

ISSN 1679-4893

Cadernos de Estudos Avançados

Instituto Oswaldo Cruz

Volume 1
Número 1
2003



Ministério da Saúde

Fundação Oswaldo Cruz
FIOCRUZ



Ministério da Saúde
Ministro
Humberto Costa

Fundação Oswaldo Cruz
Presidente

Paulo Marchiori Buss

Vice-Presidente de Desenvolvimento Institucional, Informação e Comunicação

Paulo Ernani Gadelha

Vice-Presidente de Serviço de Referência e Ambiente

Ary Carvalho de Miranda

Vice-Presidente de Ensino e Recursos Humanos

Tânia Celeste Matos Nunes

Vice-Presidente de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico

Euzenir Sarno

Instituto Oswaldo Cruz
Diretor

Renato Sérgio Balão Cordeiro

Vice-Diretor de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico

Jonas Enrique Perales Aguilar

Vice-Diretor de Ensino

Marli Maria Lima

Vice-Diretor de Serviços de Referência

Clara Fumiko Tachibana Yoshida

Editor

Renato Sérgio Balão Cordeiro

Editora Adjunta

Claudia Inês Chamas

Diagramação e Arte

Paulo Márcio Moreira

Copydesk e Revisão

Luciane CB Willcox Soares

Marly de C Willcox

Suporte Administrativo

Geiza Helena R Neves

Chefes de Departamentos

Bacteriologia

Martha Maria Pereira

Biologia

Darcílio Fernandes Batista

Bioquímica e Biologia Molecular

Ricardo Galler

Entomologia

Elizabeth Ferreira Rangel

Fisiologia e Farmacodinâmica

Eduardo Véra Tibiriçá

Genética

Ana Carolina Paulo Vicente

Helmintologia

Delir Corrêa Gomes Maués da Serra Freire

Imunologia

Claudio Tadeu Daniel Ribeiro

Malacologia

Ligya dos Reis Corrêa

Medicina Tropical

José Rodrigues Coura

Micologia

Cintia de Moraes Borba

Patologia

Henrique Leonel Lenzi

Protozoologia

Sylvio Celso Gonçalves da Costa

Ultra-Estrutura e Biologia Celular

Suzana Corte Real Faria

Virologia

Hermann Gonçalves Schatzmayr

Ensino

Marisa Velloso Fernandez Conde

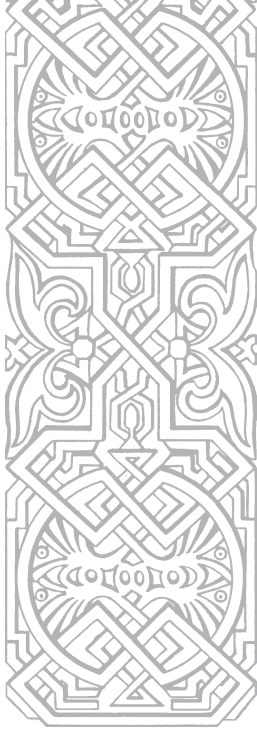
FICHA CATALOGRÁFICA

Cadernos de estudos avançados. v.1, n.1, 2003 - Rio de Janeiro: Instituto Oswaldo Cruz, 2003 – .:il.; 28 cm.

Irregular

ISSN 1679-4893

1. Pesquisa e Desenvolvimento; 2. Ciência e Tecnologia - Desenvolvimento; I. Instituto Oswaldo Cruz



A universidade, a empresa e a pesquisa que o país precisa

Carlos H de Brito Cruz

Universidade Estadual de Campinas, Caixa Postal 6165, 13083-970 Campinas, SP, Brasil
Email: brito@ifi.unicamp.br

Analisamos as atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) realizadas no Brasil, focalizando o papel de cada uma das instituições: universidades, empresas e governo. Para isto analisamos o pessoal envolvido em P&D no país, os investimentos realizados e alguns resultados facilmente documentáveis como o número de publicações científicas e de patentes realizadas. Verifica-se que, enquanto a capacidade brasileira de fazer ciência tem crescido, aumentando sua penetração internacional, a capacidade de fazer tecnologia está ainda aquém das possibilidades. Destacamos que o papel da empresa, que deveria ser central na inovação tecnológica, ainda não se realiza no Brasil.

A ciência está destinada a desempenhar um papel cada vez mais preponderante na produção industrial. E as nações que deixarem de entender essa lição hão inevitavelmente de ser relegadas à posição de nações escravas: cortadoras de lenha e carregadoras de água para os povos mais esclavizados (Lord Rutherford, citado no documento “Ciência e Pesquisa – Contribuição de Homens do Laboratório e da Cátedra à Magna Assembléia Constituinte de São Paulo”, que propôs a criação da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) em 1947)¹.

O conhecimento, que sempre foi um dos principais insumos para a geração de riqueza e bem estar social, passou a ser reconhecido como tal a partir da revolução da informação trazida pela Internet. Alan Greenspan, presidente do Federal Reserve dos Estados Unidos, tem destacado que *os avanços tecnológicos dos últimos anos, permitiram às indústrias norte-americanas operar com maior produtividade, contribuindo para a maior prosperidade já experimentada pelo mundo*². David Landes, o autor de “A Riqueza e a Pobreza das Nações”, destaca o valor do conhecimento mais contundentemente em entrevista à Veja³, referindo-se à necessidade de um país ter criadores de conhecimento para se desenvolver: *Se você não tiver cérebros, está acabado*.

A capacidade de uma nação de gerar conhecimento e converter conhecimento em riqueza e desenvolvimento social depende da ação de alguns agentes institucionais geradores e aplicadores de conhecimento. Os principais agentes que compõem um sistema nacional de geração e apropriação de conhecimento são empresas, universidades e o governo. Que papel se deve esperar de cada um e qual o papel desempenhado por eles no Brasil são as perguntas para as quais tento, neste artigo, contribuir com respostas, mesmo que parciais.

No Brasil o debate em torno da importância das atividades de pesquisa científica e tecnológica tem, historicamente, ficado restrito ao ambiente acadêmico. Este fato, por si só, já é um indicador da principal distorção que os dados abaixo evidenciam: em nosso país a quase totalidade da atividade de pesquisa e desenvolvimento ocorre em ambiente acadêmico ou instituições governamentais. Ao focalizar-se a atenção quase que exclusivamente no componente acadêmico do sistema, deixa-se de lado aquele que é o componente capaz de transformar ciência em riqueza – o setor empresarial. Recentemente iniciativas como as da Associação Nacional de Pesquisa, Desenvolvimento e Engenharia das Empresas Inovadoras (Anpei), da Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos de Tecnologias Avançadas (Anprotec) e da Confederação Nacional da Indústria (CNI), através do Instituto Euvaldo Lodi, tem alargado o horizonte da discussão incorporando progressivamente agentes ligados ao setor empresarial. De particular importância nos últimos anos foi a adoção pelo Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), desde 1999, de uma estratégia para a política nacional de ciência e tecnologia (C&T) que inclui, com destaque, a promoção de

Este artigo é uma versão atualizada e ampliada do artigo com mesmo título publicado na Revista Humanidades, 45 p. 15-29 (UnB, 1999).

atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) em empresas. Esta nova estratégia implementada tem tido ampla aceitação no meio acadêmico e empresarial, demonstrando os primeiros resultados práticos.

Neste artigo analisamos alguns componentes do sistema brasileiro de C&T, buscando determinar:

- a quantidade de pessoas efetivamente envolvidas em atividades de P&D e a natureza das instituições onde estas pessoas desenvolvem suas atividades, classificadas como universidades, institutos de pesquisa e empresas e as conseqüências da distribuição de pessoal existente;
- o perfil de investimentos nacionais em P&D, de acordo com a natureza da instituição que cobre o dispêndio;
- que papel deve-se esperar da universidade e da empresa na realização do desenvolvimento tecnológico.

Para auxiliar a avaliação dos dados apresentados, oferecemos, sempre que possível, comparações com dados internacionais, através das quais podemos avaliar e aferir a situação relativa do Brasil em termos de competitividade e inserção internacional.

QUANTOS CIENTISTAS E ENGENHEIROS HÁ NO BRASIL

Internacionalmente a categoria “cientistas e engenheiros” (C&E) é usada para descrever as pessoas que desenvolvem atividade de P&D.

Para obter uma estimativa do número de cientistas e engenheiros atuantes em P&D no Brasil determinamos o número de pessoas envolvidas em cada instituição brasileira que realiza atividade de pesquisa científica ou desenvolvimento tecnológico. Estas instituições são universidades ou escolas de ensino superior, empresas ou então laboratórios ou institutos de pesquisa governamentais, discriminadas na Tabela 1. Esta maneira de fazer o levantamento de pessoal parte das informações institucionais, e por isso acreditamos que possa ter um bom grau de confiabilidade. Para a contagem nas instituições de ensino superior consideramos os docentes em regime de dedicação exclusiva, ou em dedicação integral à docência e à pesquisa, conforme reportado por S. Brisolla⁴ em estudo realizado para o MCT em 1994. Este regime de trabalho pressupõe a realização de projetos de pesquisa e orientação de estudantes de pós-graduação. Para os institutos de pesquisa governamentais a fonte dos dados é um levantamento realizado pelo Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (Ibict)⁵ para os institutos federais e estaduais, exceto para o Estado de São Paulo para o qual a fonte foi um estudo recentemente feito pela Secretaria de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento Econômico do Estado de São Paulo. Para o caso das empresas os dados são os disponíveis no Relatório sobre a Base de Dados da Anpei para o ano de 1995⁶.

TABELA 1
Instituições com atividades de pesquisa científica e desenvolvimento tecnológico

Ensino Superior (893 instituições)	Institutos de Pesquisa Governamentais		Centros de P&D Estatais	P&D em Empresas Privadas
	Federais	Estaduais		
19 Universidades Estaduais	24 institutos	31 institutos	48 centros	651 empresas estudadas pela Anpei (49,73% do PIB industrial)
37 Universidades Federais				
04 Universidades Municipais				
46 Universidades Privadas				
03 Federações Municipais				
81 Fac. Integradas Privadas				
20 Estab. Isolados Federais				
63 Estab. Isolados Estaduais				
81 Estab. Isolados Municipais				
539 Estab. Isolados Privados				

OS CIENTISTAS E ENGENHEIROS QUE FAZEM P&D NO BRASIL

A Tabela 2 descreve a distribuição institucional dos C&E profissionais (excluem-se estudantes de pós-graduação) observada no Brasil, e ao mesmo tempo demonstra, para fins de referência, a mesma distribuição nos Estados Unidos. Além dos 77.861 C&E contados na Tabela 2, há no Brasil 62.613 estudantes de pós-graduação, que efetivamente não se dedicam em tempo integral à atividade de P&D por estarem ainda em formação. O número total de profissionais ativos em P&D no Brasil pode ser considerado muito pequeno quando comparado aos valores de outros países, constituindo apenas 0,11% do total da força de trabalho (FT) brasileira.

