

Conhecimento e Inovação: Desafios do Brasil no Século XXI

Carlos Henrique Brito Cruz¹ e Carlos Américo Pacheco²

A relevância assumida pelo conhecimento e pela inovação no mundo atual já foi responsável pela criação de uma categoria nova: “sociedade do conhecimento”. Tal como outras designações das mudanças culturais, sociais e econômicas deste início de século (globalização, sociedade da informação, para ficar com dois exemplos), o que se coloca por detrás desta idéia é o reconhecimento da importância que o conhecimento assumiu na sociedade contemporânea, como componente essencial do desenvolvimento humano e do desenvolvimento econômico e social.

1. O conhecimento e o mundo contemporâneo

Para ilustrar a importância do conhecimento e o papel da ciência e da tecnologia nas mudanças de cenário do mundo contemporâneo, três eventos ocorridos depois de 1945 nos permitem refletir sobre alguns aspectos relativos ao impacto do conhecimento em nossas vidas.

O primeiro foi o desenvolvimento da bomba atômica, ou seja, o uso da energia nuclear para fins bélicos. A opinião pública mundial tomou conhecimento da bomba com sua explosão sobre Hiroshima e Nagasaki, em 1945, mas é interessante mencionar um fato ainda hoje pouco conhecido: havia, desde 1934, uma patente sobre a bomba registrada por um físico húngaro, Leo Szillard, no escritório de patentes da Inglaterra. Seu projeto trazia os princípios básicos do que viria a ser a bomba de 1945. Por volta de 1939, com o desenrolar da situação pré-guerra na Europa, Szillard apresentou duas petições seguidas ao governo inglês e a seu Departamento de Guerra solicitando que essa patente fosse colocada sob confidencialidade. Da primeira vez o Departamento de Guerra inglês não se interessou muito e indeferiu o pedido; da segunda, porém, já quase em 1940, o Departamento aceitou tornar a patente secreta, de modo que não ficasse acessível a outros países.

¹ Engenheiro eletrônico (ITA), doutor em física (Unicamp), ex-Presidente da FAPESP e Reitor da UNICAMP.

² Engenheiro eletrônico (ITA), doutor em economia (Unicamp), ex-secretário executivo do MCT, Professor do IE da UNICAMP.

Afora o fato de ser uma descoberta demolidora, capaz de incinerar uma cidade em poucos segundos, a bomba ilustra a capacidade quase ilimitada que o homem tem de desenvolver idéias e descobrir coisas. A expansão dessa capacidade é o que há de mais fascinante na história do conhecimento humano. Szillard viria mais tarde a originar o Projeto *Manhattan*, sendo um dos que convenceram Albert Einstein a escrever a famosa carta ao presidente Roosevelt alertando-o sobre o avanço da ciência alemã no campo nuclear, e sugerindo a criação de um projeto para o desenvolvimento de uma bomba atômica.

Um outro ponto tão interessante quanto importante é a conexão dessa invenção com uma seqüência de descobertas que vinham acontecendo no mundo a partir do fim do século 19. Eram descobertas que não tinham como objetivo utilizar a energia nuclear e nem mesmo fazer qualquer outra coisa de utilidade prática. O único objetivo das descobertas da física atômica e da física quântica, entre o fim do século XIX e começo do XX, era o de entender a constituição da matéria. Que um interesse tão desprezado pudesse ter levado a um resultado tão terrível, assim como levou também a uma vasta gama de benefícios sociais no campo da energia e da medicina, são coisas próprias da dualidade do conhecimento.

A segunda invenção é o transistor (Figura 1), um pequeno dispositivo eletrônico que serve para controlar e amplificar a corrente elétrica. O transistor está na base de toda a revolução da informática que viria a acontecer depois. A seqüência foi mais ou menos esta: transistor, circuitos integrados, computadores, Internet, *Web*. A rigor, todo o aparato de comunicação que temos hoje - telefones fixo e celular, computadores, rede mundial de computadores, capacidade de telecomunicação - se origina dessa pequena invenção. Se a olharmos como se observa um objeto qualquer, parece algo tão precário que se torna surpreendente estar mudando o mundo da maneira como vem fazendo. Alguns arames e fios entortados e conectados em baixo a uma peça de aparência metálica que claramente está quebrada do lado esquerdo, um pouco irregular do lado direito - e eis o tal semicondutor, que é a base do transistor.

Pois com essa precariedade três indivíduos - três cientistas dos *Bell Labs* - demonstraram que era possível amplificar uma corrente elétrica. É claro que a amplificação de corrente elétrica que eles verificaram aí foi ínfima, quase desprezível. No entanto, esses cientistas sabiam que o avanço do conhecimento humano não é fruto de uma ação individual, mas se desenvolve socialmente. Este componente social depende fundamentalmente da forma com a qual cada sociedade se organiza, mediada

portanto pela natureza das instituições e pela relação entre estas e a ordem social e econômica. No momento em que demonstrassem que era possível amplificar – ainda que minimamente – a corrente elétrica num certo circuito, milhares de cientistas e engenheiros, institutos de pesquisa e empresas, no mundo inteiro, iriam pôr-se a campo para melhorar e aperfeiçoar aquela conquista a partir de sua idéia inicial. E mais que isso, esta descoberta vinha ao mundo num momento em que a ciência, muito influenciada pelo êxito do Projeto *Manhattan*, deixava de ser artesanal e assumia definitivamente as características de um empreendimento coletivo, estruturado a partir dos interesses das empresas e do Estado.

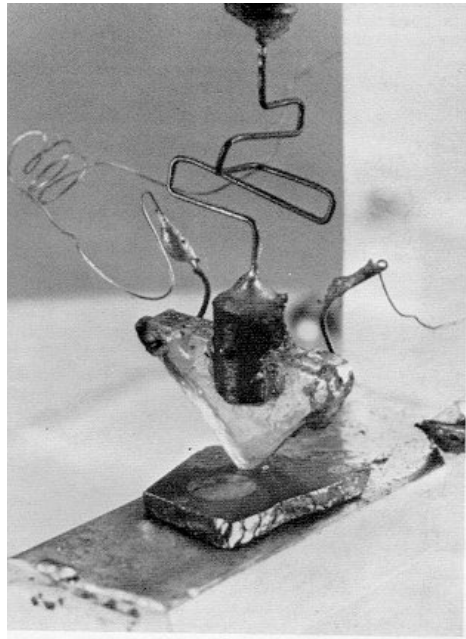


Figura 1. O primeiro transistor, construído por Shockeley, Bardeen e Brattain nos Laboratórios Bell da AT&T na década de quarenta.

