

Inovação Tecnológica e Desenvolvimento Econômico

Ivan Moura Campos

imcampos@fircapital.com.br

Eduardo de Campos Valadares

ecamposv@fisica.ufmg.br

O Contexto

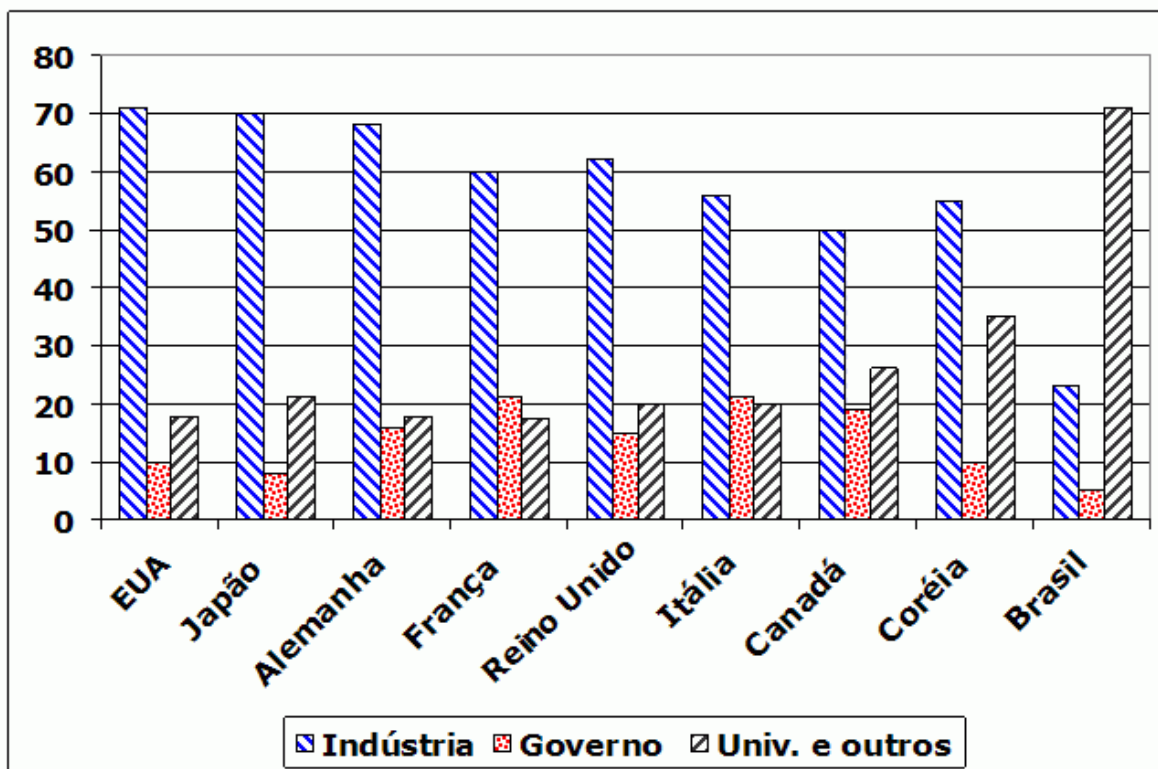
A inovação tecnológica é a grande ferramenta para o crescimento econômico, para os ganhos de eficiência e de competitividade no mundo. O Brasil vem conquistando posições competitivas no mercado internacional em vários segmentos, sendo alguns de base fortemente tecnológica, como, por exemplo, a produção de *commodities* do setor agrícola, a produção de alimentos e a fabricação de aeronaves. É evidente que a competitividade do agronegócio brasileiro tem sua fonte na Embrapa, e temos hoje uma competitiva indústria de aeronaves graças a investimentos governamentais anteriores em instituições de ensino e pesquisa, como o Instituto Tecnológico da Aeronáutica – ITA.

Não obstante, há ainda grandes desafios a enfrentar. No Brasil, assim como em Minas Gerais, cientistas, técnicos e engenheiros envolvidos com inovação e desenvolvimento tecnológico ainda trabalham, principalmente, em ambiente universitário ou em institutos de pesquisa criados pelo governo, sendo que 23% trabalham em empresas. Na Coreia do Sul, esse número chega a 59%; e, nos Estados Unidos, a 80%. Persiste, portanto, uma distorção no sistema de pesquisa e desenvolvimento, caracterizada pelo número ainda insuficiente de cientistas e engenheiros (C&E) envolvidos na atividade de inovação nas próprias empresas [1].

Por outro lado, a universidade e os institutos de pesquisa não podem substituir sistematicamente as empresas na tarefa de gerar novos produtos e processos, ainda que possam contribuir decisivamente para isso, principalmente com recursos humanos de nível internacional e com resultados de pesquisa acadêmica executada com faro de mercado. É fundamental estabelecer um território para diálogo construtivo entre os setores produtivo e acadêmico, de tal sorte que demanda e oferta de soluções se articulem de maneira harmônica, sustentando o progresso social. Esse é um papel próprio para o Governo.

Há várias razões para o descompasso entre o notável crescimento da produção acadêmica brasileira e o seu ainda inexpressivo impacto na economia. A figura 1 ilustra o fato de que, nos países industrializados e, exemplarmente na Coreia do Sul, país de industrialização recente, a maioria dos C&E trabalha em empresas.