TABELA 2
Distribuição institucional dos C&E profissionais no Brasil e nos Estados Unidos⁹

	Brasil		EUA	
Docentes em universidades	90.631	73%	128.000	13%
Universidades Federais	43.494			
Universidades Estaduais	25.299			
Universidades Privadas	21.838			
Centros e Instituição de Pesquisa (sem lucro)	5.924	16%	70.200	7%
Centros de Pesquisa Empresas Privadas	29.086	11%	764.500	79%
Total	125.641	100%	962.700	100%

A Figura 1 ilustra essa comparação internacional, onde vemos que nos EUA e Japão quase 0,8% da FT atua em P&D. Na Coréia do Sul, um dos nossos competidores por mercados de produtos de alta tecnologia, 0,4%, quase o quádruplo do que no Brasil.

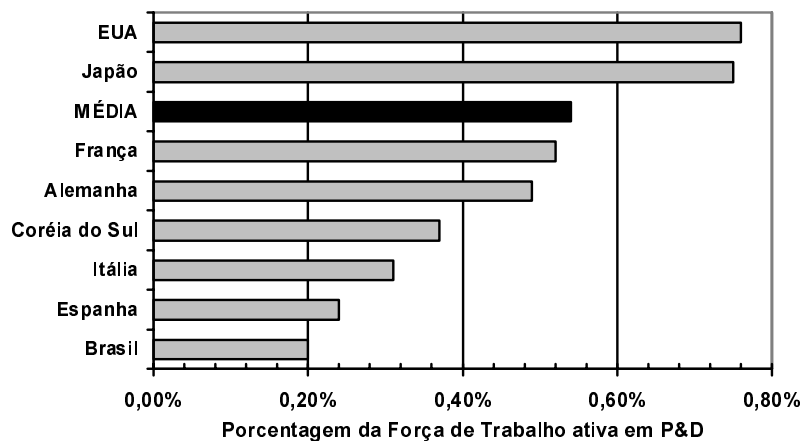


Figura 1: porcentagem da força de trabalho ativa em P&D, para países selecionados^{8 92}.

Na média dos países citados na Figura 1, o número de C&E é 0,54% da FT, praticamente o quádruplo do que se observa no Brasil. A pequeno número de C&E no Brasil, destaca a importância de se dar continuidade à ênfase nas políticas de formação de C&E. Além desta deficiência na quantidade de C&E, é importante analisarmos a distribuição institucional destas pessoas – onde trabalham os C&E brasileiros.

No Brasil 73% dos C&E trabalham para instituições de ensino superior, como docentes em regime de dedicação exclusiva ou tempo integral, enquanto apenas 11% trabalham para empresas. Ao contrário do que acontece no Brasil, nos Estados Unidos a enorme maioria dos C&E trabalha para empresas, atingindo a espantosa cifra de 764.500 C&E industriais. A distribuição americana, com a maioria dos C&E trabalhando na empresa é aquela que se verifica em todos os países industrializados, com pequenas variações. A Figura 2 mostra um resumo das distribuições institucionais dos C&E ativos em P&D, para vários países, mais o Brasil, para referência.

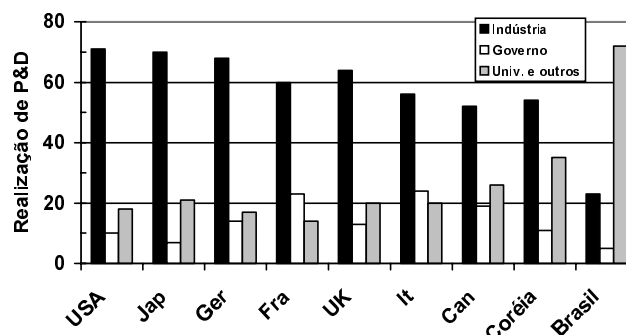


Figura 2: distribuição dos C&E ativos em P&D em vários países e no Brasil. O destaque é para o predomínio da presença de C&E nas empresas, para todos menos o Brasil.

O número de C&E em empresas, no Brasil, acarreta uma série de dificuldades ao desenvolvimento econômico brasileiro, como por exemplo a baixa competitividade tecnológica da empresa brasileira e a reduzida capacidade do país em transformar ciência em tecnologia e em riqueza.

Pode ser argumentado que comparar o Brasil com estes países de industrialização consolidada seria inadequado. Entretanto, mesmo na comparação com países de industrialização recente a situação brasileira é extremamente desfavorável, como mostrado na Figura 3, em relação à Coréia do Sul. Enquanto os coreanos têm quase 100.000 C&E gerando inovação na empresa, no Brasil há menos de 29.000. Esta deficiência causa profundos danos à capacidade de competição da empresa brasileira. É preciso destacar que, ao contrário do que imagina o senso comum predominante no Brasil, a inovação tecnológica é criada muito mais na empresa do que na universidade. No Brasil tem havido, ultimamente, uma tendência de se atribuir à universidade a responsabilidade pela inovação que fará a empresa competitiva. Trata-se de um grave equívoco que, se levado a cabo, poderá causar dano profundo ao sistema universitário brasileiro, desviando-o de sua missão específica que é educar profissionais e gerar conhecimentos fundamentais. Como mostrado anteriormente, em todo o mundo, o lugar privilegiado da inovação é a empresa, e isto tem razão de ser.

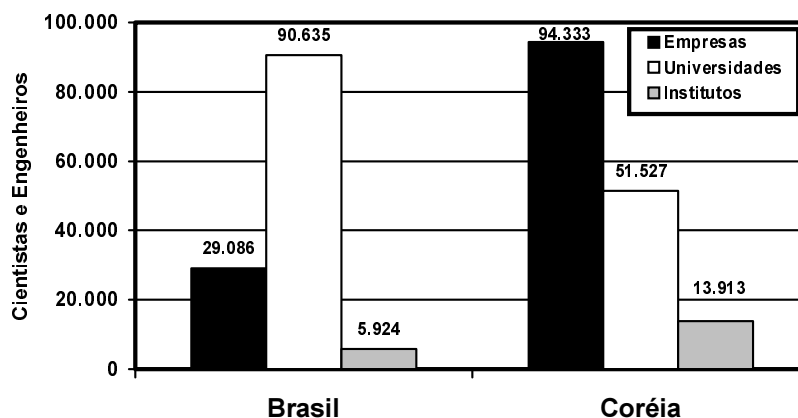


Figura 3: distribuição dos C&E em P&D no Brasil (dados de 2001) e na Coréia do Sul (dados de 2001)¹⁰.

PESQUISA NA UNIVERSIDADE E NA EMPRESA

Já em 1776 Adam Smith observava que as principais fontes de inovação e aprimoramento tecnológico eram *os homens que trabalhavam com as máquinas e que descobriam maneiras engenhosas de melhorá-las, bem como os fabricantes de máquinas, que desenvolviam melhoramentos em seus produtos*¹¹. Desde então o mundo mudou muito, mas vejamos o que nos diz o Vice-Presidente de Pesquisa da DuPont, Joseph Miller, (quantas empresas no Brasil tem um Vice-Presidente de Pesquisa?): *... a DuPont investe mais de um bilhão de dólares por ano em pesquisa e desenvolvimento e emprega mais de 3.000 engenheiros e cientistas e 2.000 técnicos de suporte. Dois terços deles trabalham em nossa Estação Experimental em Willmington, Delaware. Este é o local de quase todas as nossas principais descobertas. Este incrível registro de realizações é um tributo à vontade política da companhia de apoiar um empreendimento que é inerentemente imprevisível e inevitavelmente de alto risco*¹². O investimento da DuPont em P&D corresponde a 3% do faturamento (faturamento mesmo, e não lucro líquido) da companhia.

Edwin Mansfield, da Universidade da Pensilvânia realizou um estudo sobre as fontes de idéias para inovação tecnológica¹³. Verificou que menos de 10% dos novos produtos ou processos introduzidos por empresas nos Estados Unidos tiveram contribuição essencial e imediata de pesquisas acadêmicas. Portanto nove em cada dez inovações nascem na empresa. Diz ele: *... a maioria dos novos produtos ou processos que não poderiam ter sido desenvolvidos sem o apoio de pesquisa acadêmica não foram inventados em universidades; ao contrário, a pesquisa acadêmica forneceu novas descobertas teóricas ou empíricas e novos tipos de instrumentação que foram usados no desenvolvimento, mas nunca a invenção específica ela mesma. Isto dificilmente vai mudar. O desenvolvimento bem sucedido de produtos ou processos exige um conhecimento íntimo de detalhes de mercado e técnicas de produção, bem como a habilidade para reconhecer e pesar riscos técnicos e comerciais que só vêm com a experiência direta na empresa. Universidades não tem esta expertise e é irrealista esperar que possam obtê-la*¹⁴.

O entendimento de que a pesquisa aplicada e o desenvolvimento necessários à criação de inovação tecnológica e competitividade deve ocorrer na empresa é um conceito ainda incipiente no Brasil. Acontece que, como a quase totalidade da atividade de pesquisa que ocorre no Brasil se dá em ambiente acadêmico, o senso comum tende à conclusão de que seria normal apenas universidades fazerem P&D. Ao mesmo tempo, este equívoco tende a desviar as universidades da tarefa que só elas podem fazer, que é educar os profissionais que farão tecnologia na empresa, se esta lhes der uma chance para isto.

Muita ênfase tem sido posta no Brasil na questão da interação universidade-empresa, como um *deus ex-machina*, que viria a sanar as deficiências tecnológicas da empresa. Além disto, mitificou-se esta interação como sendo uma fonte de recursos para as universidades, em substituição aos recursos do governo, invocando-se a “experiência de universidades americanas”. Os dados mostrados na Tabela 3 desafiam estes dois conceitos que fazem parte dos mitos e lendas brasileiros sobre C&T.