Essa perspectiva do caráter social da ciência e da tecnologia ainda é incipiente no Brasil. Vigora em nosso país uma visão extremamente utilitária, e até algumas vezes tosca, que supõe as aplicações da ciência acontecendo imediatamente após a descoberta, sem o que não haveria valor em descobrir e aprender. Perde-se, assim, o sentido da evolução e do aprendizado constante e contínuo, em favor de uma mentalidade mitológica de revoluções científicas freqüentes. Nos falta desenvolver essa perspectiva, a capacidade de olhar para frente e antever que, em ciência, o “precário” de hoje pode se transformar em algo revolucionário amanhã; como de fato se

transformou, no caso do transistor. Isto só se conquista por experiência, acumulando-se casos bem sucedidos nos quais descobertas fundamentais e “precárias” mais tarde deram origem a revoluções tecnológicas e desenvolvendo-se uma cultura nacional sobre isto. Só muito recente, a noção de que estamos imersos num sistema de inovação e conhecimento – uma teia de múltiplos atores (governo, empresas, universidades, institutos) – ganhou expressão entre nós. E não é raro ver que mesmo esta noção está permanentemente sendo posta em questão, se não de forma conceitual, ao menos nas políticas que são desenhadas e postas em prática, em que se privilegiam alguns atores em detrimento de outros, ou se configuram ações voluntaristas que aproximam a ciência do espetáculo.

A Figura 2 mostra a primeira página da patente de 1951 do transistor. Apesar do impacto que o conceito do transistor provocaria nos anos seguintes, a patente foi licenciada por apenas US\$ 25.000. Esta cifra reduzida não resultou de uma falta de percepção da empresa quanto ao valor da descoberta, mas é reflexo das condições de monopólio de telecomunicações que a AT&T gozava neste período nos EUA. O impacto da realização foi reconhecido logo depois, rendendo a seus inventores o Prêmio Nobel de Física. Mais do que isso, esta invenção originou toda uma área de estudos em Física, denominada Física do Estado Sólido.

Patented Sept. 25, 1951

2,569,347

UNITED STATES PATENT OFFICE

2,569,347

CIRCUIT ELEMENT UTILIZING SEMICONDUCTIVE MATERIAL

William Shockley, Madison, N. J., assignor to Bell Telephone Laboratories, Incorporated, New York, N. Y., a corporation of New York

Application June 26, 1948, Serial No. 35,423

34 Claims. (Cl. 332—52)

1

This invention relates to means for and methods of translating or controlling electrical signals and more particularly to circuit elements utilizing semiconductors and to systems including such elements.

2

ductive material comprising two zones of material of opposite conductivity type separated by a barrier, means for making external electrical connections respectively to each zone and means for making a third connection to the body at the barrier for controlling the flow of current between

Figura 2. Trecho da página de rosto da patente nº 2.569.347 do Escritório de Patentes dos EUA, demonstrando “Elemento de circuito utilizando material semicondutor”.

A impressionante descoberta de que para todos os seres vivos a transmissão das características genéticas de uma geração para outra é feita por apenas uma molécula levou à busca intensa pelo entendimento sobre esta molécula tão particular, cuja estrutura foi identificada em 1951 por James Watson, Francis Crick e Christopher Wilkins. A descoberta da estrutura levou imediatamente à identificação de como a molécula realiza sua função de replicar as características genéticas se auto-replicando. Ato contínuo, após descobrir que uma molécula determina as características dos seres vivos, nasce a engenharia genética. Há todo um conjunto de desafios e questões, não só legais mas também éticos e morais, sobre esse tipo de atividade que ainda vão ser discutidos longamente pela humanidade e, necessariamente, também no Brasil, como já estamos vendo presentemente no debate sobre a soja transgênica e a legislação de biossegurança.



Figura 3. Ilustração esquemática da estrutura da molécula de DNA.

Destacamos essas três descobertas de um passado recente, porém de momentos distintos para realçar o argumento de que o conhecimento sempre foi uma mola-mestra da evolução da humanidade e do desenvolvimento do ser humano e das nações. Recuando cinco séculos encontramos um outro exemplo notável – de impacto direto do conhecimento sobre o desenvolvimento das nações – que tem muito a ver conosco e com a história das navegações. Cabe outra indagação: como foi possível a

um país de dimensões tão pequenas como Portugal, geograficamente limitado e com uma população, na época, menor que 2 milhões de habitantes, tornar-se durante algumas décadas a nação mais poderosa do mundo? O que Portugal foi capaz de fazer no fim do século 15, começo do 16 – um périplo de grandes viagens comerciais e descobertas surpreendentes – só foi viável pelo conhecimento e pelas idéias de notáveis homens práticos e “intelectuais”. Certamente que estas “idéias” só puderam surgir devido à atitude da burguesia mercantil portuguesa e ao fato de o Estado português apoiar esta atitude política e financeiramente. O que os portugueses fizeram foi estudar – e estudar sistematicamente – o mar, os ventos e a navegação. Não fizeram suas descobertas por acaso, mas intencionalmente. Queriam aprender sobre navegação porque tinham um objetivo, achavam que seria possível navegar de Portugal até as Índias, e que isso representaria uma abertura comercial de enorme importância. E quando decidiram que queriam aprender isso, se organizaram para fazê-lo e o fizeram isso melhor do que qualquer outro povo do mundo, na época.