Figura 1: Brasil e outros países - Distribuição dos C&E ativos em P&D

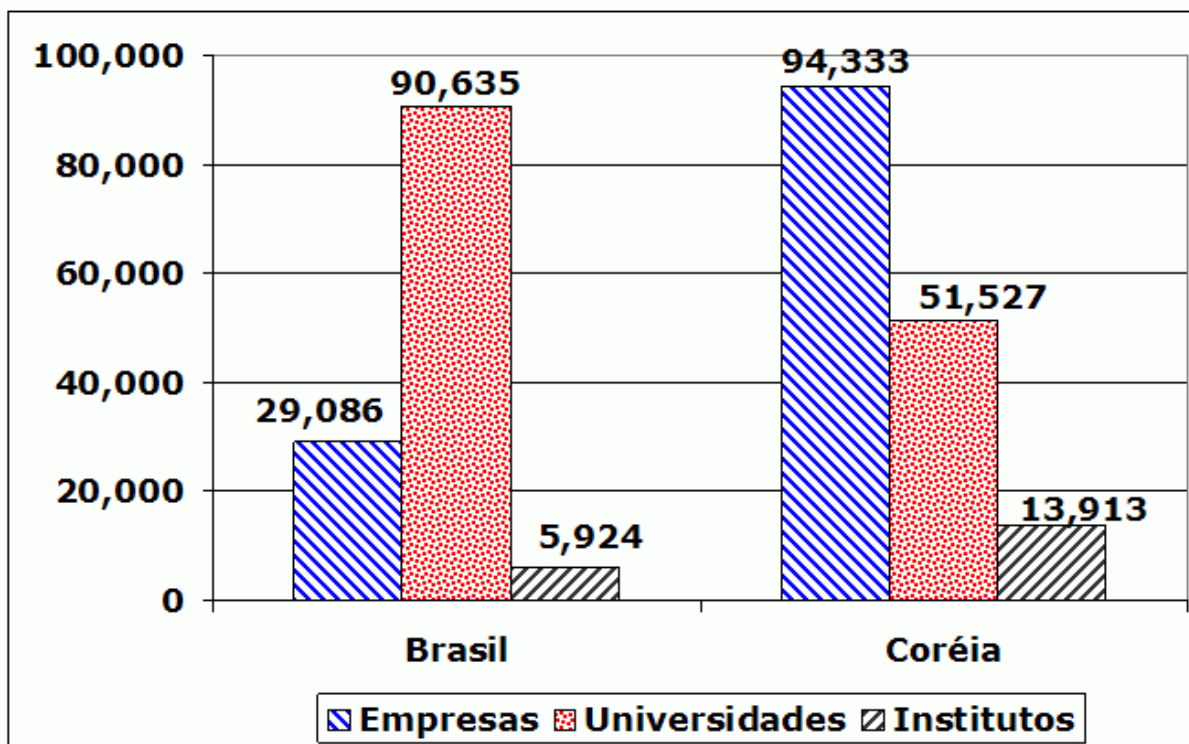


Fonte: C. H. de Brito Cruz, <http://www.ifi.unicamp.br/~brito/>

Brito Cruz [2], em seus trabalhos sobre o tema, avalia que a baixa quantidade de C&E nas empresas acarreta uma série de dificuldades ao desenvolvimento econômico brasileiro, como, por exemplo, sua baixa competitividade tecnológica e a reduzida capacidade do país em transformar inovação em riqueza.

O argumento de que só os países com industrialização consolidada e longa tradição nessa trilha têm empresas com capacidade de produzir inovação é contestado pelos dados da figura 2. No Brasil, 77% dos C&E estão em universidades e institutos de pesquisa governamentais, resultando que apenas 23% trabalham em empresas. A Coreia do Sul tem quase 95.000 C&E gerando inovação nas empresas, enquanto que o Brasil tem cerca de 29.000.

Figura 2: Brasil e Coréia - Distribuição dos C&E ativos em P&D

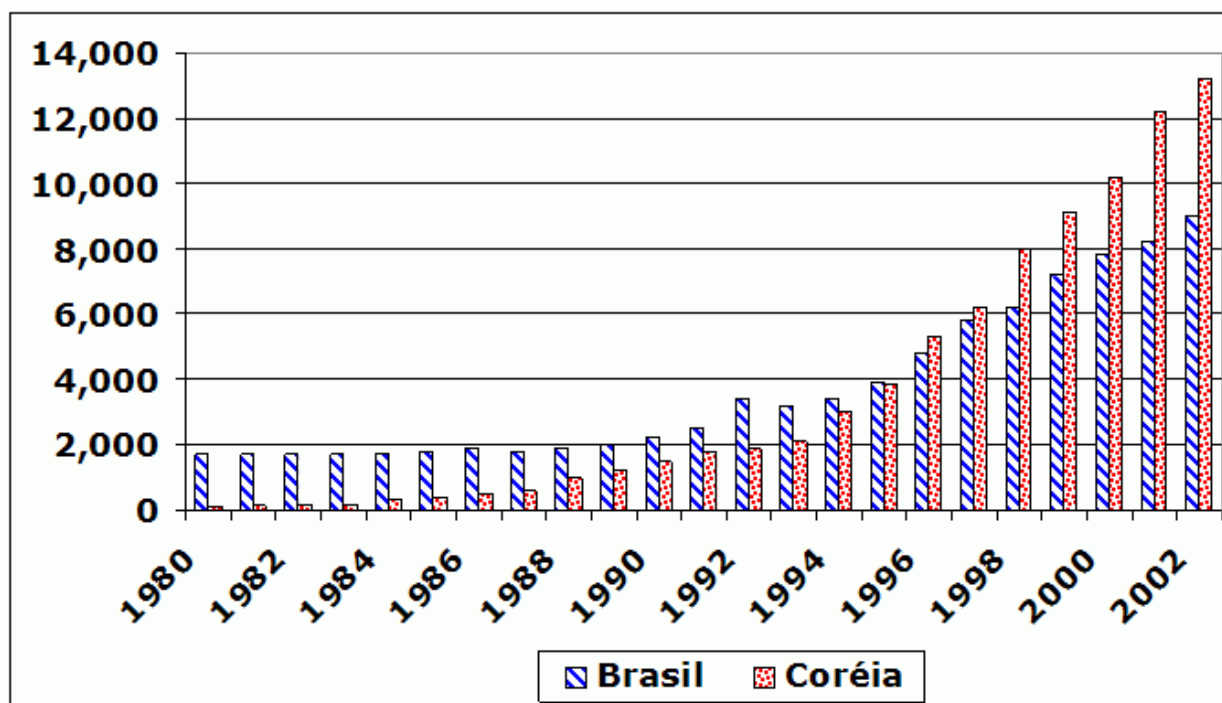


Fonte: C. H. de Brito Cruz, <http://www.ifi.unicamp.br/~brito/>

Na década de 60, o PIB da Coréia do Sul era comparável ao de países emergentes. Quarenta anos depois, observa-se que sua economia teve notável evolução, situando-se no patamar da União Européia, tendo seu PIB superado, em 2004, a marca de 1 trilhão de dólares. Naquele ano, a Coréia do Sul exportou US\$ 250 bilhões e importou US\$ 214 bilhões. Considerando-se que a sua população em 2004 era de 48,42 milhões de habitantes, deriva-se um PIB *per capita* ao redor de US\$ 20.653. Segundo o BIRD, em 2004 o PIB brasileiro era em torno de US\$ 605 bilhões. Para uma população de aproximadamente 180 milhões de habitantes, nosso PIB *per capita* naquele ano fica em torno de US\$ 3.361, ou seja, cerca de um sexto do valor alcançado pela Coréia do Sul.

