A máxima participação a que a empresa demandante se propõe é a do fornecimento de alguns materiais. Existe, naturalmente, um raciocínio subjacente de que as universidades são públicas, e os pesquisadores, com sua respectiva infra-estrutura, já são pagos pelos impostos; portanto, a universidade teria a obrigação de servir à sociedade graciosamente.

A exceção da formação de recursos humanos (em que o envolvimento do pesquisador é individual e não institucional), a interação entre a universidade e a indústria ocorre geralmente sem que haja remuneração monetária. O valor atribuído ao serviço é transformado em materiais de insumo ou mesmo equipamentos, que são entregues pela indústria à unidade que a serviu (eventualmente, parte dos materiais é fornecida a título de participação no risco do projeto). Isso

se deve a dois fatores associados à limitação da estrutura universitária:

- a remuneração monetária entraria numa conta de receitas industriais da Reitoria da universidade respectiva; caso chegasse até a unidade que desenvolveu o trabalho, isso ocorreria após alguns meses, devido a procedimentos burocráticos, ocasião em que o valor pago pela indústria estaria corroído pela inflação; observe-se que as unidades de Física Aplicada pesquisadas não constituíram fundações, como no caso de outras áreas universitárias que prestam serviços à comunidade; e
- essas unidades ressentem-se da vagarosa tramitação de seus pedidos para aquisição de insumos e equipamentos pelas vias universitárias normais; mediante esse entendimento com as empresas às quais servem, prazos de meses e mesmo anos para a unidade receber o material de que necessita para suas pesquisas — tanto as de interesse direto das indústrias como as de cunho mais acadêmico — passam a ser de semanas ou mesmo dias.

### A cooperação vista do lado da Universidade

Nos três casos pesquisados foi manifestado interesse por parte das unidades universitárias de interagir com a indústria.

As motivações são distintas em cada Estado. No caso da USP, entre outras, prende-se à tentativa de reversão do fenômeno de elevada evasão dos alunos de graduação em Física que vinha ocorrendo, evasão essa conseqüência da limitação do horizonte profissional dos alunos, uma vez que a universidade tem espaço apenas para poucos graduados prosseguirem sua carreira (para não falar da carreira de professor do segundo grau, muito mal remunerada em termos do cenário profissional no Estado de São Paulo). Formou-se, no Instituto de Física, uma Comissão de Apoio Profissional, tentando aproximar da universidade as indústrias potencialmente capazes de empregar físicos recém-formados. A vinda de representantes de empresas para proferir palestras na universidade sobre a contribuição do físico acabou também interessando a professores, permitindo ainda começar a reduzir antigas barreiras colocadas pela cultura da instituição à cooperação com a indústria.

Na UFRGS a interação resulta de uma postura estratégica dos pesquisadores envolvidos, que consideram essencial a interação com a indústria para que a Física "saia da estufa" em que tradicionalmente esteve no País. Consideram que, ao contrário da ideologia prevalente, segundo a qual a Física Aplicada é menos nobre do que os campos puros dessa Ciência, a verdadeira competência do físico se revela pelo reconhecimento dos usuários, explicitado em projetos de desenvolvimento contratados, consultorias etc.

Já na UFP a motivação básica é contribuir para a manutenção de um espaço dedicado à alta tecnologia, num ambiente econômico em que essas oportunidades são raras.

Os pesquisadores envolvidos na cooperação com a indústria não sentem que isso lhes tolhe a liberdade acadêmica nem o volume ou qualidade da produção científica. Contudo, percebem restrições *sotto voce*, atualmente menores,

por parte de seus colegas não envolvidos com a indústria, ainda que no nível do discurso haja aceitação. Atribuem essa ressalva a causas como a introdução de um modelo mais dinâmico que afronta a parcela dos colegas que constituem um *establishment* acostumado a um ritmo de trabalho de **repartição pública**, ou ao temor de que os grupos que interagem com a indústria venham a ter muita força na instituição em decorrência das verbas adicionais com que passam a contar.

### Conhecimento e reconhecimento por parte da indústria

De maneira geral, os pesquisadores manifestaram a existência de um desconhecimento generalizado da indústria frente ao que a universidade pode oferecer, talvez à exceção de São Paulo. Além disso, percebem nos empresários e executivos preconceitos quanto à competência, praticidade e mesmo interesse dos pesquisadores universitários.