Depois de aprender as duas coisas que eram importantes para navegar naquela época – direção do vento e das correntes marítimas – os portugueses conseguiram finalmente em 1494 achar o caminho para as Índias. A Figura 4 projeta, num mapa moderno, o conhecimento de ventos e correntezas que, em 1490, o Almirante Gago Coutinho apresentou ao navegador Vasco da Gama. Destaca-se ali uma rota específica através da qual, contornando-se o Cabo da Boa Esperança, se chegaria às Índias. Do acúmulo de dados e análises, transformaram informação duramente adquirida em conhecimento, para chegarem à conclusão de que, navegando pela costa da África, como se acreditava na época, seria impossível alcançar o destino pretendido. O costeamento da África era na verdade fruto do temor de enveredar pelo mar alto. No entanto, as marés e o vento, na costa africana, impediam que as caravelas avançassem na direção desejada. A viagem seria penosa e longa demais. Uma viagem demasiadamente prolongada, nessa época, significava uma viagem malograda, porque oito meses era tempo suficiente para dizimar 80% de uma tripulação experiente.

É comum reduzir os insumos principais do desenvolvimento econômico a capital e trabalho. Muitos outros países da Europa entre os séculos 15 e 16 tinham mais capital, contavam com mão-de-obra mais numerosa e economias mais estruturadas. Não tiveram contudo o conhecimento – uma idéia que se tornou uma segunda natureza nos portugueses – de aprender e constituir um sólido conjunto de concepções sobre navegação. Para além da estrutura social e econômica, da precocidade do Estado

moderno e das condicionantes históricas do desenvolvimento de Portugal, está claro que o conhecimento que detinham sobre a navegação foi crucial para seu êxito. (Um remanescente léxico desse predomínio português é o termo usado para designar a velocidade de embarcações, a palavra “nó”, que expressa a maneira pela qual se media então a velocidade dos navios – através de cordas com nós amarrados a distâncias fixas).

A única solução era aprender a encurtar a viagem. Foi então que Portugal engendrou seu maior segredo marítimo, um segredo guardado a sete chaves dado o seu valor econômico, que era o de alcançar as Índias em menos tempo e com uma tripulação razoavelmente a salvo. Ao chegar à costa africana, segundo a rota de Gago Coutinho, tratava-se de contornar o famoso Cabo, penetrar no Atlântico passando próximos pelo território ainda desconhecido da América e do Brasil, fazer a circunavegação do sul da África e alcançar as Índias.

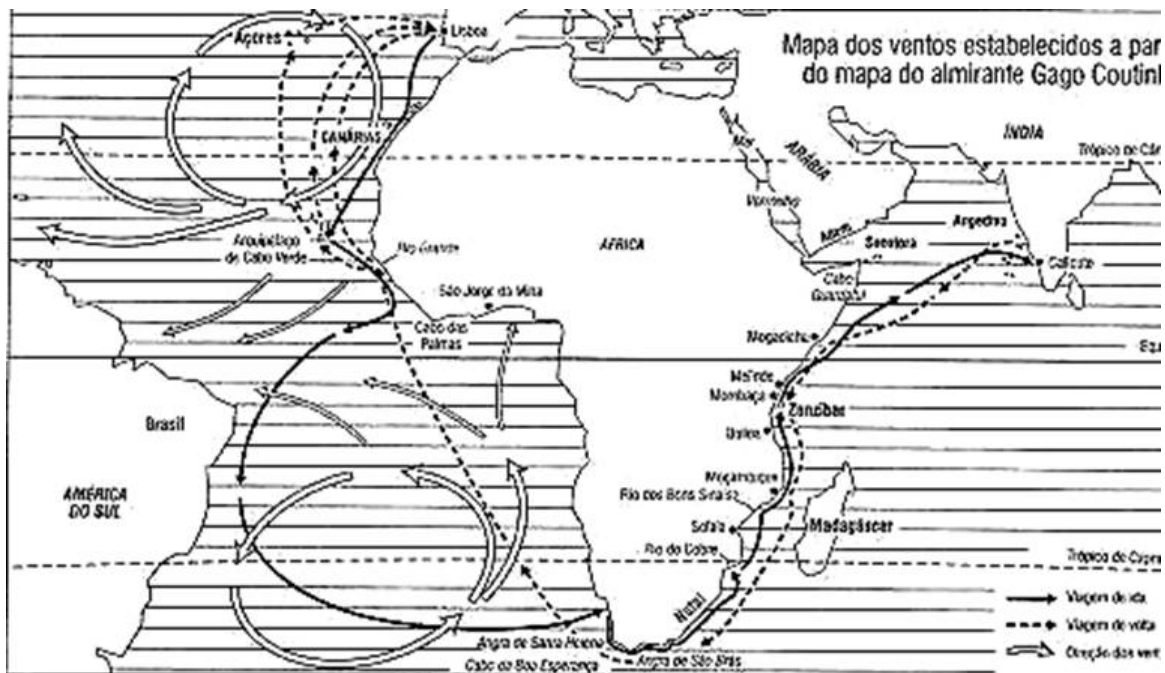


Figura 4. Esquema dos ventos estabelecido a partir do mapa do Almirante Gago Coutinho ilustrando a necessidade da “volta do mar” para que se pudesse contornar o sul da África (figura cedida por Celso Melo da UFPE).

A importância do acúmulo de conhecimento e, mais que isso, do domínio de áreas específicas do conhecimento, já era patente nessa época dos descobrimentos como em épocas anteriores. É verdade que hoje estamos reconhecendo isso com muito maior ênfase, a ponto de reivindicarmos para a nossa época – com justiça, certamente – a caracterização de “sociedade do conhecimento” e “economia do conhecimento”. Mas é necessário reconhecer que, há cinco séculos, o conhecimento foi uma das molas propulsoras da aventura portuguesa pelos mares, aliás bem sucedida. Ou seja, conhecimento sempre foi fundamental para o desenvolvimento das nações.