A Coréia do Sul destaca-se também pelo crescimento expressivo do número de publicações científicas e tecnológicas em revistas indexadas, tendo superado o Brasil já na década de 90, conforme ilustra a figura 3.

Figura 3: Brasil e Coréia – publicações em revistas do Science Citation Index



Fonte: C. H. de Brito Cruz, <http://www.ifi.unicamp.br/~brito/>

Segundo a Organização Mundial de Propriedade Intelectual (OMPI), em 2005 o número de pedidos de patentes oriundos de países emergentes teve um crescimento de 20% em relação a 2004, representando 6,7% de todos os pedidos de patentes internacionais. No topo da lista está a Coréia do Sul, com 4.747 pedidos; seguida pela China (2.452); África do Sul (336); Singapura (438); Brasil (283) e México (136). O número de patentes registradas pelas principais empresas sul-coreanas, como a Samsung, Hyundai Electronics, LG e Daewoo, superou em 2004 em mais de cem vezes o número de patentes internacionais das empresas brasileiras.

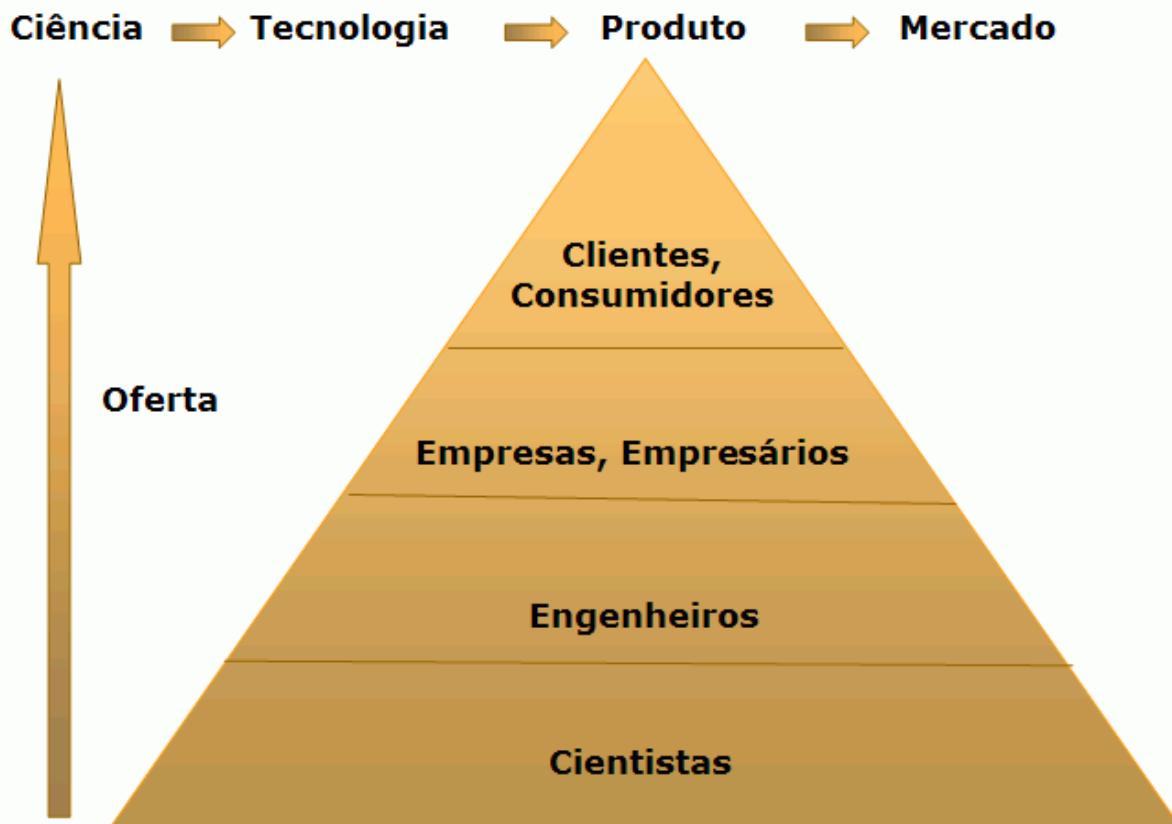
O parque industrial brasileiro, por outro lado, expandido no regime de substituição de importações, especialmente a partir da década de 70, é ainda constituído de empresas que, em sua maioria, agregam pouco valor, fabricando localmente produtos de concepção estrangeira, sob licença ou em parceria comercial. Assim, essas empresas, em sua maioria, não têm centros de pesquisa no Brasil, e manufaturam localmente produtos ciclicamente concebidos nos departamentos de P&D das matrizes, aqui comercializados com forte proteção tarifária e fiscal.

Também a partir da década de 70, observou-se notável expansão da pós-graduação no Brasil, com cursos de mestrado e de doutorado sendo criados em quase todo o território nacional, tendo hoje atingido níveis de excelência internacional em várias áreas do conhecimento. O Brasil produz agora mais de 9.000 doutores por ano nas várias áreas do conhecimento e tem uma participação em torno de 1% no número total de artigos publicados mundialmente em revistas indexadas. As carreiras acadêmicas estruturaram-se de maneira isomorfa às dos países industrializados e priorizam, mesmo nas áreas tecnológicas, as publicações de artigos em periódicos de qualidade aferida. O pesquisador

universitário, mesmo executando pesquisa aplicada, de natureza tecnológica, é avaliado por seus pares e pelas agências de fomento em função de suas publicações. A produção de protótipos, a realização de consultorias, e mesmo a criação de empresas de base tecnológica são consideradas de pouca ou nenhuma importância nessa escala de valores.