Observa-se nesta tabela que dos 21 bilhões de dólares contratados para pesquisa em todas as universidades americanas em 1994, 1,4 bilhões, ou seja, menos do que 7% foram provenientes de contratos com empresas. O Massachusetts Institute of Technology (MIT), que é uma das instituições campeãs de interação com empresas, captou 15% de seu orçamento de pesquisa através de contratos deste tipo. Do outro lado, estes 1,4 bilhões contratados por empresas com universidades, são menos de 1,4% dos quase 100 bilhões investidos em P&D nas empresas americanas naquele ano. Este pequeno percentual confirma que a pesquisa de que a empresa precisa é feita na empresa, por seus próprios cientistas e engenheiros.

O pequeno percentual de financiamento obtido da indústria pela universidade americana parece estar relacionado com as diferenças institucionais intrínsecas à natureza da universidade e da empresa.

Enquanto a missão fundamental da empresa na sociedade é a produção e a geração direta de riqueza, a missão fundamental e singular da universidade é formar pessoal qualificado. Um projeto de pesquisa só será adequado a esta missão quando ele contribuir para o treinamento de estudantes, o que restringe o número de projetos que sejam atraentes por parte das universidades. E. Mansfield destaca¹⁵: *Como vários líderes de indústria têm enfatizado repetidamente, um dos principais papéis da universidade no processo de mudança tecnológica é o de prover estudantes bem preparados.* Um destes líderes de empresa, ex-pró-reitor de pesquisa da Universidade de Stanford e cientista de renome na área de lasers e óptica não linear, ao ser questionado sobre o papel da Universidade de Stanford no sucesso do Silicon Valley afirmou¹⁶: *O mito é que a tecnologia de Stanford foi o que criou o sucesso do Silicon Valley. Entretanto um levantamento cobrindo 3.000 pequenas empresas encontrou apenas 20 companhias que usaram tecnologia vinda, direta ou indiretamente, de Stanford. O que Stanford contribuiu para o Silicon Valley foram estudantes talentosos e muito bem educados.*

TABELA 3

Valor dos contratos de pesquisa de universidades americanas em 1994, e valor contratado com empresas

	Investimento total (US\$ milhões)	Investimento pela indústria (US\$ milhões)	% investida pela indústria
Total das universidades americanas	21.081	1.430	6,8%
Johns Hopkins University	784	10	1,3%
University of Michigan	431	27	6,2%
University of Wisconsin, Madison	393	14	3,5%
Massachusetts Institute of Technology	364	56	15,3%
Texas A&M University	356	29	8,0%
University of Washington	344	33	9,7%
University of California, San Diego	332	10	3,0%
Stanford University	319	15	4,6%
University of Minnesota	318	24	7,5%
Cornell University	313	17	5,5%
University of California, Berkeley	290	13	4,3%
Harvard University	279	10	3,4%
Columbia University	236	2	0,7%
California Technology Institute	128	5	3,9%
University of New Mexico	90	4	4,5%

(Fonte: Science and Engineering Indicators, 1996)

Outras diferenças importantes e naturais entre o ambiente acadêmico e a empresa são:

- realizar um projeto treinando estudantes muda completamente a escala de tempo de conclusão do projeto. Por outro lado a rapidez de conclusão é uma variável essencial do ponto de vista empresarial;
- o sigilo é essencial num projeto empresarial, enquanto que num projeto acadêmico o livre debate dos resultados é, e precisa ser, a norma;
- a motivação para a busca do conhecimento na universidade é muito mais desinteressada do que na empresa. Por isso a pesquisa fundamental acontece mais freqüentemente no ambiente acadêmico, enquanto a pesquisa aplicada e o desenvolvimento tecnológico ocorrem mais freqüentemente na empresa.

Ainda assim deve-se notar que a interação universidade-empresa é importante para a universidade na medida em que contribui para a melhor formação dos estudantes, e isto é razão suficiente para buscar sua intensificação. Do outro lado, esta interação pode contribuir para levar a cultura de valorização do conhecimento para a empresa. Mas é essencial evitar a ilusão de que esta interação será a solução para os problemas de financiamento da universidade e de tecnologia da empresa. A verdade é que o principal mecanismo para a interação entre a universidade e a empresa é a contratação dos profissionais formados nas universidades pelas empresas.

Mesmo que os dados apresentados indiquem limitações intrínsecas na intensidade da contratação de projetos de pesquisa empresariais por universidades, é preciso destacar que há várias outras modalidades de interação que podem e precisam ser mais exploradas no Brasil. Têm especial relevância as atividades de consultoria, nas quais o professor (ou a universidade) vende parte de seu tempo à empresa, freqüentemente realizando as atividades na própria empresa. Mesmo que muitas universidades brasileiras tenham provisões legais para este tipo de atividade, ela não tem sido muito intensa, seja porque a cultura acadêmica muitas vezes impõe obstáculos ou seja porque a demanda pela empresa tem sido reduzida. É claro que a atividade de consultoria só pode fazer sentido para a empresa quando esta tiver suas atividades de P&D e necessitar de complementação ou conhecimentos específicos – quando não existe P&D na empresa a consultoria tende a ser inefetiva.

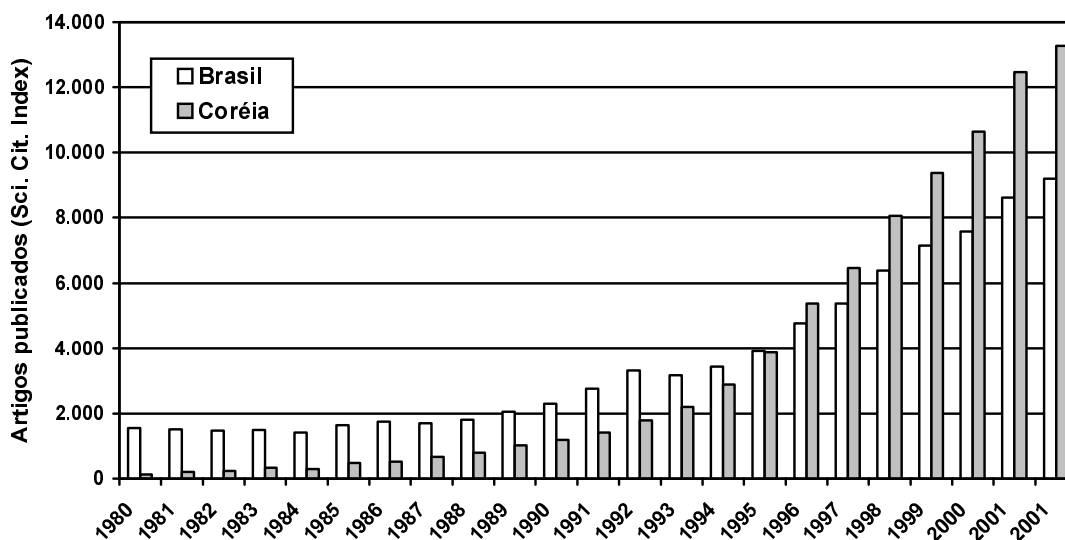


Figura 4: número de publicações em revistas do Science Citation Index, cujo endereço institucional é no Brasil e na Coreia.

A CIÊNCIA BRASILEIRA AVANÇA, MAS A COMPETITIVIDADE NÃO

Um resultado da distorção na distribuição institucional de C&E no Brasil é que, ao passo que a ciência feita no Brasil tem ocupado progressivamente mais espaço no panorama mundial, a competitividade da empresa e sua capacidade de gerar riqueza não tem avançado da mesma maneira. O avanço da ciência brasileira já foi bem documentado no livro de Leopoldo de Meis e Jaqueline Lehta¹⁷.

A Figura 4 ilustra este avanço, usando dados obtidos no Science Citation Index em CD-Rom, da Biblioteca do Instituto de Física da Unicamp, corroborando os dados de De Meis e Lehta.

Observa-se claramente o efeito da política brasileira de formação de recursos humanos para C&T, e da colocação destas pessoas principalmente em universidades: o número de publicações cresceu de um patamar histórico em torno de 2.000 por ano na década de 80, para quase 7.000 trabalhos publicados em 1998, valor muito superior ao dos vizinhos latino americanos. Outro mostrado na Figura 4 é o excepcional crescimento da produção científica da Coréia do Sul, chegando a suplantar o Brasil em 1996. É notável que, mesmo que naquele país, em que a maior parte dos C&E trabalham para empresas, a produção científica em revistas indexadas tenha experimentado crescimento intenso.

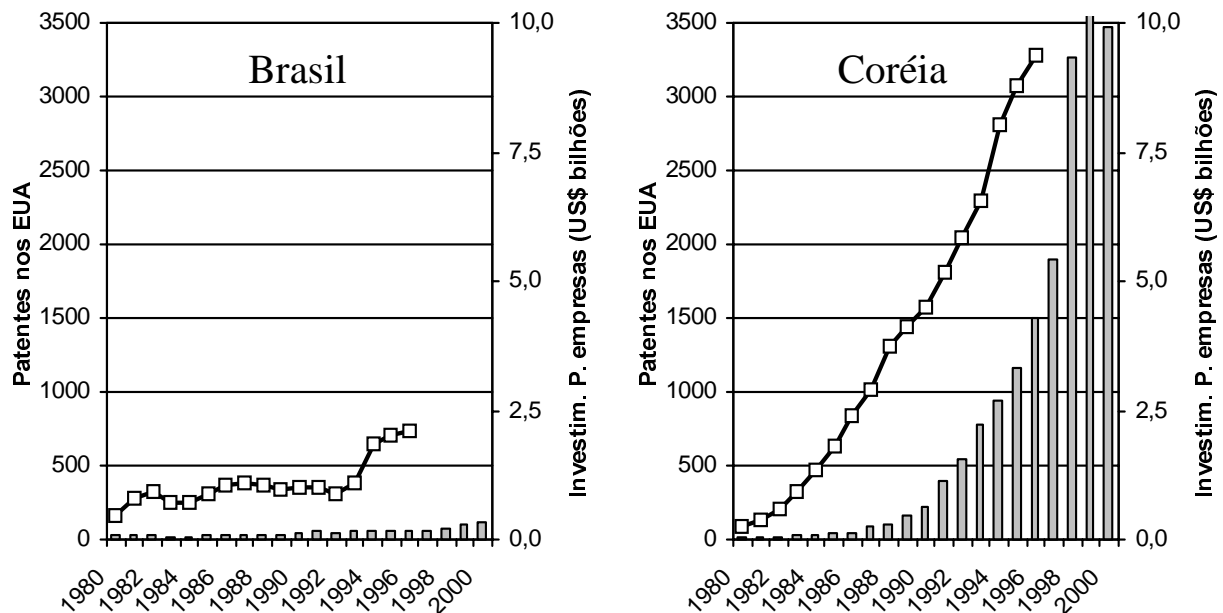


Figura 5: número de patentes registradas anualmente nos Estados Unidos e dispêndio empresarial em P&D para Brasil e Coréia do Sul¹⁸.