Nos casos em que uma interação chega a ser negociada, identificam os seguintes padrões de comportamento do industrial:

- cobrança de soluções em prazos incompatíveis com a natureza dos problemas tecnológicos e com os demais compromissos que os pesquisadores universitários têm; e
- limitação a investir recursos expressivos antes de poder aferir os resultados.

Todavia, em face da importância da tecnologia atualizada no estágio atual de competitividade da indústria nacional, os custos elevados de desenvolvimento próprio (e mesmo de execução de certos serviços, como testes) e a limitação para adquirir tecnologia no exterior, nota-se uma postura mais direcionada à universidade por parte das empresas. No dizer de um dos pesquisadores entrevistados, a desconfiança está cedendo à necessidade.

Em termos de reconhecimento, já se comentou a idéia de muitas empresas de que a remuneração seria dispensável em face das universidades serem sustentadas com recursos públicos. Concordam, contudo, em fornecer materiais e mesmo equipamentos.

No que se refere ao crédito moral, os entrevistados manifestaram comportamentos diversos por parte das empresas: algumas são pródigas em divulgar os benefícios recebidos, enquanto outras apresentam os desenvolvimentos realizados pela universidade como se tivessem sido feitos com equipe da própria empresa.

### Mecanismos institucionais

Três instituições foram mencionadas pelos pesquisadores como relevantes no contexto da cooperação universidade-empresa:

#### • *Os Institutos de Pesquisa Públicos*

Em São Paulo o IPT surge de diversas formas nesse processo:

- encaminhando ao Grupo indústrias que necessitam de apoio especializado;
- recebendo do Grupo indústrias que necessitam de ser-

viços que a universidade não pode ou não quer fazer; e  
- interagindo com a universidade em alguns desenvolvimentos.

Em Pernambuco, a área de Física Aplicada envidou esforços, bem-sucedidos aliás, para que o Governo do Estado reanimasse o Instituto de Tecnologia do Estado de Pernambuco — ITEP, a fim de poder encaminhar-lhe os pedidos de serviços de assessoria que não tinha interesse em atender.

#### • *O Estado*

Tem ele alguns papéis importantes, na opinião dos pesquisadores, além de prosseguir com o apoio financeiro à infra-estrutura dos laboratórios de pesquisa (cujo valor pode facilmente elevar-se a alguns milhões de dólares, para que cheguem ao estado da arte):

- no caso do BNDES e do sistema público de financiamento a investimentos industriais em geral, a exigência de maior grau de tecnologia nacional; e
- as empresas estatais devem, sem prejuízo da questão econômica, privilegiar a tecnologia nacional.

#### • *A ANPEI — Associação Nacional de P&D das Empresas Industriais*

Entidade criada a partir da iniciativa do Programa de Administração em Ciência e Tecnologia, da Faculdade de Economia e Administração da USP, tem realizado várias iniciativas para aproximar a indústria e a universidade.

### CONCLUSÕES

A universidade brasileira é relativamente jovem. Como em outras partes do mundo, enfrenta dois problemas fundamentais:

- como atender ao enorme aumento da demanda por ensino superior; e
- como viabilizar economicamente a pesquisa, que tem requerido volume de recursos cada vez mais elevado, para equipamentos, computadores, insumos etc. (também nas áreas de Ciências não Exatas).

Ainda que com variantes específicas a cada país, duas foram as respostas encontradas pelo sistema universitário:

- aumentar, de forma relevante, o número de instituições universitárias voltadas essencialmente para a reprodução do conhecimento, ou seja, para o ensino, as quais devem se viabilizar essencialmente pelo pagamento dos alunos; e,
- montar um esquema de suporte a relativamente poucas universidades, voltadas ao ensino e à pesquisa, combinando, em graus variados, a utilização de mecanismos de apoio financeiro do Estado e articulações com o setor produtivo para que aporte recursos à pesquisa. Em troca, a universidade passa a ter que prestar serviços, que constituem o terceiro componente do tripé ensino-pesquisa-extensão.

Em campos como a Engenharia essa articulação ocorre, em tese, mais naturalmente do que na Física Aplicada. Em primeiro lugar, pelo fato de haver um fluxo natural de graduados para a indústria, servindo de elo com a universidade. Em segundo, porque as escolas de engenharia contornaram algumas das barreiras à cooperação mediante o esquema das fundações.

No campo da Física Aplicada no País, verifica-se um incremento sensível na articulação com a indústria, fruto de uma evolução temporalmente coincidente de interesses, conforme relatado. Em alguns casos, chega a atuar em áreas onde seria de esperar o envolvimento das escolas de engenharia que, no entanto, é prejudicado pela falta de tradição em pesquisa.