Nas universidades e centros de pesquisa acadêmicos brasileiros, há, historicamente, uma opção por priorizar a pesquisa básica, partindo do paradigma denominado *laboratory push*, no qual se supõe que os resultados científicos, obtidos em laboratórios, levam à inovação tecnológica e à geração de produtos com eventual inserção no mercado, como ilustra a figura 4.

Figura 4: *Laboratory Push*



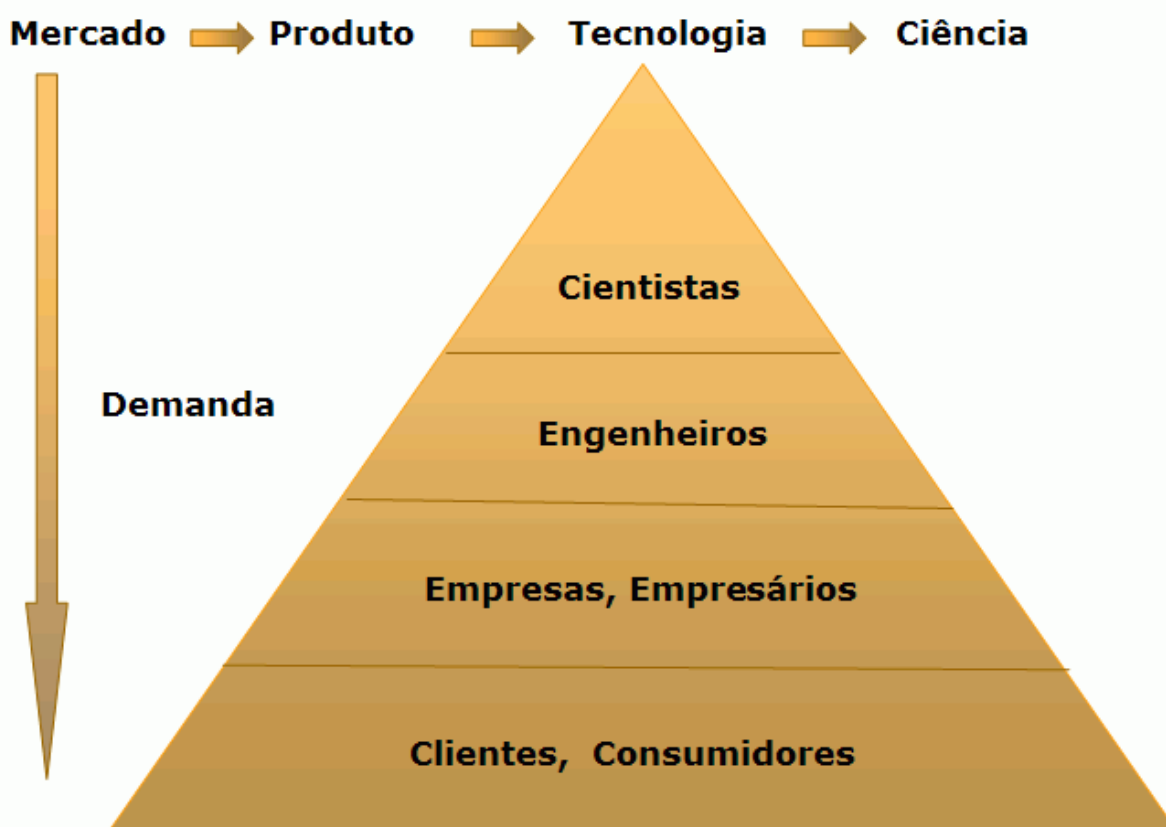
Reforçou-se, com o tempo, o descompasso entre a pesquisa acadêmica e o desenvolvimento industrial. Com as honrosas exceções de praxe, que incluem o agronegócio, a exploração de petróleo e a indústria aeronáutica, o parque industrial brasileiro continua sendo majoritariamente povoado pela manufatura de produtos concebidos alhures e aqui fabricados para consumo no mercado interno.

Outros países, como a mesma Coréia do Sul, adotaram políticas agressivas de incentivo à inovação tecnológica, com um olho aguçado nos mercados globais, em um modelo que mais se aproxima do paradigma denominado *market pull* (figura 5), no qual a demanda de mercado (existente ou projetada) exerce pressão sobre as empresas, que, por sua vez, pressionam seus engenheiros por novos resultados tecnológicos que, por sua vez, demandavam e demandam a realização de pesquisas científicas.

Economistas neo-schumpeterianos como Rosenberg [3] e Tasse[4], estudiosos das relações entre inovação tecnológica e desenvolvimento econômico, advertem para o fato de que nem o paradigma de *laboratory push* nem o de *market pull* são suficientes para modelar as complexas relações existentes entre estas variáveis em economias desenvolvidas, onde pesquisa e desenvolvimento se transformam em resultados macro-econômicos. Há processos ricos de retroalimentação entre produtores e consumidores de tecnologia, aí envolvidos a indústria, o mercado e as instituições acadêmicas.

O desafio é equilibrar os dois lados dessa equação, tendo em mente, para nossos propósitos, que o crescimento econômico gerado pela inovação tecnológica produz recursos adicionais tanto para a pesquisa básica -indispensável ao avanço do conhecimento humano - como para a pesquisa aplicada, assim realimentando todo o processo e possibilitando uma espiral de crescimento sustentado com reflexos na melhoria das condições sociais.

Figura 5: Market Pull



Brito Cruz [2] defende a tese de que o papel das universidades é a pesquisa básica e a formação de recursos humanos, e que cabe à indústria, em seus laboratórios de P&D, contratar recursos humanos de qualidade e realizar as pesquisas aplicadas "engajadas" que resultem em inovações tecnológicas, embutidas em seus produtos.

Os argumentos de Brito Cruz são poderosos. Destaca ele que, na indústria, prevalece a confidencialidade, enquanto que na academia, pela sua própria natureza, deve prevalecer o livre e aberto debate de idéias. Além disso, a pesquisa na indústria é feita com atenção ao *time to market*, e usam-se todos os meios para produzir os resultados pretendidos no menor tempo possível. Na academia, em contraposição, o produto do doutorado é o doutor, e não o produto eventualmente focalizado em sua tese. Há um tempo inerente de maturação, necessário para a formação de um pesquisador (o doutorando) através da "inoculação direta", fruto de contato com seu orientador, que não pode nem deve executar a pesquisa no lugar de seu orientado para "acelerar o processo". Finalmente, ressalta ele, a contextualização no mercado, fundamental para se decidir quais caminhos seguir para a inovação tecnológica "engajada", é território que a indústria tem obrigação de dominar, sendo notório o despreparo de professores e pesquisadores para esta tarefa.