Na produção de inovação tecnológica a história já é bem outra. Uma maneira internacionalmente reconhecida para se medir a intensidade da inovação, é a contagem do número de patentes registradas em mercados competitivos. A Figura 5 mostra o número de patentes com origem no Brasil e na Coréia do Sul, registradas nos Estados Unidos ano a ano, desde 1980. No início da década de 80, os dois países registravam perto de uma dezena de patentes anualmente nos Estados Unidos. A partir de 1985 o crescimento do número de patentes coreanas cresce exponencialmente, de maneira fortemente correlacionada com o investimento empresarial em P&D, também mostrado na mesma figura. Sendo a maior parte do investimento em P&D a parcela correspondente ao pagamento de salários dos C&E, a curva crescente de investimento empresarial em P&D descreve o aumento no número de C&E trabalhando para empresas na Coréia do Sul. É fácil imaginar que mais pesquisadores terão mais idéias e portanto gerarão mais patentes. Por outro lado, as curvas correspondentes ao Brasil demonstram como o reduzido número de C&E empresariais resulta num pequeno número de patentes.

Na Figura 5 é notável a correlação entre o número de patentes e o dispêndio em P&D pela empresa em ambos os países. Uma visão mais geral é apresentada na Figura 6 onde se mostra o número de patentes registradas nos EUA em função do investimento anual em P&D realizado pelas empresas para uma coleção de 24 países. A curva de tendência é bem nítida, e observa-se que o caso brasileiro se afasta da tendência para menos, sendo que o Brasil registra quase três vezes menos patentes do que seria de se esperar para o investimento reportado pelas empresas.

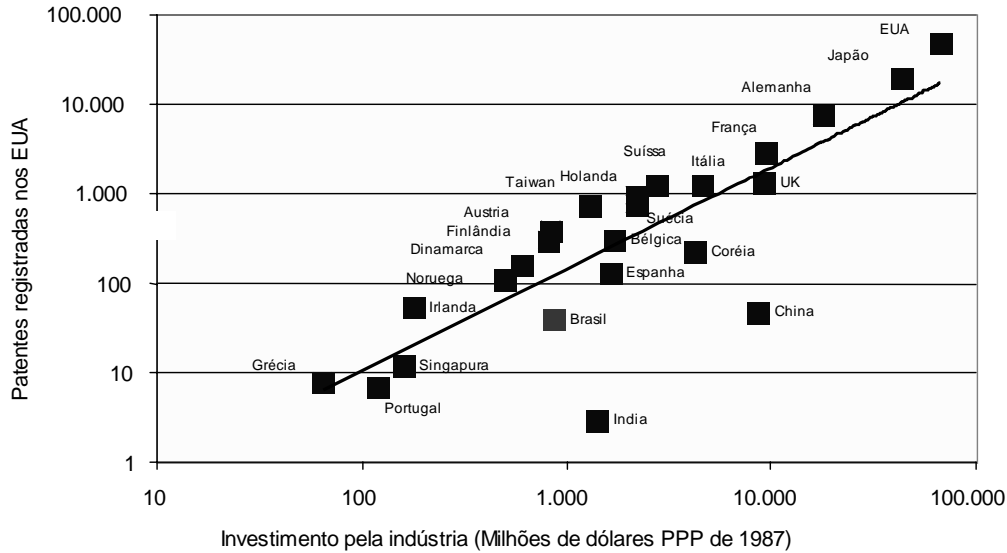


Figura 6: número de patentes registradas nos EUA em função do investimento em P&D realizado pelas empresas em cada país. (Fontes: número de patentes: patent counts by country, USPTO, Aug. 1997; Investimento empresarial em P&D: referências 8 e 9).

Patentes são um produto típico do ambiente de P&D empresarial, e não do ambiente acadêmico. Em 1994, das 53.236 patentes registradas nos EUA, 1.604 foram originadas em universidades – 3% do total. A Figura 7 mostra o número de patentes que universidades americanas registram anualmente. O pico da curva mostra que 25 universidades registraram entre 20 e 30 patentes no ano em questão. Apenas 6 universidades registraram mais de 100 patentes. Mesmo que as universidades busquem ampliar seus registros de propriedade intelectual, ainda assim, a natureza da instituição universitária exige a abertura e ampla divulgação dos resultados. Estas 6 universidades americanas que registram 100 ou mais patentes publicam anualmente milhares de artigos científicos divulgando seus resultados.

A Figura 8 resume o quadro geral da produção de C&T segundo os dois indicadores usados aqui. O Brasil aparece no mapa da ciência mundial, mas é quase inexistente no mapa da tecnologia mundial – resultado direto do pequeno número de C&E ativos em P&D nas empresas.

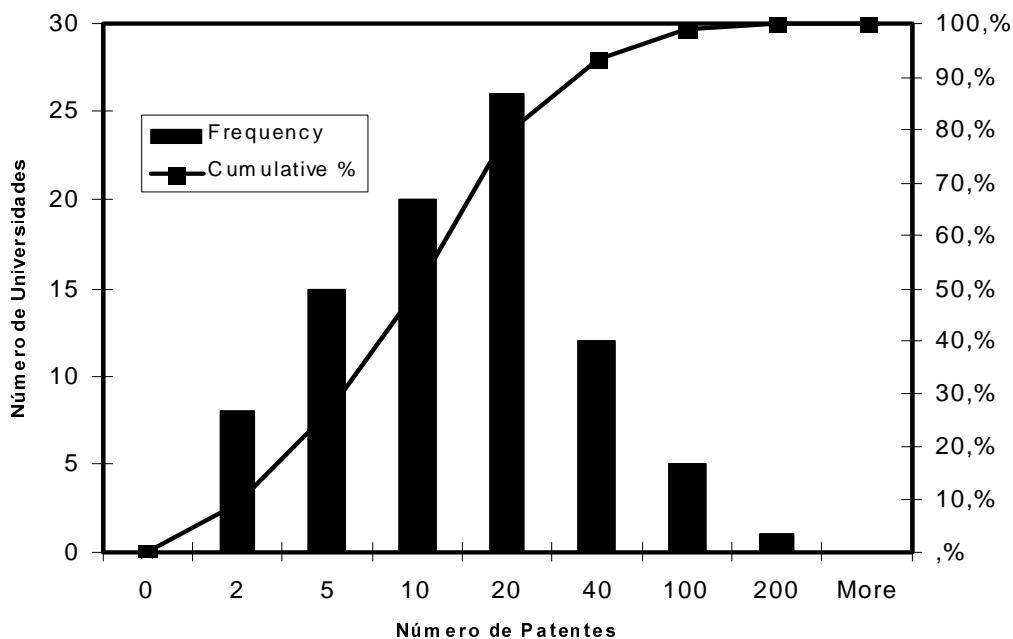


Figura 7: histograma do número de patentes registradas no ano de 1994 por universidades nos EUA.

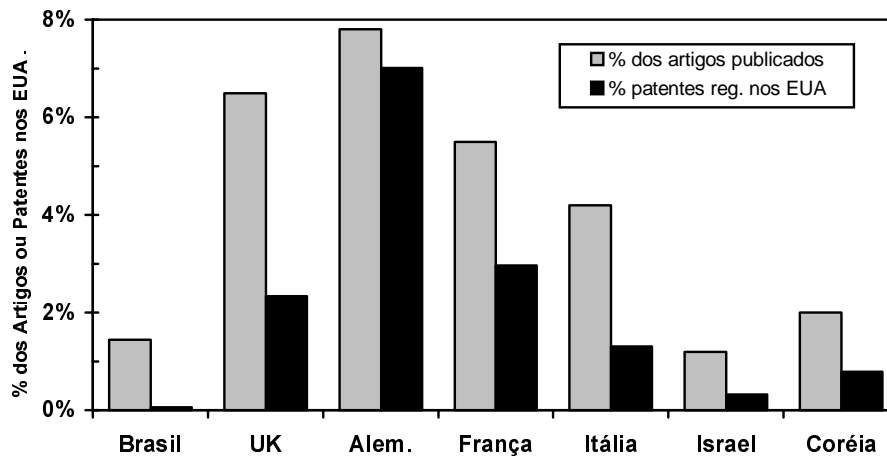


Figura 8: participação mundial em artigos publicados em revistas do *Science Citation Index* e patentes registradas nos Estados Unidos.

O INVESTIMENTO EM P&D NO BRASIL – FINANCIADORES E EXECUTORES

O primeiro cuidado neste ponto é o de identificar corretamente o investimento em P&D, que é diferente do investimento em C&T, tradicionalmente divulgado no Brasil. Os manuais editados pela OCDE¹⁹ tratam de estabelecer as definições das categorias de interesse relacionadas às estatísticas sobre insumos e resultados em C&T e também em P&D. Para se estabelecer referências internacionais adequadas, é essencial cuidar da compatibilidade das definições das categorias que estão sendo medidas.

A categoria C&T é definida de maneira bem mais ampla do que a categoria P&D – na verdade a categoria C&T compreende completamente a categoria P&D, mas a excede. Simplificadamente, podemos atribuir à categoria P&D as atividades criativas relativas à C&T: o investimento para criar conhecimento e tecnologia pertence à categoria P&D e também à categoria C&T, enquanto o investimento para comprar tecnologia pronta pertence à categoria C&T mas não à categoria P&D. Muita confusão tem sido feita no Brasil entre estas duas categorias e freqüentemente têm sido comparados dados relativos à C&T brasileiros com dados relativos a P&D de outros países. Somente recentemente o MCT passou a divulgar os dados de investimento em P&D brasileiros²⁰

TABELA 4

Fontes financiadoras e executores de recursos de C&T nos Estados Unidos em 2000

	Financiado por	Governo	Empresas	Universidades	Outros	Total
	Valor financiado	69.627	181.040	5.969	7.986	264.622
Executado por	Governo	19.143	0	0	0	19.143
	Empresas	22.210	177.645	0	0	199.855
	Universidades	23.276	2.310	5.969	4.400	35.955
	Outros	9.880	1.085	0	3.586	14.551

Valores em milhões de dólares de 2000

(Fonte: *Science and Engineering Indicators, National Science Board, Washington, DC, 1996*)

Além do cuidado com as categorias, o levantamento dos indicadores relativos a investimentos nacionais em P&D deve buscar a identificação das fontes e dos executores do investimento. É fácil entender que em geral, governos são fortes investidores, mas fracos executores; a execução dos recursos investidos pelos governos ocorre freqüentemente por universidades e empresas. O mapeamento correto destas funções é essencial quando se pretende conhecer em detalhe um sistema nacional de C&T e também quando se realizam comparações internacionais. Como ilustração mostramos na Tabela 4 os dados sobre setor financiador e setor executor para o caso dos Estados Unidos.