2. A “invenção da invenção” sistematiza a descoberta do conhecimento e de sistemas de inovação

Após a época das navegações, já no século 17, houve um desenvolvimento fundamental – a sistematização do método científico – com conseqüências cruciais para os dias de hoje. Foi o que poderíamos chamar de “a invenção da invenção” ou “a descoberta da invenção”. Francis Bacon e Galileu Galilei, entre outros, protagonizaram essa história. Eles estabeleceram as regras sobre como deve ser um sistema para se aprender coisas que ninguém sabe ainda. De que maneira se pode fazer isso, e fazer isso socialmente, envolvendo várias pessoas e de tal modo de que um possa confiar naquilo que o outro fez? Esta confiança é muito importante pois, como sabemos o conhecimento é incremental -- é preciso que o conhecimento descoberto hoje possa se assentar sobre bases sólidas de conhecimento aprendido anteriormente.

Ao responder tais questões, eles terminaram por desenvolver o método da ciência: ao tomar conhecimento de que outro cientista fez determinada descoberta de acordo com um método, se as regras do método fossem seguidas, passava a ser possível confiar nele e nos resultados que através dele se obteve anteriormente. Já não havia que pôr em cheque, completamente, a descoberta feita. Podia-se pôr em cheque, aí sim, a maneira pela qual a descoberta foi feita. Isso facilitou muito o avanço das idéias e das descobertas a partir de então, ainda que saibamos hoje que também a ciência se fez revolucionar por mudanças radicais de paradigmas, e que a incerteza invadiu de forma definitiva a esfera do conhecimento.

Mais tarde, nos séculos 18 e 19, foi a vez de a indústria, em particular a indústria química, descobrir a invenção. Alguns industriais perceberam que investir na capacidade de inventar era algo importante, rentável, necessário e fundamental para o

desenvolvimento de suas corporações. Coube a três indústrias alemãs – a Basf, a Hoechst e a Bayer – criar os primeiros laboratórios industriais de pesquisa e desenvolvimento. A existência desses laboratórios e sua atividade inovativa levaram a um importante melhoramento na lei de patentes alemã, em 1877, que disciplinou os freqüentes conflitos que vinham acontecendo entre inventor e empresa e a maneira pela qual essa propriedade seria gerida e, eventualmente, repartida entre ambos. Na verdade, por essa lei, a propriedade não cabia ao inventor; mas ela teve o mérito de fazer com que as indústrias, deixando de ficar à mercê de inventores autônomos (alguns até mesmo geniais em seus laboratórios), chamassem para si a responsabilidade de fazerem suas próprias descobertas para se tornarem competitivas. Iniciou-se aí uma geração, que vem até hoje, de enormes laboratórios industriais na Alemanha, na Inglaterra e nos Estados Unidos – destacando-se os nomes de Edison, Graham Bell e vários outros – que são a base do desenvolvimento tecnológico que acontece no mundo.

Com freqüência se pensa que a base desse desenvolvimento tecnológico está nas universidades, quando na verdade ele acontece em laboratórios industriais de pesquisa e desenvolvimento como os da Xerox, da IBM, da Lucent Technologies, da Motorola, da Microsoft e assim por diante. A universidade faz uma coisa indispensável ao avanço da tecnologia – ela treina os cérebros das pessoas que vão fazer tecnologia dentro das indústrias –, mas não faz tecnologia comercial. A tecnologia feita em universidade raramente chega ao mercado. De outras maneiras, ela também gera desenvolvimento, mas as pessoas que educa e qualifica, estas sim, é que estão aptas a criar desenvolvimento e riqueza.

Na teoria do desenvolvimento econômico, alguns autores clássicos como Adam Smith e Karl Marx antes, e Josef A. Schumpeter mais tarde, destacaram a importância da tecnologia e do conhecimento para o desenvolvimento. É curioso observar que esse destaque foi feito a partir de marcos analíticos muito distintos e categorias diversas (divisão social do trabalho, produtividade, desenvolvimento das forças produtivas ou destruição criadora). Mais curioso ainda é ver que fato similar aconteceu com o que depois foi chamado *Resíduo de Solow*, já no contexto de visões da economia muito distinta da visão clássica, ou da crítica da economia política e seus herdeiros. Para elucidar porque a mesma quantidade de capital e de trabalho em diferentes nações leva a diferentes resultados em termos de desenvolvimento, Robert M. Solow concluiu que havia mais alguma coisa a ser considerada. Solow relacionou este Resíduo ao

progresso técnico embora, diferentemente da tradição clássica e schumpeteriana, considerasse este progresso técnico exógeno ao desenvolvimento econômico.

Ainda que o Resíduo de Solow gere enorme controvérsia analítica, sabe-se que quando se decompõe dessa forma o crescimento de uma economia verifica-se que um terço do crescimento econômico num país como os Estados Unidos, no pós-segunda guerra, não é explicável pelo uso de trabalho e capital. Seria, ao contrário, o resultado da aplicação da tecnologia e conhecimento (produtividade total de fatores).

A importância do progresso técnico e do conhecimento, nos dias atuais, acabou por rejuvenescer a teoria econômica e trouxe de volta as idéias de Schumpeter, com inegável força, entre todas as correntes do pensamento econômico. Mais do que salientar o progresso técnico, essa contribuição serviu para elucidar o papel de sistemas nacionais de inovação e das instituições e, sobretudo, a dinâmica da inovação – que tem na empresa seu ator principal, mas resulta de uma complexa estrutura de produção de conhecimento e tecnologia, que se estende das universidades aos institutos de pesquisa, prestadores de serviços e envolve toda a cadeia de fornecedores e produtores de bens finais. Definitivamente, a análise econômica incorporou uma visão sofisticada e complexa dos determinantes do conhecimento e da tecnologia, superando a visão inicial do papel individual de cientistas e homens práticos e também a simplificação grosseira do progresso técnico movido exclusivamente pela rentabilidade do capital. De sobra, ela permite também superar uma visão ingênua da ciência, em que o conhecimento evolui sem referência aos atores sociais, como conseqüência natural da aventura humana, da curiosidade e da pesquisa.