Não há meias-palavras na análise e na atribuição de responsabilidades. Em [2], lê-se:

"No Brasil tem havido ultimamente uma tendência a se atribuir à universidade a responsabilidade pela inovação que fará a empresa competitiva. Trata-se de um grave equívoco, o qual, 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".

A prevalecer essa tese, conclui-se que, para aumentar o volume de inovação tecnológica no Brasil, há que se focalizar iniciativas corretivas na indústria brasileira -que não produz inovação- e continuar a financiar pesquisas básicas na academia, que, de resto, já está formando recursos humanos de qualidade internacional e produzindo resultados científicos publicados nos melhores periódicos indexados.

Em suma, estaríamos em um contexto em que, por um lado, o parque industrial não inova nem demanda capacidade de inovação, porque licencia ciclicamente tecnologia estrangeira e, por outro, as universidades e os centros de pesquisa produzem resultados científicos e tecnológicos de boa qualidade, destinadas majoritariamente a publicações nos melhores periódicos internacionais.

A pesquisa básica *engajada*

Note-se, em contraposição a estes argumentos, que muito do que se financia no Brasil como *ciência* ou *pesquisa básica* é, na verdade, *tecnologia de ponta* de boa qualidade, produzida em pequena escala (quando se compara com a produção tecnológica de países industrializados), desacoplada do parque produtivo local, gerando publicações indexadas, mas *sem clientes* prospectivos, em prazo previsível, no mercado interno.

Tome-se, por exemplo, a própria Física, paradigma das ciências fundamentais, e, em particular, as atividades de pesquisa em Física *experimental* no Brasil. O cardápio de projetos historicamente financiados pelo CNPq e pelas agências estaduais de fomento nessa área, por exemplo, mostra que

temas semelhantes são trabalhados nas universidades líderes mundiais em seus departamentos de Engenharia de Materiais, Metalurgia, Ciência de Materiais, dentre outras denominações, em geral integrantes das escolas de Engenharia daquelas universidades.

O argumento, novamente, é que muito do que se faz no Brasil com a denominação de *pesquisa básica* é feito nas *escolas de Engenharia* das universidades líderes mundiais em pesquisa e formação de recursos humanos.

Tecnologia, portanto. Inescapavelmente.

Em suma, a *boa* notícia é que as universidades e os institutos de pesquisa brasileiros *estão fazendo inovação tecnológica* que, pelos motivos expostos, não foi demandada (encomendada, ou contratada) pelo parque produtivo local. Adicionalmente, essas atividades de inovação envolvem temas *de ponta* em termos internacionais, condição necessária para publicação em periódicos de qualidade.

Considere-se agora o inquestionável papel das universidades, qual seja o de formar recursos humanos de qualidade.

Se nossa indústria não faz pesquisa, não tem ainda necessidade de contratar (novamente, e para usar como exemplo), doutores em Física. Para quem, então, estaríamos formando recursos humanos de qualidade internacional? Qual seria então o papel de um centro de excelência formador de recursos humanos, financiado com recursos públicos, cujos egressos mais qualificados (mestres e doutores) não têm colocação no setor produtivo local? A situação se assemelha à de um sistema em que o *supply side* funciona a contento, mas o *demand side* é atrofiado. Desequilíbrios deste tipo tendem a, eventualmente, inviabilizar a estabilidade e a própria existência do sistema.

Existe aí um choque de culturas e valores a ser superado, para que possamos estabelecer objetivos comuns e sair do impasse em que nos encontramos. No que se segue, argumentamos que é possível uma visão alternativa.

A Necessária Síntese

Do ponto de vista do gestor de recursos públicos destinados ao financiamento da inovação tecnológica, é também inescapável observar que a onipresença do mecanismo de “balcão” para escolha de projetos em suas agências de fomento é embaraçosa evidência de que não temos ainda prioridades claras e inteligentemente defensáveis.

Donald Stokes [5] captura, em um único diagrama, a complexidade conceitual embutida nas históricas discussões sobre pesquisa básica e pesquisa aplicada, conforme a figura 6.

Propõe ele que, ao se tentar classificar uma atividade de pesquisa como situada em um eixo linear, tendo como extremos os valores “pura” ou “aplicada”, perdem-se importantes dimensões. Em contraposição, Stokes propõe que nos façamos duas perguntas simples, ao focalizar uma pesquisa concreta:

- 1) “é ela inspirada primordialmente pela busca de conhecimento fundamental?”
- 2) “é ela inspirada primordialmente por considerações de uso prático dos resultados?”

Figura 6: Modelo de Quadrantes para Pesquisa Científica

		Considerações de uso ?	
		Não	Sim
Busca de conhecimento fundamental?	Sim	Pesquisa puramente básica (Bohr)	Pesquisa básica <i>inspirada em uso</i> (Pasteur)
	Não		Pesquisa puramente aplicada (Edison)