Encontraram-se, a partir de depoimentos por parte da universidade, os seguintes estimuladores e barreiras principais:

• **Estimuladores**

- necessidade da indústria de atualizar-se tecnologicamente para poder competir;
- dificuldade de importação de tecnologia;
- interesse da universidade em interagir com a indústria, por diversos motivos, distintos em cada caso, expostos no texto;
- criação de unidades diferenciadas para Física Aplicada nas universidades;
- disponibilidade da universidade para trabalho de fôlego, que é o de complementar a formação dos recursos humanos qualificados da indústria;
- divulgação do sucesso de trabalhos pioneiros de cooperação;
- existência de área de P&D na indústria, e/ou de executivo com visão estratégica;
- estabelecimento de marcos que promovam o encontro entre a oferta e a demanda, como é o caso de evento bem-sucedido sobre tecnologia de filmes finos, organizado pela UFRGS em conjunto com a Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul no mês de maio/89; e

- articulação com outros componentes do conglomerado tecnológico, como os institutos de pesquisa.

• **Barreiras**

- desconhecimento das potencialidades da universidade por parte da indústria;
- preconceito quanto à competência, praticidade e interesse dos pesquisadores;
- expectativas inadequadas da indústria sobre o papel da universidade, em termos da combinação ensino-pesquisa-extensão;
- visão míope das empresas, que não conseguem enxergar estrategicamente o papel de P&D;
- qualificação insuficiente dos recursos humanos das indústrias para trabalharem em áreas de tecnologia sofisticada;
- falta de estímulo explícito na instituição em que a unidade de Física Aplicada atua, quando não, restrição velada;
- insuficiência da infra-estrutura da universidade para atender à indústria;
- entraves burocráticos típicos de entidades públicas; e,
- ação dispersa do Estado, geralmente pródigo em textos legais, mas parco na implementação das intenções.

O trabalho exposto deverá ser complementado, tanto pela realização de entrevistas com as demais entidades que atuam em Física Aplicada, como por contatos com o lado da empresa e, ainda, do governo.

Contudo, já neste estágio de conhecimento, afigura-se clara a incipiência do processo de-cooperação entre universidade e indústria, relevante para o desenvolvimento tecnológico e econômico-social do País, que cabe conhecer em maior profundidade, acompanhar e facilitar.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, Henrique S. de. *Um estudo do vínculo tecnológico entre: pesquisa, engenharia, fabricação e consumo* (Tese de doutoramento). São Paulo, EPUSP, 1981.

AZEVEDO, Irany de A. A relação universidade-empresa e a pesquisa tecnológica. In: MARCOVITCH, Jacques (coord.). *Administração em ciência e tecnologia*. São Paulo, Edgard Blücher, 1983.

DAGNINO, Renato. A pesquisa científica e tecnológica na universidade brasileira: balanço e perspectivas. In: CNPq/UNESCO *Ciência, tecnologia e desenvolvimento*. V.2, Brasília, 1983.

FONSECA, M. G. M., & LEITÃO, D. M. *Reflexões sobre o relacionamento entre o CENPES e universidades*. Tra-

balho apresentado no XI Simpósio Nacional de Pesquisa de Administração em Ciência e Tecnologia. São Paulo, FINEP/PACTo, 1986.

FREEMAN, Christopher. *The economics of industrial innovation*. 2ª ed. Cambridge, MIT, 1982.

FUSFELD, Herbert I. *The technical enterprise: present and future patterns*. Cambridge, Ballinger, 1986.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO — OCDE. *Industrie et université: nouvelles formes de coopération et de communication*. Paris, 1984.

PLONSKI, Guilherme A. *As empresas de serviços de engenharia no Brasil: do CAD à Engenharia* (Tese de doutoramen-

to). São Paulo, EPUSP, 1987.

RATTNER, Henrique (coord.). *Relações universidade-empresa no desenvolvimento tecnológico nacional*. Relatório de Pesquisa nº 23. São Paulo, EAESP/FGV, 1982.

TRINDADE, Sérgio. Universidade e inovação. *Cadernos de Tecnologia e Ciência*, 1(3): 50-8, out./nov. 1978.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO: Anais do encontro sobre *O novo contexto mundial e a variável tecnológica nos anos 90: a estratégia brasileira*. São Paulo, 1988

VEDOVELLO, Conceição. *Fomento à pesquisa tecnológica: um estudo de caso* (Dissertação de mestrado). São Paulo, PUC-SP, 1988.