3. O Brasil na geração do conhecimento

A Tabela 1 descreve a distribuição institucional dos cientistas e engenheiros (C&E) profissionais (excluem-se estudantes de pós-graduação) observada no Brasil. Ao mesmo tempo, demonstra, para fins de referência, a mesma distribuição nos Estados Unidos. Além dos 125.641 C&E contados na Tabela 1, há no Brasil 62.613 estudantes de pós-graduação, os quais 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 com os valores de outros países, constituindo apenas 0,11% do total da Força de Trabalho (FT) brasileira.

	Brasil		USA	
Docentes em universidades	90.631	72%	128.000	13%
Universidades Federais	43.494			
Universidades Estaduais	25.299			
Universidades Privadas	21.838			
Centros e Inst. de Pesquisa (sem lucro)	5.924	5%	70.200	7%
Centros de Pq. Empresas Privadas	29.086	23%	764.500	79%
Total	125.641	100%	962.700	100%

Tabela 1. Distribuição institucional dos C&E profissionais no Brasil e nos Estados Unidosⁱ.

A Figura 5 ilustra esta comparação internacional, onde vemos que, nos EUA e Japão, quase 0,8% da FT atua em P&D. Na Coreia do Sul, um dos nossos competidores por mercados de produtos de alta tecnologia, 0,4% -- o dobro do número brasileiro.

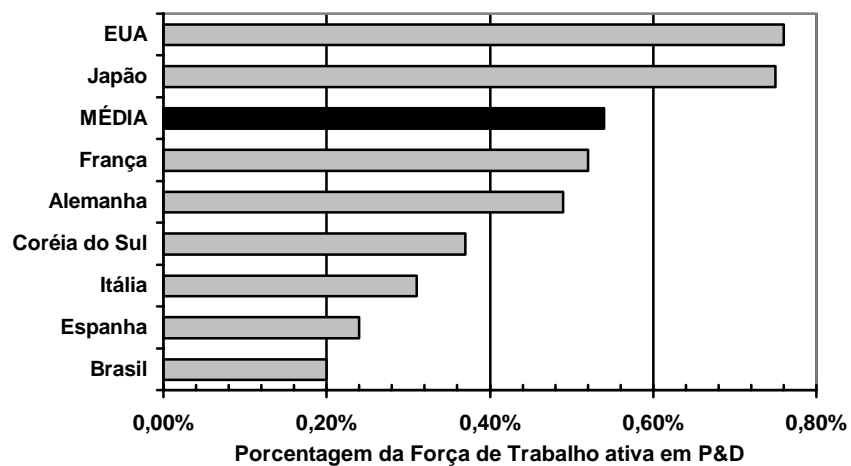


Figura 5. Porcentagem da Força de Trabalho ativa em P&D, para países selecionados^{ii,iii}.

Na média dos países citados na Figura 5, o número de C&E é 0,54% da FT. A baixa quantidade 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 cientistas e engenheiros, é importante analisarmos a distribuição institucional destas pessoas – onde trabalham os C&E brasileiros.

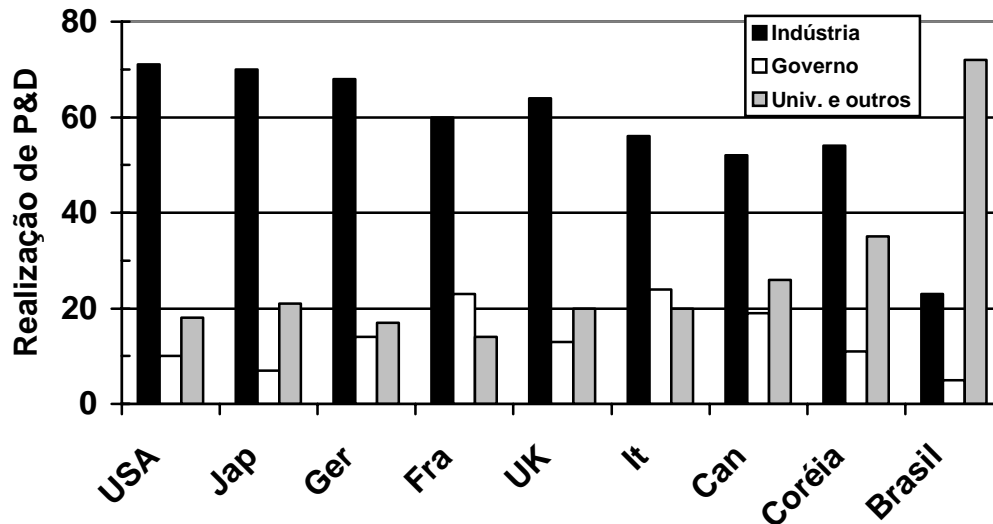


Figura 6. Distribuição dos C&E ativos em P&D em vários países e no Brasil. O destaque é para o predomínio da presença de C&E nas empresas, para todos menos o Brasil.

No Brasil, 73% dos C&E trabalham para instituições de ensino superior, como docentes em regime de dedicação exclusiva ou tempo integral, enquanto que apenas 23% trabalham para empresas. Ao contrário do que acontece no Brasil, nos Estados Unidos a maioria dos C&E trabalha para empresas, atingindo a espantosa cifra de 764.500 C&E industriais. Distribuição como a 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 6 mostra um resumo das distribuições institucionais dos C&E ativos em P&D, para vários países, mais o Brasil, para referência.

Pode-se argumentar que comparar o Brasil a 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 7 em relação à Coreia do Sul. Enquanto os coreanos tem quase 100 mil C&E gerando inovação na empresa, no Brasil há menos de 29 mil. A baixa quantidade de C&E na empresa no Brasil acarreta uma série de dificuldades ao

desenvolvimento econômico brasileiro -- por exemplo, afeta o potencial competitivo das empresas e reduz a capacidade do país em transformar ciência em tecnologia e em riqueza. Como mostrado acima, em todo o mundo o lugar privilegiado da inovação é a empresa, e isso tem razão de ser.