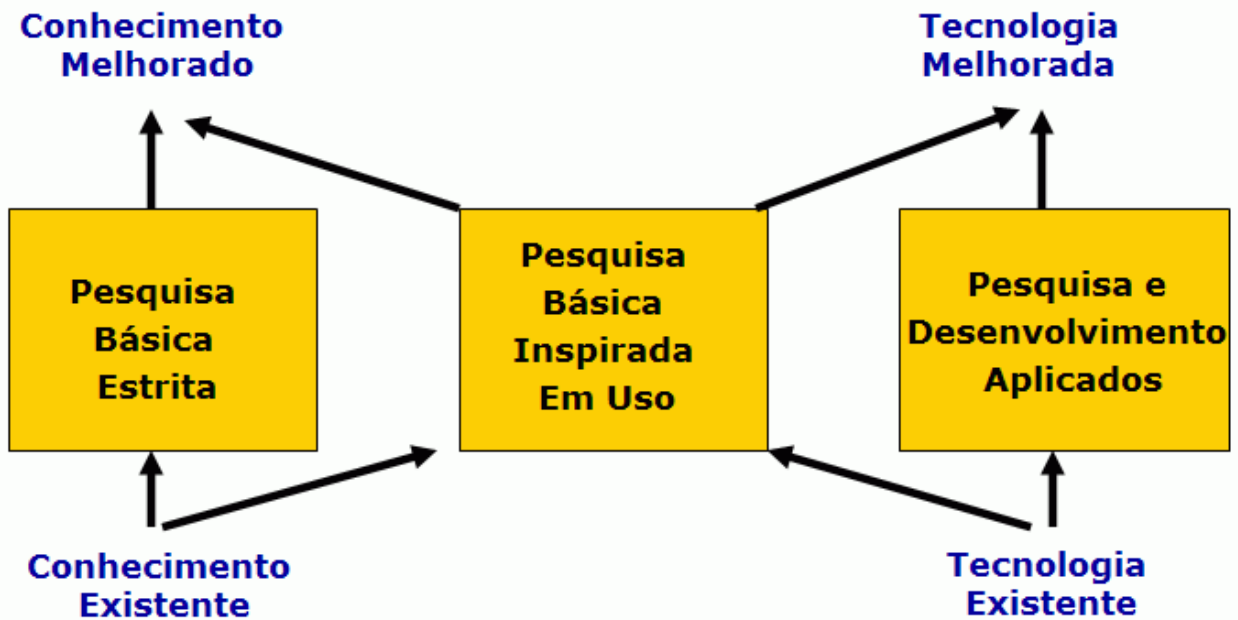
Fonte: *Pasteur's Quadrant: Basic Science and Technological Innovation*, Donald E. Stokes, Brookings Institution Press

Dependendo das respostas (sim ou não), a pesquisa poderá se situar no quadrante de (Niels) Bohr, como pesquisa puramente básica, no quadrante de (Thomas Alva) Edison, como pesquisa puramente aplicada e, finalmente, no quadrante de (Louis) Pasteur, assim denominado pelo fato de que este cientista não seria enquadrável como cientista “puro” ou “aplicado”, uma vez que sempre fez, e o fez genialmente, pesquisa pura inspirada em alguma aplicação ou uso demandados pelo ambiente em que vivia.

O recado de Stokes é claro: mais que desejável, é possível fazer pesquisa básica inspirada em uso, e é aí que reside a saída para o aparente (mas que argumentamos falso) impasse entre pesquisa pura e pesquisa aplicada.

O esquema da figura 7, também de autoria de Stokes, ilustra a desejável dinâmica envolvendo os conceitos de pesquisa básica estrita, pesquisa aplicada e pesquisa básica inspirada em uso.

Figura 7: Um Modelo Dinâmico Revisado



Fonte: Pasteur's Quadrant: Basic Science and Technological Innovation, Donald E. Stokes, Brookings Institution Press

Um exemplo de programa bem sucedido com esse escopo é o “*Learning Factory*”, desenvolvido nos EUA na Penn State University (www.lf.psu.edu), recentemente agraciado com um prêmio da Academia Americana de Engenharia pelo seu caráter inovador, tendo realizado mais de 500 projetos de P&D ao longo de uma década.

No Brasil, exemplo emblemático é encontrado no projeto CESAR (www.cesar.org.br), desenvolvido em Recife, Pernambuco, que surgiu da percepção, por parte de acadêmicos da Universidade Federal daquele estado, do êxodo dos profissionais de computação lá formados, que acabavam sendo contratados em outros estados, sobretudo no Sudeste.

Isto levou um grupo de professores a criar uma ONG para sistematizar a competência local e fixar profissionais qualificados, dando origem ao Porto Digital, cuja meta é nada menos que transformar Recife em um dos pólos mundiais de desenvolvimento de software. Outro exemplo de sucesso é a COPPE-UFRJ, cuja parceria com a PETROBRAS gerou uma tecnologia inovadora de prospecção em águas profundas, decisiva para que o país alcançasse auto-suficiência em petróleo.

Nos EUA e também no Brasil, ainda que em menor escala, esse tipo de desenvolvimento tem gerado pequenas empresas de base tecnológica, *spin-offs*, frequentemente instaladas em incubadoras de empresas ou em parques tecnológicos, refletindo iniciativas pioneiras em variado espectro. Na UFMG, o departamento de Ciência da Computação, por exemplo, tem extenso portfólio de consultoria para empresas, construído em quase três décadas de desenvolvimento tecnológico conjunto e formação de recursos humanos para esse mercado. Mais recentemente, o DCC criou a

empresa *spin-off* Miner, comprada pelo UOL em 1999, e a Akwan, comprada pelo Google Inc. em 2005. Todos esses projetos e produtos geraram, *também*, teses de mestrado e de doutorado, além de publicações em periódicos indexados internacionais.

O desafio é, portanto, superar o dilema apontado por Brito Cruz, qual seja, o de que, em termos gerais, nossa indústria não cumpre seu papel nessa peça (que é o de produzir pesquisa engajada e inovação tecnológica) e que, por outro lado, há nas universidades recursos humanos relativamente abundantes para pesquisa e inovação. O que está faltando é exatamente uma agenda conseqüente e concertada de pesquisa, articulada entre governo, empresas, universidades e institutos de pesquisa, de onde possam surgir, com aumentada certeza, inovações tecnológicas *conseqüentes*, isto é, com valor de mercado e potencial de alavancar desenvolvimento econômico.

Em outras palavras, é necessário criar, para Minas Gerais, uma agenda de inovação no Quadrante de Pasteur.

Um Sistema de Inovação Tecnológica

O gestor de recursos públicos se confronta inevitavelmente com a questão de definir o que é estratégico, atributo instrumental para o estabelecimento de prioridades. O prof. José Israel Vargas [6], ex-ministro da Ciência e Tecnologia, propôs uma definição que tem a beleza do enunciado simples, mas poderoso:

"Estratégico é tudo o que temos *muito* ou *muito pouco*".

É evidente que a questão, em todos os seus matizes, é mais complexa, mas a frase embute conteúdo suficiente para se traçar as diretrizes maiores do processo.

Preliminarmente, a análise dos componentes do PIB de Minas Gerais revela o que é estratégico *porque temos muito*: mineração e siderurgia, vários setores do agronegócio, serviços, indústria automobilística, construção civil, etc.