Um demonstrativo como a Tabela 4 permite apreender vários fatos interessantes sobre o sistema de C&T norte-americano:

- do valor total empregado para P&D nos Estados Unidos, 26% são recursos provenientes do governo federal e 68% de empresas;
- do valor financiado pelo governo, 32% se destinam à execução em empresas e 33% a universidades. O valor financiado pelo governo para execução em empresas refere-se principalmente à compra de desenvolvimento tecnológico pelo governo americano. Este tipo de compra se constitui num importante subsídio ao desenvolvimento tecnológico na empresa nos Estados Unidos;
- do valor financiado pelas empresas, 98% é executado pelas próprias empresas e 1,3% por universidades. Estes percentuais são especialmente importantes, pois indicam claramente que a pesquisa de interesse da empresa é realizada na própria empresa e não por contrato com universidades ou centros de pesquisa;
- do valor executado por empresas, 89% provém de recursos próprios e 11% de recursos financiados pelo governo. Portanto, mesmo que haja recursos do governo financiando a pesquisa em empresas, a maior parte dos recursos para isto provém da própria empresa;
- dos recursos executados por universidades, 65% provém do governo federal e 17% das próprias universidades (em vários casos de universidades estaduais, recursos estaduais). Apenas 7,5% (neste ano de 2000) foram provenientes de empresas.

TABELA 5

Fontes financiadoras e executores de recursos de P&D no Brasil em 1996

	Financiado por	Governo	Empresas	Universidades	Outros	Exterior	Total
	Valor financiado	3.166,75	1.874,30	151,55	n.d.	n.d.	5.192,59
Executado por	Governo	722,67	-	-	n.d.	n.d.	722,67
	Empresas	481,33	1.874,30	-	n.d.	n.d.	2.355,63
	Universidades	1.962,75	-	151,55	n.d.	n.d.	2.114,29
	Outros	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.

Valores em US\$ milhões de 1995

(Fonte: *Indicadores Nacionais de Ciência e Tecnologia, 1990-1996, MCT, 1998*)

Em 1998 pela primeira vez o governo brasileiro publicou um demonstrativo de executores e financiadores de P&D²¹. Estes dados, levantados pela equipe de indicadores do CNPq, permitem conhecer a maior parte do demonstrativo de financiadores e executores, análogo àquele demonstrado na Tabela 4 para o caso dos EUA. Os dados relativos ao ano de 1996 para os dispêndios na categoria P&D (e não C&T) são mostrados na Tabela 5.

Na Tabela 5 destacamos:

- o valor total financiado pelo governo: 3.166,75 milhões de dólares constantes de 1995. Inclui-se aqui a soma dos recursos federais e estaduais (fap's, institutos de pesquisa), sempre para a categoria P&D (da mesma fonte se obtém que o valor total financiado para C&T pelo governo foi de 5.753,66 milhões de dólares constantes de 1995);
- do valor financiado pelo governo, 15% foi executado por empresas, 23% foi executado por órgãos do governo e 62% por universidades. Estes 15% correspondem exclusivamente à renúncia fiscal, indicando que o governo brasileiro não é um comprador de desenvolvimento tecnológico como ocorre com o governo dos Estados Unidos (Tabela 4);
- o valor executado por empresas: foi, em 1996, 2.355,63 milhões de dólares de 1995, sendo 80% financiado com recursos próprios e 20% financiado pelo governo via renúncia fiscal (deve-se destacar aqui que há muita dúvida quanto à validade e precisão deste dado, até porque os sistemas para sua determinação ainda são bastante precários);
- o valor executado por universidades: o valor de 2.114,29 milhões de dólares de 1995, corresponde à soma dos recursos para o pagamento de adicional de tempo integral aos docentes universitários, supondo-se que este adicional implique a atuação do docente em P&D, mais os recursos captados através de contratos de pesquisa estabelecidos com agências governamentais ou entidades privadas. Esta metodologia é a recomendada pela Organisation for Economic Cooperation and Development (OCDE) no Manual

Frascatti¹⁹, e pela primeira vez está sendo adotada pelo MCT na determinação destes indicadores. Nesta linha o levantamento certamente demonstra deficiência, visto que a célula correspondente a valores financiados por empresas para realização em universidades não deveria ser nula já que, mesmo que no Brasil não haja uma intensa contratação de projetos de P&D por empresas em universidades, este valor não é certamente nulo. Em universidades como a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e a Universidade de São Paulo (USP) o percentual contratado com empresas pode chegar a 4% dos contratos de pesquisa. Se o percentual financiado por empresas para ser executado por universidades fosse igual àquele praticado nos EUA (1,6% do total financiado pelas empresas, v. Tabela 4 e comentários que a seguem) os contratos com universidades chegariam a 30 milhões;

- o levantamento não inclui valores eventualmente captados do exterior.

QUANDO A EMPRESA TEM SEUS CIENTISTAS E ENGENHEIROS E INVESTE EM P&D

É importante mencionarmos alguns exemplos que ilustram que quando a empresa tem uma política de valorizar as atividades de P&D, contratando seus próprios C&E, há ganhos a serem obtidos. Há vários destes casos no Brasil – basta lembrar a tecnologia da Petrobrás em extração de petróleo em águas profundas, as empresas de base tecnológica em São Carlos e Campinas, nascidas em torno e das universidades ali existentes, várias empresas do setor de alimentos, e muitas outras que incorporam conhecimento diariamente a seus produtos e processos. Três exemplos com informações mais específicas são ilustrativos.

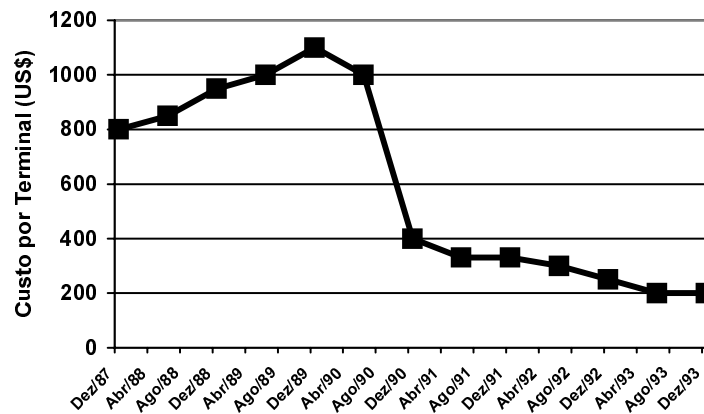


Figura 9: custo por terminal telefônico instalado pelas empresas do Sistema Telebrás antes e após o licenciamento da tecnologia Trópico, desenvolvida pelo CPqD.

O primeiro exemplo é o do antigo Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Telebrás, hoje Fundação CPqD. Ali se desenvolvem produtos e processos relacionados aos objetivos da companhia, desde fibras ópticas e antenas até software para tarifação e gerenciamento de sistemas telefônicos. Um dos projetos mais bem sucedidos e de impacto facilmente mensurável vem sendo a Central Telefônica Trópico, desenvolvida por engenheiros formados principalmente pela Escola Politécnica da USP, pela Unicamp e pelo ITA. Trata-se de uma central telefônica de processamento armazenado (CPA) muito moderna e capaz de vencer em concorrências competidores internacionais tradicionais deste mercado, como Ericsson, NEC, Philips e outros. A Telebrás não é um fabricante de equipamentos, portanto licenciou a fabricação da Trópico a empresas no Brasil (Promon e Alcatel, por exemplo). Este licenciamento começou em julho de 1990. A Figura 9 mostra o que aconteceu com o custo de cada terminal telefônico instalado pelas empresas do Sistema Telebrás (Telesp, Telerj) após o licenciamento. A economia em cada terminal chega a 1.000 dólares. Anualmente são instalados no Brasil mais de 700.000 terminais – portanto um projeto do CPqD, feito por engenheiros bem educados em nossas universidades economiza para as operadoras de telecomunicações no Brasil mais de 700 milhões de dólares por ano, mais do que dez vezes mais do que o custo anual de todo o CPqD.

O segundo exemplo é o avião a jato EMB145, desenvolvido pela Embraer, em São José dos Campos. Trata-se de um avião a jato para 50 passageiros, destinado ao promissor mercado de vôos regionais²². Lançado no início de 1997 tornou-se imediatamente um sucesso de vendas – dezenas de unidades vendidas



Figura 10: jato regional EMB145 desenvolvido e fabricado pela Embraer.

para empresas em todo o mundo, mais centenas em opções para compra futura. Engenheiros bem formados pelo ITA, trabalhando numa empresa que valoriza P&D, gerando riqueza para o país e para a empresa. O terceiro exemplo é o da tecnologia de fabricação de fibras ópticas. Este envolve a participação da universidade, pois o projeto nasceu na Unicamp, através de um convênio estabelecido em 1974 com a Telebrás. Este projeto foi descrito por Krieger e Galembek como *um dos poucos e talvez o melhor exemplo de programa de P&D bem sucedido, no País*²³. Iniciado na universidade, passou para um centro de pesquisa de empresa estatal e depois a tecnologia foi licenciada para empresas privadas que passaram a cuidar dos futuros desenvolvimentos.

A peculiaridade importante aqui foi que a transferência de tecnologia se deu com a transferência de pessoas. Hoje, altos dirigentes da ABC Xtal, a primeira empresa a fabricar fibras ópticas no Brasil, são pesquisadores que lideraram o projeto na Unicamp nos anos setenta, como professores universitários. Além destes, técnicos e alunos formados migraram da universidade para a empresa, num processo enriquecedor para ambas as instituições (mesmo que na época houvesse sempre a voz dos arautos do “desastre engendrado pelo esvaziamento da universidade”). Hoje a ABC Xtal e outras empresas continuam fabricando fibras ópticas e desenvolvendo seus produtos e processos, e para isto, empregando egressos de nossas universidades.