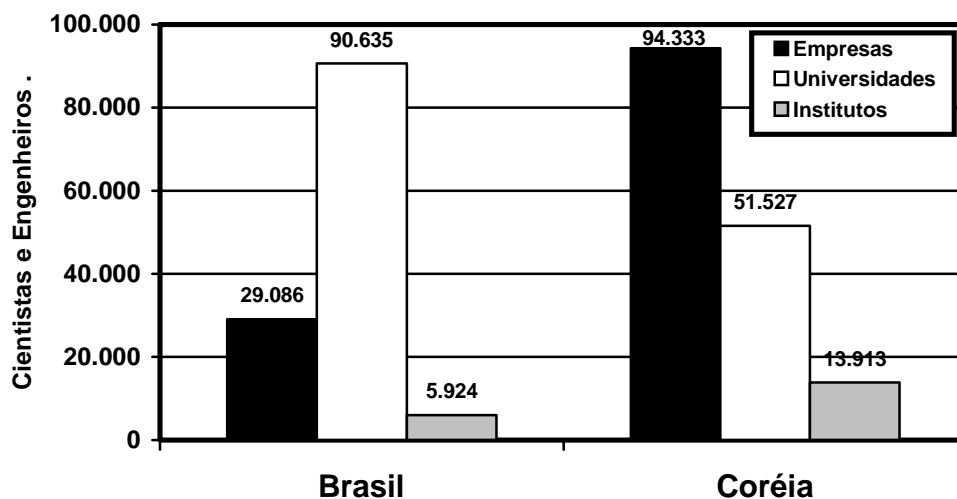


Figura 7. Distribuição dos C&E em P&D no Brasil (dados de 2001) e na Coréia do Sul (dados de 2001)^{iv}.

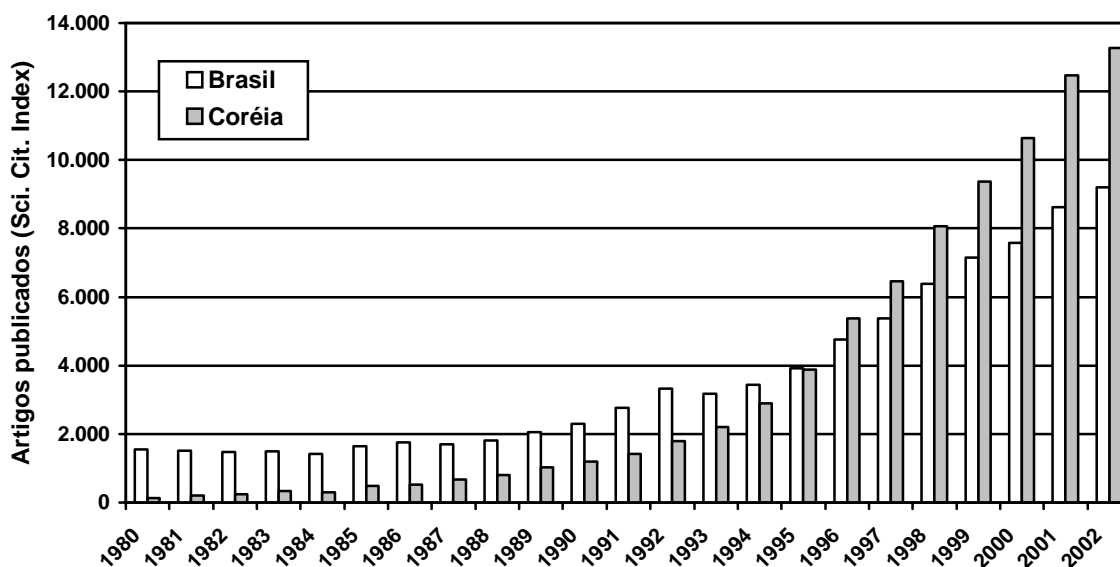


Figura 8. Número de publicações em revistas do *Science Citation Index*.

Um resultado da distorção na distribuição institucional de C&E no Brasil é que, enquanto a ciência feita no Brasil tem ocupado progressivamente mais espaço no panorama mundial, a competitividade da empresa e sua capacidade de gerar riqueza não têm avançado da mesma maneira. Em termos prospectivos, isso implica redução da capacidade da indústria de disputar mercados nos segmentos mais dinâmicos e nas novas atividades e novos produtos que surgem a partir da diferenciação e do desenvolvimento tecnológico – mesmo nos setores em que a indústria já é competitiva. Mais grave ainda: novas “indústrias” devem emergir deste desenvolvimento tecnológico – como, por exemplo, das nanotecnologias. Nelas, as possibilidades de sucesso de nossas empresas são marginais.

O avanço da ciência brasileira já foi bem documentado no livro de Leopoldo de Meis e Jaqueline Lehta^v. A Figura 8 ilustra este avanço, usando dados obtidos no *Science Citation Index*, 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 de sua colocação principalmente em universidades: o número de publicações cresceu de um patamar histórico em torno de 2 mil por ano na década de 80, para quase 7 mil em 1998, valor muito superior ao dos demais países latino-americanos. Outro ponto a ser notado na Figura 8 é o excepcional crescimento da produção científica da Coreia do Sul, que suplanta o Brasil em 1996. É notável que, com a maior parte dos C&E trabalhando para empresas, a produção científica coreana em revistas indexadas tenha experimentado crescimento intenso.

No terreno da inovação tecnológica, a história já é bem outra. Um indicador internacionalmente reconhecido para se medir a intensidade da inovação é o número de patentes registradas em mercados competitivos. A Figura 9 mostra o número de patentes com origem no Brasil e na Coreia do Sul, registradas ano a ano nos Estados Unidos desde 1980. No início da década de 80, ambos os países registravam, anualmente, perto de uma dezena de patentes nos Estados Unidos. A partir de 1985, o número de patentes coreano 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 do número de C&E trabalhando para empresas na Coreia do Sul. Por outro lado, as curvas correspondentes ao Brasil demonstram como o reduzido número de C&E empresariais resulta num pequeno número de patentes.