Como segundo passo, é necessário detalhar, com precisão e quantificação de grandezas, as cadeias de valor desses produtos e serviços. Só o conhecimento profundo das cadeias de valor pode instrumentar e contextualizar a análise de risco, a comparação entre alternativas, a barreira de entrada para os concorrentes, os *tradeoffs* embutidos, etc.

O terceiro passo, instrumental para definir um *locus* de diálogo entre as universidades, os institutos de pesquisa e as empresas, é a identificação de todas as tecnologias subjacentes a essas cadeias de valor. De posse dessas informações, procede-se à contínua e exaustiva análise dos gargalos e desafios tecnológicos pendentes, e das eventuais vantagens competitivas que tenhamos para o enfrentamento desses desafios.

Uma vez identificados os gargalos e os desafios tecnológicos presentes nas cadeias de valor daqueles produtos e serviços que são estratégicos *porque temos muito*, é possível construir uma agenda indutora, contendo os desafios de pesquisa, desenvolvimento e inovação tecnológica, com garantia prévia de que os resultados terão impacto econômico. Afinal, estaríamos tratando, por construção, dos produtos mais importantes do PIB do Estado.

O outro lado da moeda – identificar o que é estratégico *porque temos muito pouco* –, exige conhecimentos e instrumentalização muito mais complexos.

A definição do que é estratégico “porque temos muito pouco” é muito mais complexa porque, dentre outros desafios, inclui o de “ler” para onde estão indo as tendências de mercado nos vários horizontes de planejamento. Mesmo assim, é possível começar pelo reconhecimento dos setores em que temos vantagens competitivas no Estado, como é o caso da biotecnologia, das tecnologias da informação e outras, onde temos iniciativas pioneiras que, em escalando, podem trazer extraordinários retornos econômicos e sociais.

Um exemplo do que preconizamos: o governo francês, consciente da necessidade de potencializar o papel de sua indústria no mercado mundial, tem mantido admirável papel indutor nas iniciativas coletivamente denominadas de *As Tecnologias Chave da Indústria Francesa* [7].

O trabalho, sintomaticamente coordenado pelo Ministério da Economia, das Finanças e da Indústria, define e detalha objetivos e metas a atingir no (agora) horizonte de 2015. A primeira versão desse monumental trabalho estabelecia metas para o horizonte de 1995. As tecnologias chave foram organizadas em oito grandes grupos:

tecnologias da informação e de comunicação, materiais - química, construção, energia - meio ambiente, tecnologias do ser vivo, da saúde e do agroalimentar, transporte, distribuição - consumo, tecnologias e métodos de produção.

Nesse contexto, e para citar o exemplo das cadeias de valor da Biotecnologia, subgrupo da grande área de *Tecnologias do Ser Vivo, da Saúde e do Agroalimentar*, foram identificadas 35 tecnologias consideradas estratégicas, dentre as quais citamos, para exemplificar:

amplificação de genes, ADN recombinante, anticorpos monoclonais, bioinformática, química combinatória, controle de processos, cultura de tecidos ou de células, enzimologia, fermentação, funcionalização de genes, hormônios e fatores de crescimento, hibridização e fusão celular, engenharia de glucídios, engenharia de lipídios, de proteínas, dos tecidos, isolamento de peptídeos e síntese, modelamento molecular, farmacogenômica, purificação/separação, seqüenciamento, síntese de moléculas, tratamento de produtos e substitutos sanguíneos, transgênese.

Há, no projeto, farta documentação que não só detalha cada item em profundidade, como identifica os desafios, estabelece metas, analisa o mercado, identifica os atores relevantes, e tem os recursos alocados para seu enfrentamento no orçamento da República Francesa. Isso é, como nos mostram, tarefa de governo. Mais que isso, é tarefa de Estado, cujo trabalho transcende a governos, e feito pelo lado industrial do ministério francês, em contraposição ao que se faz rotineiramente no Brasil ao tentar definir prioridades para a pesquisa, qual seja, consultar a academia.

Do ponto de vista operacional, trata-se, portanto, de implantar um Sistema de Inovação Tecnológica *de e para* Minas Gerais, através do qual se estabeleçam as articulações concretas entre o setor privado, universidades, institutos de pesquisa e o governo. A missão é criar uma agenda objetiva de pesquisa e desenvolvimento, induzindo a inovação tecnológica em setores prioritários para a inserção competitiva dos produtos e serviços de Minas Gerais nos mercados mundiais, tendo como meta primordial o desenvolvimento econômico e social do Estado.

Para isso, e do lado dos *assets*, cabe avaliar que Minas Gerais já conta com estratégica infra-estrutura de Ciência e Tecnologia. Além de seu parque industrial e de serviços, são doze universidades e instituições de ensino superior federais, duas estaduais, uma universidade católica, várias instituições particulares de ensino superior com qualidade crescente, vários centros de pesquisa federais e estaduais, como a EPAMIG, o CETEC, a FUNED e a Fundação João Pinheiro, escolas profissionalizantes, incubadoras de base tecnológica, um banco de desenvolvimento e uma agência de financiamento criada e mantida pelo Governo estadual, a FAPEMIG.

As agências de fomento, parte fundamental da iniciativa, têm longa tradição na avaliação de trabalhos e de currículos de pesquisadores, usando métrica hoje madura e calcada em escala de valores do trabalho científico. Será necessário, nesse contexto, definir uma métrica adicional para avaliar trabalhos e currículos na área tecnológica, para a qual a atual tem se mostrado insatisfatória. Essa métrica, ainda por construir, é de primordial importância. Ao estabelecermos mecanismos e critérios que recompensem a participação de pesquisadores universitários na solução de problemas de ponta que contribuam para a mudança de patamar tecnológico da indústria local, estaremos desobstruindo o caminho aqui defendido.

Em suma, um Sistema de Inovação Tecnológica deve operar com diretrizes concretas e ter os meios para cumprir seus objetivos e metas. Assim, é mister que tenha uma coordenação bem definida no nível mais alto de Governo, sendo capaz de articular com outras entidades da administração estadual diretamente envolvidas com atividades de P&D nas várias secretarias, bem como com os vários segmentos do setor produtivo. Por outro lado, deverá se articular, de forma complementar e indutiva, com as instituições do Governo Federal, visando aumentar as sinergias entre as políticas tecnológicas estadual e federal, contemplando os aspectos técnicos, comerciais, legais, sociais e financeiros, objetivando P&D, proteção intelectual, financiamento, regulamentação e inserção econômica e social da inovação.