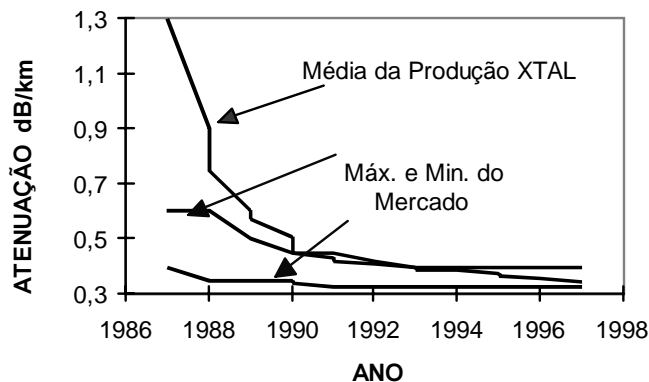


Figura 11: uma das características técnicas das fibras ópticas fabricadas pela ABCXtal, mostrando como o esforço contínuo de desenvolvimento da tecnologia levou a empresa a um patamar competitivo.

A Figura 11 mostra como uma característica técnica importantíssima, a atenuação da fibra, evoluiu desde 1987, quando a ABC começou a produzir fibras, até hoje. Pode-se ver que a produção da ABC chegou a um patamar bastante competitivo como resultado de um esforço continuado de P&D. Da mesma maneira, a Figura 12 mostra como o preço de venda da fibra fabricada foi reduzido até chegar a um valor competitivo.

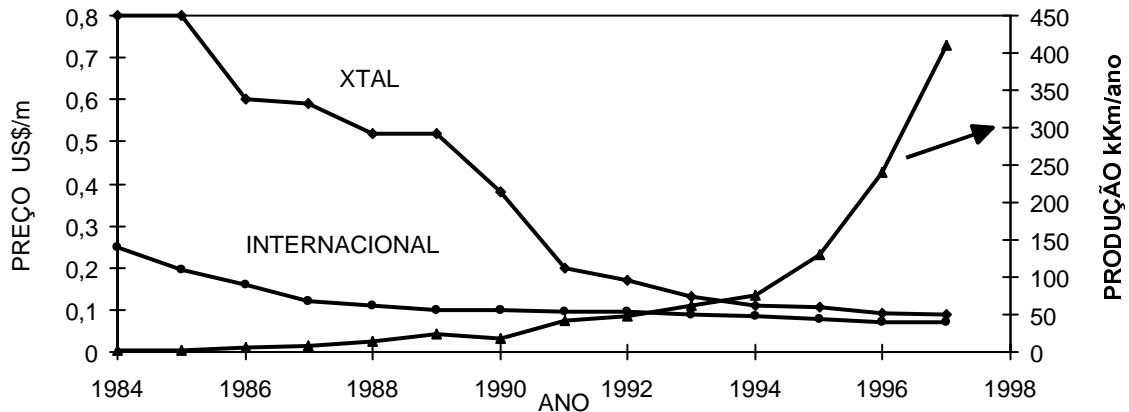


Figura 12: preço da fibra fabricada pela ABCXtal em comparação com o preço internacionalmente praticado, e curva da evolução da produção de fibra pela ABC.

A NECESSIDADE DO APOIO ESTATAL À ATIVIDADE DE P&D EMPRESARIAL

Se o lugar da ciência e da educação é a universidade, o lugar do desenvolvimento de tecnologia é, por excelência, a empresa. O elemento criador de inovação é o cientista ou engenheiro que trabalha em P&D nas empresas, sejam elas voltadas para produtos ou serviços. Assim é que, nos EUA, dos 960.000 C&E trabalhando em P&D, 760.000 (80% do total) trabalham para empresas.

A posição central da empresa na geração de inovação tem sido demonstrada por vários autores desde Adam Smith, passando por levantamentos realizados pela National Science Foundation e até mesmo pela CNI no Brasil. Além disso tem papel fundamental num sistema nacional de inovação a universidade, como formadora dos C&E, e como geradora de novas idéias.

Nos países da OCDE o dispêndio empresarial em P&D é quase dois terços do dispêndio total dos países em P&D, e tem crescido a cada ano. No Canadá o crescimento tem sido de 7% por ano, desde 1981, nos Estados Unidos 4,3% por ano. Na Finlândia, país que foi classificado em primeiro lugar no Índice de Avanço Tecnológico da Organização das Nações Unidas (ONU) em 2001, 11% por ano.

Por outro lado, no caso brasileiro é forçoso considerar as dificuldades estruturais presentes para o avanço da tecnologia. Em primeiro lugar nosso sistema de C&T é reduzido em termos de recursos humanos qualificados – contamos apenas com algo em torno de 90.000 C&E ativos em pesquisa e desenvolvimento. Esta quantidade corresponde somente a 0,14% da força de trabalho ativa, e se compara muito desfavoravelmente com o existente em outros países como a Espanha (0,24%), Coréia do Sul (0,37%), Itália (0,31%) ou EUA e Japão (0,75%). Em segundo lugar, a atividade de P&D concentra-se no ambiente acadêmico de universidades e institutos de pesquisa. Estas duas instituições são elementos essenciais em qualquer sistema nacional de inovação, mas não suficientes; falta-nos a presença da empresa como ator decidido e determinante na arena da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico.

Enquanto em nosso país há, talvez, 20.000 C&E atuando em P&D em empresas, países de industrialização recente como a Coréia do Sul apresentam 94.000 destes profissionais, enquanto que nos Estados Unidos há quase 800 mil C&E fazendo P&D nas empresas. Cabe destacar o ambiente econômico instável, extremamente desfavorável e até mesmo hostil, para que as empresas realizem investimentos de retorno certo, mas em prazo muitas vezes longo, como são os investimentos em P&D.

Daí a necessidade do apoio estatal às atividades de P&D em empresas. Parece uma heresia, depois de tudo que quiseram nos fazer acreditar ao longo dos últimos anos. Mas não é. Nos Estados Unidos, dos 65 bilhões de dólares anuais que o governo federal investe em atividades de P&D, 25 bilhões vão para empresas americanas. Neste caso principalmente através de uma política de encomendas tecnológicas, nas quais o governo compra das empresas produtos e seu desenvolvimento tecnológico. Este valor significa 15% do dispêndio total feito pelas empresas em P&D. Na Inglaterra o estado investe 1,5 bilhões de dólares anuais em P&D empresarial – 9% do dispêndio total empresarial em P&D. Na França são, anualmente, 1,6 bilhões de dólares de investimento do estado em P&D nas empresas – 11% do total despendido pelas empresas. Na Alemanha 2 bilhões anuais – 9% do dispêndio empresarial (Figura 13).

Estes percentuais, mostram que o estado costuma, nos países desenvolvidos, estimular atividades de P&D empresariais, contribuindo para reduzir o alto risco inerente a esta atividade. Na média dos países da

OCDE hoje, 10% do dispêndio empresarial em P&D é financiado com recursos governamentais, através de vários métodos de subsídio, incluindo renúncia fiscal, política de encomendas tecnológicas e apoio à infraestrutura de pesquisa. O subsídio governamental é virtuoso, pois em média cada dólar investido pelo governo em P&D empresarial chama outros 9 dólares da empresa. O percentual de financiamento estatal à P&D empresarial já foi maior do que estes 10% presentes – em 1981 nos EUA chegou a 32%, na Inglaterra 30% e na França 25%.

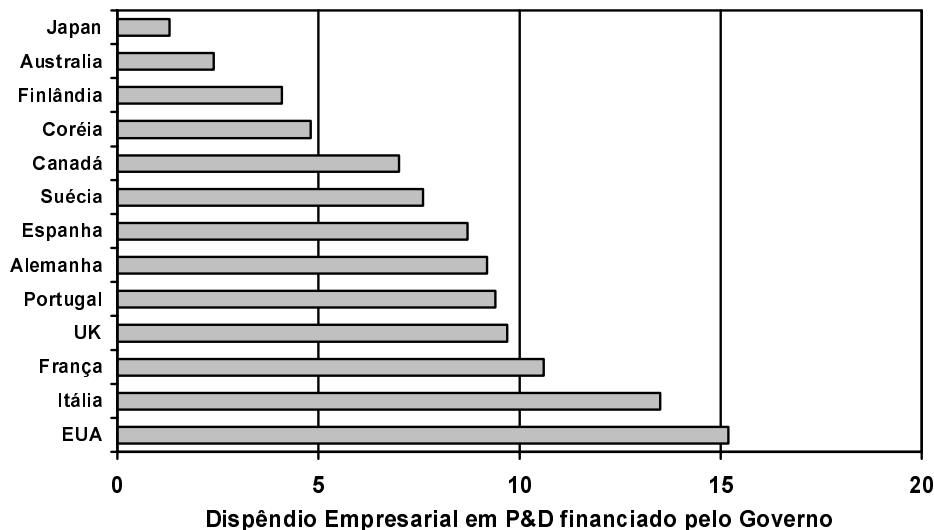


Figura 13: percentual do dispêndio em P&D empresarial financiado pelo estado em alguns países da OCDE
(Fonte: *S&T and Industry Outlook, 2000 – OECD, 2000*).

Este tipo de subsídio é tão importante para os países desenvolvidos que no acordo da OMC, ao qual o Brasil subscreve (além disso tornou-se lei no país, o Decreto nº 1355 de 30 de dezembro de 1994), há menção explícita à permissão de subsídios nacionais às atividades de P&D empresariais, desde que a OMC seja previamente notificada e o subsídio não ultrapasse 75% do custo total do projeto de P&D.

O apoio estatal à P&D empresarial em geral assume três formas complementares: (i) política de encomendas tecnológicas e contratos, (ii) incentivos fiscais e (iii) apoio à infra-estrutura de pesquisa. A partir dos dados da OCDE (*Science, Technology and Industry Outlook, 2000 – OCDE, 2000*) verifica-se que nos países onde o apoio estatal à P&D empresarial é maior ocorre mais a modalidade (i), enquanto que naqueles onde o apoio estatal é menor predomina a modalidade (ii).

O Programa de Inovação Tecnológico em Pequenas Empresas (Pipe) da Fapesp é um exemplo de apoio na modalidade (i) acima, através de contratos de P&D. No Pipe a Fapesp já apoiava, até março de 2002, 170 pequenas empresas (menos de 100 empregados) no estado de São Paulo. O financiamento é da modalidade “sem retorno”, e o teto de cada contrato é de R\$ 375.000,00, recurso que pode ser usado pelo pesquisador na empresa para custear equipamentos, materiais ou mesmo bolsas de estudo. Neste ano, pela primeira vez, uma das empresas apoiadas no Pipe (com dois projetos) chegará à casa dos 100 milhões de reais com seu faturamento. A empresa é a AsGa Microeletrônica, de Campinas, e seu principal produto é justamente aquele desenvolvido com o apoio do Pipe – modems ópticos multicanal. Quando a empresa entrou no programa em 1997 seu faturamento anual era de 6 milhões.