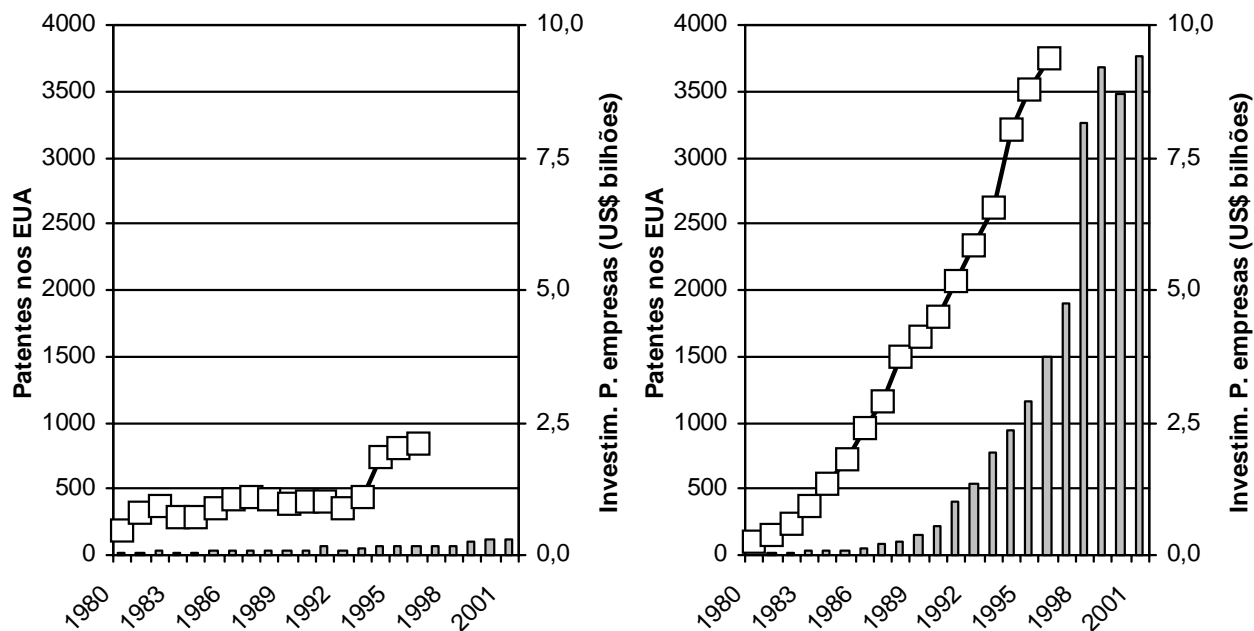


Figura 9. Número de patentes registradas anualmente nos Estados Unidos e dispêndio empresarial em P&D para Brasil (esquerda) e Coréia do Sul (direita) ^{vi}

É notável a correlação entre o número de patentes registradas nos EUA e o dispêndio em P&D realizado pelas empresas em ambos os países. Ou seja, há uma forte correlação entre o esforço privado em P&D e o número de patentes internacionais. Para ser mais preciso, esta tendência está também relacionada ao tamanho médio das empresas e aos setores em que atuam. De 1980 em diante, a estrutura empresarial coreana transformou-se a ponto de suas grandes empresas e principais grupos empresariais suplantarem em muito o tamanho médio das similares brasileiras. Além disso, transformaram-se em empresas globais, atuando em segmentos altamente intensivos na proteção da propriedade intelectual, como eletrônica, materiais e química.

Uma visão mais geral se vê na Figura 10, 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. O caso brasileiro se afasta da tendência para menos, sendo que o Brasil registra quase 3 vezes menos patentes do que seria de se esperar para o investimento reportado pelas empresas.

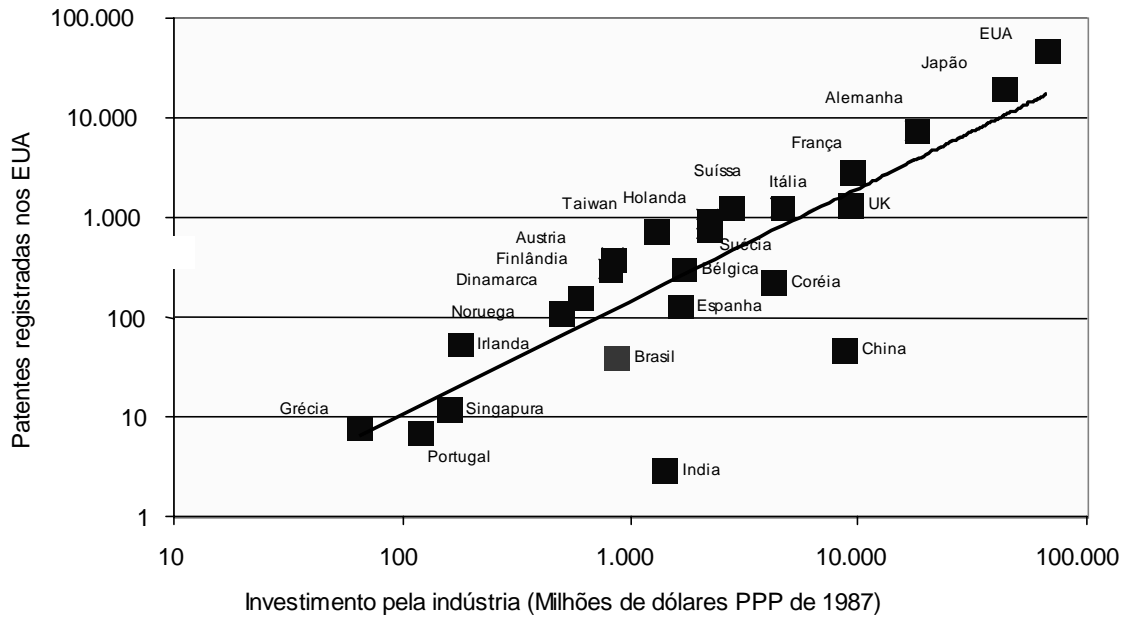


Figura 10. Número de patentes registradas nos EUA em função do investimento em P&D realizado pelas empresas em cada país (Fontes: número de patentes: Patent counts by country, USPTO, Aug. 1997; Investimento empresarial em P&D: referências ii e iii).