Trata-se, *tout court*, de um serviço de inteligência.

Conclusões

O aparente impasse em que se encontra o país, e em particular o estado de Minas Gerais, na tentativa de mudar de patamar na produção de inovação tecnológica, pode ser superado através de um conjunto de iniciativas concertadas.

Dados mostram que nossas empresas, com as honrosas e conhecidas exceções, não produzem inovação e que, por outro lado, existem recursos humanos qualificados para fazê-la nas universidades e institutos de pesquisa.

Os articulados argumentos de Brito Cruz apontam para duas conclusões: o *locus* de ações indutoras e corretoras deve estar nas empresas, e as universidades devem continuar a cumprir seu papel de realizar pesquisa básica e formar recursos humanos de qualidade, sob pena de se desestruturar essa parte da equação, que está funcionando a contento.

Em busca de alternativa observamos, em contrapartida, que muito do que se financia no Brasil como *ciência* ou *pesquisa básica* é, na verdade, *tecnologia de ponta* de boa qualidade, desacoplada do parque produtivo local, gerando publicações indexadas, mas *sem clientes* prospectivos em prazo previsível. Na realidade, as universidades e os institutos de pesquisa brasileiros *estão* fazendo

inovação tecnológica que não foi demandada pelo parque produtivo local, tratando de temas de ponta, condição necessária para publicação em periódicos de qualidade.

Quanto à formação de recursos humanos de qualidade, será ela tão mais relevante quanto sejam eles absorvidos pelo parque empresarial local, que estaria, neste cenário, apto a absorvê-los. Em uma visão mercadológica, é razoável argumentar que a universidade, produtora de pesquisadores, não pode deixar de participar do desenvolvimento e aumento de sofisticação do mercado que absorve seus egressos.

Além disso, observamos que a onipresença do mecanismo de “balcão” nas agências de fomento para escolha de projetos é embaraçosa evidência de que os governos não têm ainda prioridades claras para induzir a solução de problemas e desafios tecnológicos cuja superação traria impactos econômicos positivos.

Como alternativa para superar o argumentado conflito de missões entre a universidade e a empresa, é proposta a criação de um conjunto de atividades estruturantes, coletivamente denominadas *Sistema de Inovação Tecnológica*. Este sistema, com importante papel indutor e articulador do governo, tem como missão principal a contínua identificação das cadeias de valor estratégicas para o Estado, cuja análise isola as tecnologias a elas subjacentes. É apresentada uma definição operacional simples mas poderosa para definir o que *é* e o que *não é* estratégico.

A identificação de gargalos e desafios tecnológicos associados a estas tecnologias-chave serve então de bússola orientadora, e argumentamos que uma agenda para indução de inovação tecnológica pode ser daí extraída, congregando empresas, universidades e institutos de pesquisa, sem incorrer em risco de desvirtuamento da missão das instituições universitárias. Mais que isso, a eventual solução dos desafios dessa agenda terá, por construção, impacto econômico positivo. Em outras palavras, pesquisa transformando-se em PIB.

Está embutida na proposta a visão política de que ciência e tecnologia, quando desenvolvidas com recursos públicos, estejam atentas aos desafios oriundos de nosso próprio cardápio de produtos e serviços. Há problemas de ponta a resolver na agricultura, pecuária, mineração, siderurgia, meio-ambiente, entre outros setores, que apresentam desafios de nível internacional. É importante que o governo articule esta agenda para induzir mudanças, definida e acompanhada através do Sistema de Inovação por ele coordenado.

Referências

- [1] Capítulo sobre Ciência e Tecnologia do programa de governo do então candidato a governador Aécio Neves, 2002.
- [2] Brito Cruz, C.H. - *A Universidade, a Empresa e a Pesquisa* - artigo preparado para o Seminário "Brasil em Desenvolvimento", Instituto de Economia da UFRJ, 2004.
- [3] Rosenberg, Nathan - *Exploring the Black Box: Technology, Economics and History* – Cambridge University Press
- [4] Tassej, Gregory - *The Economics of R&D Policy* - Quorum Books, Westport, Connecticut, USA
- [5] Stokes, Donald E. - Pasteur's Quadrant – *Basic Science and Technological Innovation* - Brookings Institution Press, Washington, D.C.
- [6] Vargas, José Israel - comunicação pessoal.
- [7] Les Technologies Clés de l'Industrie Française - www.industrie.gouv.fr/pdf/technocles2010-1.pdf

Ivan Moura Campos é Ph.D. em Ciência da Computação pela Universidade da Califórnia, Los Angeles e consultor na área de Tecnologias da Informação e Comunicações. Na academia, foi Professor Titular de Ciência da Computação da UFMG, onde foi também Chefe de Departamento, Pró-Reitor de Pós-Graduação e Diretor Executivo da Fundação Para Desenvolvimento da Pesquisa - FUNDEP. No governo, foi diretor de Programas Especiais do CNPq, Secretário de Política de Informática do Ministério da Ciência e Tecnologia, e Secretário de Ciência e Tecnologia do Estado de Minas Gerais. No mundo ONG, foi Coordenador do Comitê Gestor da Internet no Brasil, e Diretor da *Internet Corporation for Assigned Names and Numbers – ICANN*, entidade que coordena o *Domain Name System* da Internet em escala mundial. Como empresário, foi sócio da Miner Technology Group, empresa vendida para o portal UOL em 1999, e sócio fundador da Akwan S.A., empresa especializada em ferramentas de busca e gestão da informação na Web, vendida para a Google Inc. em 2005.

Eduardo de Campos Valadares é Professor Associado no Depto. de Física da UFMG e criou a primeira incubadora de empresas daquela universidade, o Centro de Inovação Multidisciplinar (CIM), que deu origem a Inova UFMG. É autor de diversos livros sobre projetos de baixo custo voltados para a inovação no ensino médio e fundamental, traduzidos para várias línguas, e coordena atualmente o Projeto Inovação, que busca fomentar novos enfoques educacionais com ênfase em pró-atividade, trabalho em equipe e foco na inovação.