O Pipe é uma iniciativa importante, que demonstra o interesse empresarial pela atividade de P&D e os resultados que podem daí advir. É preciso rever as leis de incentivo atualmente existentes precisam para que se tornem mais efetivas e acessíveis, especialmente a Lei nº 8661/93. Ao mesmo tempo é preciso uma estratégia para que o poder de compra do estado brasileiro seja usado para viabilizar empresas com capacidade de desenvolvimento de tecnologia, geradoras de competitividade e riqueza.

Os vários bons exemplos verificados no país mostram que para se desenvolver a atividade de P&D empresarial no Brasil é necessário que na política de C&T nacional e na política para o desenvolvimento industrial se considere o papel central da empresa como pólo realizador de P&D. Só assim será possível tornar a transformação de conhecimento em riqueza uma atividade corriqueira no país.

OS PROGRAMAS DA FAPESP PARA O INCENTIVO À PESQUISA NA EMPRESA

Desde 1995, em São Paulo, a Fapesp vem se preocupando em criar mecanismos para intensificar a disseminação do conhecimento, tornando-o mais acessível a empresas e, mais recentemente, à administração pública. Dois programas foram criados voltados à área empresarial: o Programa de Parceria para Inovação Tecnológica (Pite) e o Pipe.

PROGRAMA DE PARCERIA PARA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA²⁴

O primeiro programa instituído pela Fapesp para facilitar a disseminação do conhecimento gerado em universidades e institutos de pesquisa foi o Programa de Parceria para Inovação Tecnológica. O Pite apóia projetos de pesquisa para o desenvolvimento de novos produtos com alto conteúdo tecnológico ou novos processos produtivos, propostos conjuntamente por uma empresa de qualquer porte e uma instituição de pesquisa do Estado de São Paulo. A Fapesp financia a parte do projeto a cargo da instituição universitária ou de pesquisa, enquanto a empresa parceira deve oferecer uma contrapartida financeira para custear a parte da pesquisa que lhe cabe desenvolver. Três modalidades de parceria são consideradas.

Modalidade 1 – Projeto conjunto, proposto por pesquisador ou grupo de pesquisadores ligados a universidades/instituições de P&D em parceria com empresa ou grupo de empresas, visando desenvolver inovação cuja fase exploratória esteja praticamente completada. Enquadram-se nesta modalidade os projetos cuja fase exploratória já foi completada pelo pesquisador ou pelo grupo de pesquisadores com recursos próprios ou de agências de fomento. Os investimentos adicionais no desenvolvimento da inovação devem ser justificados por meio de uma análise preliminar de custo-benefício, que será considerada como um elemento de priorização. A Fapesp financiará até 20% do custo do projeto, devendo a(s) empresa(s) envolvida(s) aportar(em) o restante dos recursos.

Modalidade 2 – Projeto conjunto, proposto por pesquisador ou grupo de pesquisadores ligados a universidades/instituições de P&D em parceria com empresa ou grupo de empresas, visando desenvolver inovação associada a baixos riscos tecnológicos e de comercialização. Enquadram-se nesta modalidade tipicamente os projetos de inovação incremental, forçada pelo mercado, envolvendo normalmente as etapas de exploração e de certificação. Como elemento de priorização, será considerada a demonstração dos benefícios sócio-econômicos que o êxito do projeto terá sobre o setor de produção ou de serviços em que está inserido. A Fapesp financiará até 50% do custo do projeto, devendo a(s) empresa(s) envolvida(s) aportar(em) o restante dos recursos.

Modalidade 3 – Projeto conjunto, proposto por pesquisador ou grupo de pesquisadores ligados a universidades/instituições de P&D em parceria com empresa ou grupo de empresas, visando desenvolver inovação associada a altos riscos tecnológicos e baixos riscos de comercialização, mas com alto poder “fertilizante ou germinativo”. Enquadram-se nesta modalidade os projetos tipicamente de caráter revolucionário, cuja inovação resultante poderá causar um impacto significativo em todo um setor de atividades. Podem ser enquadrados nesta modalidade também projetos de inovação incremental quando a empresa envolvida for de médio ou pequeno porte e quando da inovação resultar uma significativa contribuição sócio-econômica para o País. A Fapesp financiará até 70% do custo do projeto, devendo a(s) empresa(s) envolvida(s) aportar(em) o restante dos recursos.

Desde a sua implantação, já foram aprovados 48 projetos. É importante destacar que para este programa a Fapesp desenvolveu toda uma nova série de critérios de análise, voltada à natureza específica destes projetos, nos quais a relevância tecnológica, a aplicabilidade e o interesse da empresa parceira são itens novos de qualificação, que não existiam na análise dos projetos de natureza acadêmica.

Nos 48 projetos contratados, a Fapesp está investindo quase dez milhões de reais, valor semelhante ao comprometido pelas empresas parceiras, implicando numa contrapartida empresarial média em torno de 50%. Este percentual varia de projeto a projeto, em função da análise feita pela Fapesp sobre o risco intrínseco da pesquisa a ser desenvolvida. A contrapartida empresarial varia de 84% do total até 25% do total. O valor médio de cada projeto é de 400 mil reais e os projetos envolvem 12 instituições acadêmicas ou institutos de pesquisa, as principais sendo: USP (21 projetos), Unicamp (9 projetos), e Universidade Estadual Paulista (Unesp) (6 projetos).

Num dos projetos já concluídos, uma equipe do IPT desenvolveu para a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN) um processo de produção e caracterização de aços elétricos (aços destinados a aplicações em motores e máquinas elétricas), que permitiu à empresa entrar num novo nicho de mercado com substancial

faturamento anual. A descrição completa de todos os projetos contratados até Agosto de 1999 pode ser encontrada no Suplemento da publicação Notícias Fapesp²⁵

PROGRAMA DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA PEQUENA EMPRESA²⁴

Iniciado em 1997, o Pipe é o primeiro programa da Fapesp que apóia a pesquisa para inovação tecnológica diretamente na empresa, através da concessão de financiamento ao pesquisador a ela vinculado ou associado. O alvo do Pipe são empresas com até 100 empregados, dispostas a investir na pesquisa de novos produtos de alto conteúdo tecnológico ou processos produtivos inovadores, capazes de aumentar sua competitividade e sua contribuição sócio-econômica para o país. O programa se destina a apoiar o desenvolvimento de pesquisas inovadoras a serem executadas por pequenas empresas sobre importantes problemas em ciência, engenharia ou em educação científica e tecnológica que, em caso de sucesso, tenham alto potencial de retorno comercial ou social. Os projetos podem ser desenvolvidos por pesquisadores vinculados às empresas ou que a elas tenham de algum modo se associado para a realização do projeto.

O programa se justifica por ser a inovação tecnológica um instrumento reconhecido para o aumento da competitividade das empresas, condição para o desenvolvimento econômico e social do Estado de São Paulo. Trata-se de criar condições para incrementar a contribuição do sistema estadual de pesquisa para esse desenvolvimento. Dispensando contrapartida e, por isso, dirigido exclusivamente a pequenas empresas, o programa é complementar ao de financiamento de projetos de pesquisa em parceria entre a universidade e empresa. Por meio deste conjunto de programas, a Fapesp busca induzir um aumento significativo do investimento privado em pesquisa tecnológica.

Os projetos devem ser apresentados por pesquisador vinculado a empresa com menos de 100 empregados, e devem ser organizados contendo três fases:

Fase I: é uma fase inicial com duração de seis meses e que visa a realização de pesquisas sobre a viabilidade técnica das idéias propostas e cujos resultados serão o critério principal de qualificação para a Fase II. Pelo menos dois terços das atividades desta fase deverão ser desenvolvidas pela pequena empresa proponente que poderá, assim, sub-contratar até um terço dos trabalhos de outras empresas, consultores ou instituições de pesquisa. Serão feitas, por ano, aproximadamente 20 concessões nesta fase com valor limite de R\$ 50 mil para cada concessão.

Fase II: é a fase de desenvolvimento da parte principal da pesquisa e terá duração de vinte e quatro meses. Pelo menos metade das atividades de pesquisa deverão ser desenvolvidas pela pequena empresa proponente que poderá, assim, sub-contratar até a metade dos trabalhos de outras empresas, consultores ou instituições de pesquisa. O valor máximo financiável nesta fase é de R\$ 200 mil para cada projeto, sendo as concessões feitas aos projetos de maior sucesso na Fase I. A previsão é de que cerca de um terço dos projetos apoiados na Fase I receberão apoio para a realização da Fase II. Serão priorizadas para apoio nesta fase, as propostas que documentem compromisso de apoio financeiro de alguma fonte para a realização da Fase III do projeto, caso a Fase II seja bem sucedida.

Fase III: é uma fase a ser realizada pela pequena empresa ou sob sua coordenação e que tem como objetivo desenvolver novos produtos comerciais baseados nos resultados obtidos na Fase I e na Fase II. A Fapesp não dará apoio financeiro de qualquer natureza a projetos nesta fase, mas poderá colaborar na obtenção de apoio de outras fontes caso os resultados da pesquisa comprovem a viabilidade técnica das idéias, bem como o seu potencial de retorno comercial ou social.

A resposta a este programa foi excepcional: lançado em 1997, após 6 editais já há 101 projetos contratados (41 destes já na Fase II).

TABELA 6

Distribuição das localidades sede das pequenas empresas com projetos contratados no programa Pipe da Fapesp (até março de 2002)

Município	Quantidade
São Paulo	66
Campinas e região	48
São José dos Campos e região	26
São Carlos e região	19
Ribeirão Preto e região	6
Outras	30
Total	195

É interessante observar que há uma concentração notável das localidades onde se sediam as empresas com projetos contratados em torno de universidades, consistente com a discussão feita acima sobre o papel da universidade como formadora de pessoal e por isso habilitadora do desenvolvimento tecnológico. A Tabela 6 mostra que dos 101 projetos, 84 estão em municípios onde há tradicionais instituições públicas de ensino superior bem conhecidas por sua qualidade.

O papel da universidade pública na formação do pessoal líder destes projetos também é facilmente verificável. A Tabela 7 mostra onde foram formados os líderes de 101 contratos do Pipe. Destes, 79 (79%) obtiveram a graduação em universidades públicas. Observe-se também que neste programa a FAPESP não exigiu titulação de doutor para os líderes de projeto, exigindo sim demonstrada capacidade e experiência no tema do projeto.

TABELA 7
Formação dos líderes dos projetos do Pipe Fapesp

	Graduação	Mestrado	Doutorado
USP	44	32	28
Unicamp	10	16	6
Unesp	5	2	3
IFES e outras estaduais	20	18	8
Universidade Particulares	16	0	0
Universidade Exterior	5	6	16
Outras	1	0	0
Total	101	74	61

CONCLUSÃO

A análise apresentada sobre as atividades e investimentos em P&D no Brasil permite concluir que além de haver poucos C&E atuantes em P&D, há um percentual muito reduzido destes que trabalham para empresas. Esta é uma das razões porque a competitividade tecnológica da empresa no Brasil é pequena, o que pode ser verificado através da contagem do número de patentes registradas com origem no Brasil nos Estados Unidos. O pequeno número de C&E empresariais no Brasil se correlaciona com o reduzido investimento empresarial em P&D. Nesta conjuntura, o esforço feito pelo poder público para a formação de recursos humanos qualificados, que mesmo sofrendo descontinuidades não pode ser considerado pequeno, acaba por ter pouca efetividade em trazer benefícios econômicos e sociais. Ao mesmo tempo que a ciência brasileira tem avançado e obtido mais destaque internacional, a tecnologia não tem acompanhado esta evolução. Criticamos a concepção simplista de que a interação universidade-empresa poderá resolver a necessidade de tecnologia da empresa e a necessidade de financiamento da universidade, destacando que cada uma destas instituições tem culturas e missões que devem ser respeitadas. Mesmo assim a interação deve ser buscada pela contribuição que pode trazer à melhor educação dada pela universidade a seus estudantes, bem como para levar a cultura de valorização do conhecimento para a empresa.

O papel da universidade como educadora e no avanço do conhecimento não pode ser relativizado – é fundamental para que se possa ter P&D na empresa e para que o conhecimento humano avance em todas as áreas, naquelas de interesse empresarial ou social imediato e também naquelas onde o progresso do conhecimento ocorre por causa da curiosidade do ser humano.

Naturalmente, formar pessoas no nível superior de educação custa caro. No entanto, é um investimento que todos os países desenvolvidos fazem e continuarão a fazer, porque disso depende a manutenção de sua vitalidade científica, tecnológica e cultural. No Brasil, esse investimento não é apenas necessário: é insubstituível. E mais: já provou que tem retorno garantido. Foi o ensino superior público e gratuito excelente do ITA que fez do Brasil um dos principais fabricante se exportadores de aviões a jato do mundo com exportações de quase 2 bilhões de dólares em 2000. E foi o ensino superior público e gratuito excelente da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da USP (ESALQ-USP), da Federal de Viçosa, da Unicamp, da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e outras que educou as pessoas que, na Embrapa, fizeram da soja brasileira um empreendimento de alta tecnologia, atingindo exportações de mais de 3 bilhões de dólares em 2000. É também o ensino superior público e gratuito, com os engenheiros da Instituto Alberto

Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisas de Engenharia (Coppe), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), USP, Unicamp e outras, que está fazendo o Brasil ser auto-suficiente em petróleo, através de desenvolvimentos tecnológicos capitaneados pelo Centro de Pesquisas da Petrobrás, invejados em todo o mundo.

Não se deve atribuir a nenhum milagre o peso específico que o país ganhou — apesar de suas contradições sociais não resolvidas — a ponto de se estabelecer como a nona economia do mundo. Este salto se deve sobretudo à formação nas universidades de novos quadros profissionais e técnicos, em número ainda insuficiente, é verdade, mas efetivo. Imagine-se quando chegarmos (se chegarmos) ao patamar ideal. Mas para isso é preciso investir sem vacilação na educação superior e, sobretudo, em seu segmento que se mostrou mais eficiente até aqui — o público.

Programas de apoio à pesquisa na empresa têm sido bem aceitos por estas. A forte demanda pelo Pipe da Fapesp demonstra que a pequena empresa tem necessidade de desenvolver tecnologia e está pronta a utilizar os mecanismos de apoio postos à sua disposição.

Finalmente, o grande desafio em P&D no Brasil de hoje é como criar um ambiente que estimule a empresa ao investimento no conhecimento para aumentar sua competitividade. O Estado brasileiro já realiza vultuosos investimentos na formação de pessoal qualificado (o país forma atualmente 7.000 doutores por ano) e em projetos de pesquisa fundamental e aplicada. Cabe à empresa aproveitar estas condições e convertê-las em competitividade, riqueza e desenvolvimento.

REFERÊNCIAS

- 1 Motoyama S, Hamburger AI, Nagamini M 1999. *Para uma História da Fapesp – Marcos Documentais*, Fapesp, São Paulo, 26 pp.
- 2 *O Estado de São Paulo*, 9/9/1999. <http://www.bog.frb.fed.us/boarddocs/speeches/1999/19990908.htm>.
- 3 Landes D 2002. A Ética da Riqueza. *Veja*, 22 de Março de 2000, Páginas Amarelas.
- 4 Brisolla SN et al. 1994. Indicadores quantitativos de C&T no Brasil. In *Estudo Atual e Papel Futuro da Ciência e Tecnologia no Brasil*. <http://www.mct.gov.br/mcthome/estudos/Html/EAPF.htm>.
- 5 Ministério da Ciência e Tecnologia 1993. *Sistema de C&T no Brasil*, IBICT, Brasília.
- 6 Resultados da Base de Dados da ANPEI 1995. <http://eu.ansp.br/~anpei/Link3.htm>.
- 7 National Patterns of R&D Resources 1996. NSF 96-333, Special Report (Table C-18).
- 8 Human Resources for Science and Technology: the European Region 1996. NSF 96-316, Special Report, Arlington, VA.
- 9 Human Resources for Science and Technology: The Asian Region 1993, NSF 96-303, Special Report, Washington, DC.
- 10 Ministério da Ciência e Tecnologia da Coreia. <http://134.75.163.2/policye4.html>.
- 11 Smith A 1776. A Riqueza das Nações.
- 12 Miller J 1997. Upset the natural equilibrium. In Kanter R, Kao J, Wiersema F (eds), *Innovation – Breakthrough Thinking at 3M, DuPont, GE, Pfizer and Rubbermaid*, Harper Business, New York.
- 13 Mansfield E 1996. Contributions of new technology to the economy. In B Smith, C Barfield (eds), *Technology, R&D and the Economy*, The Brookings Institutions, Washington, DC, p. 125.
- 14 Mansfield E 1996. Contributions of new technology to the economy. In B Smith, C Barfield (eds), *Technology, R&D and the Economy*, The Brookings Institutions, Washington, DC, p. 132.
- 15 Mansfield E 1996. Contributions of new technology to the economy. In B Smith, C Barfield (eds), *Technology, R&D and the Economy*, The Brookings Institutions, Washington, DC, p. 132.
- 16 *Photonics Spectra* 1999. April, p. 24-25.
- 17 De Meis L, Lehta J 1996. *O Perfil da Ciência Brasileira*, Editora da UFRJ, Rio de Janeiro.
- 18 Fontes - Para as patentes: Science and Engineering Indicators, 1996; para os dispêndios brasileiros: Brisolla SN et al., Indicadores quantitativos de C&T no Brasil. In S Schwartzmann 1994, *Estado Atual e Papel Futuro da C&T no Brasil*, <http://www.mct.gov.br/mcthome/estudos/Html/EAPF.htm>; para os dispêndios coreanos: Human Resources for Science and Technology: The Asian Region, NSF 96-303, Special Report, Washington, DC, 1993.
- 19 OCDE 1993. Medición de las Actividades Científicas e Tecnológicas - Manual de Frascatti. <http://www.ocde.org>.
- 20 Ministério de Ciência e Tecnologia 1998. Indicadores Nacionais de Ciência e Tecnologia, 1990-1996.
- 21 Ministério de Ciência e Tecnologia 1998. Indicadores Nacionais de Ciência e Tecnologia, 1990-1996.
- 22 Pascual A 1997. Dogfight at the Gates, In *Time Magazine*, November 17, p. 28. *Veja*, 19 de março de 1997.
- 23 Ministério de Ciência e Tecnologia 1994. Síntese setorial: capacitação para as atividades de pesquisa e desenvolvimento científico e tecnológico. In S Schwartzmann, *Estado Atual e Papel Futuro da Ciência e Tecnologia no Brasil*. <http://www.mct.gov.br/mcthome/estudos/Html/EAPF.htm>.
- 24 <http://www.fapesp.br>.
- 25 Fapesp 1999. Inovação Tecnológica. *Notícias Fapesp* 46 (Supl.).



Carlos Henrique de Brito Cruz

PERFIL PROFISSIONAL

Carlos Henrique de Brito Cruz graduou-se em Engenharia de Eletrônica no Instituto Tecnológico de Aeronáutica, em 1978. Em 1980, obteve o Mestrado em Física na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp); em 1983, doutorou-se em Física na mesma universidade.

Em 1981, trabalhou na Università degli Studi di Roma e, em 1986 e 1987, foi pesquisador residente nos Laboratórios Bell da AT&T, em Holmdel, Nova Jersey.

Desde 1982, é professor do Instituto de Física Gleb Wataghin da Unicamp. Foi Diretor deste Instituto de 1991 a 1994, e, em seguida, Pró-Reitor de Pesquisa da Unicamp até 1998. Em setembro de 1996 foi nomeado Presidente da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo e reconduzido a esta posição, sucessivamente, em 1998 e 2000. De 1998 a 2002, foi, em um segundo mandato, Diretor do Instituto de Física Gleb Wataghin. Atualmente, é Reitor da Unicamp, iniciando o mandato de quatro anos em 19 de abril de 2002.

Seu interesse em pesquisa é o exame de Fenômenos Ultra-Rápidos, aplicado ao estudo de materiais, principalmente para telecomunicações.

Tem participado de entidades como a Sociedade Brasileira de Física, da qual foi membro do Conselho de Representantes e Vice-Presidente, de 1995 a 1999. Coordenou ou dirigiu vários eventos promovidos pelo International Center for Theoretical Physics (ICTP), em Trieste. É membro da Academia Brasileira de Ciências e do International Advisory Committee da Optical Society of America.