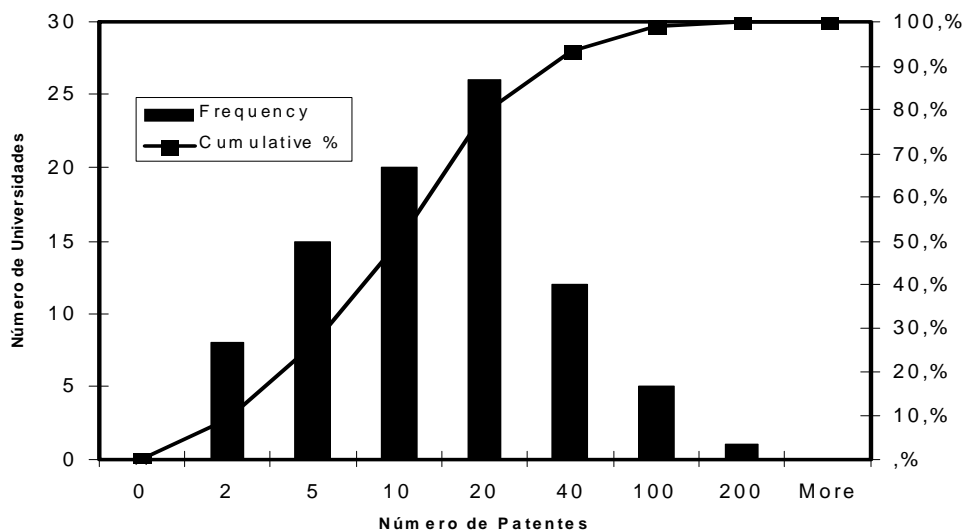


Figura 11. Histograma do número de patentes registradas no ano de 1994 por universidades nos EUA.

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 11 mostra o número de patentes registradas por universidades americanas ano a ano. 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 – com razão - 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.

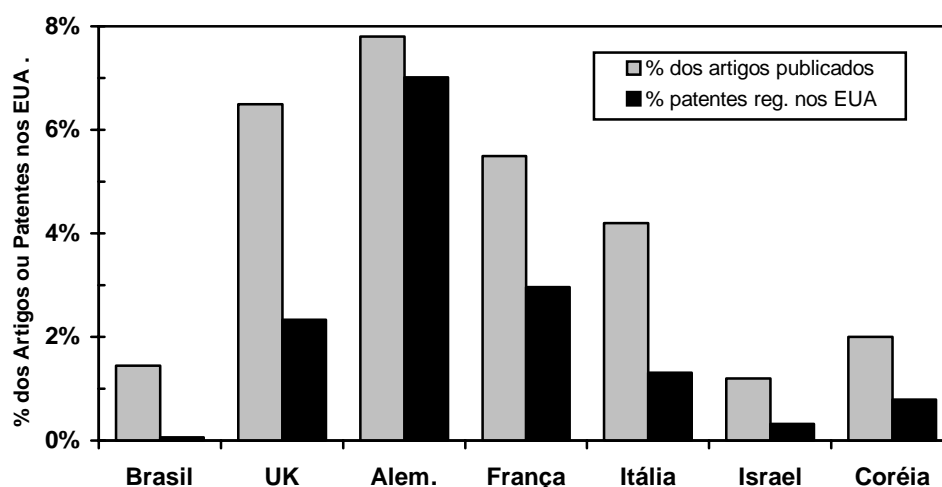


Figura 12. Participação mundial em artigos publicados em revistas do *Science Citation Index* e patentes registradas nos Estados Unidos.

A Figura 12 resume o quadro geral da produção de Ciência e de Tecnologia 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. E superar este quadro exigirá políticas que estão muito além da política científica e tecnológica.

4. Modernas Políticas de C&T: Construindo Sistemas Nacionais de Inovação e Estimulando a Competitividade Empresarial

No âmbito das políticas públicas, talvez a mais importante influência das novas abordagens sobre a dinâmica da inovação seja o tratamento sistêmico e abrangente que essas políticas passaram a incorporar. Se o êxito do esforço de pesquisa em grande escala e com grandes equipes, efetuado durante a segunda grande guerra, havia mostrado a necessidade de os Estados nacionais organizarem ações deliberadas de suporte à ciência, é indubitável que as gerações de políticas empreendidas a partir de então se ampararam, durante muitas décadas, num marco conceitual fortemente marcado pela idéia de ofertar recursos humanos qualificados e transferir conhecimento de universidades e institutos para as empresas.

Evidentemente, essas políticas tiveram repercussões muito distintas, a depender se os países contavam, ou não, com estruturas de mercado oligopolistas e com empresas líderes no mercado mundial. Em poucas economias, notadamente nos EUA, mas também mais tarde na Alemanha e Japão, as políticas de C&T calcadas na oferta foram funcionais, na medida que o sistema empresarial assumia liderança na inovação e mesmo na pesquisa fundamental. Mas é interessante observar que até nesses países – e o Japão é o melhor exemplo – um esforço deliberado de suporte à competitividade empresarial foi orquestrado, a partir da mobilização de atores diversos, em esquemas cooperativos articulados a partir dos Estados nacionais.

De uma forma ou de outra, é inegável que o pós-guerra viu crescer e se difundir um padrão de intervenção pública calcado na criação de agências nacionais de fomento à ciência e uma grande preocupação de estruturar a formação de recursos humanos e a pesquisa acadêmica. Inspiradas neste modelo, muitas instituições seriam criadas no mundo todo, entre as quais, no Brasil, o CNPq e a CAPES.

Esta forma de intervenção no terreno da ciência e tecnologia foi contemporânea de políticas industriais ativas, fundamentadas muitas vezes no papel dos mercados nacionais, e baseadas em elevados graus de proteção. É relevante salientar que essas políticas eram implantadas num ambiente de forte internacionalização da economia mundial, ancorada na expansão e na rivalidade crescente entre grandes empresas, que

passavam a disputar mercados através do transplante de unidades produtivas e da correspondente transferência de tecnologia, mas num contexto igualmente estável dos padrões tecnológicos. É a idade de ouro do capitalismo do século XX. Para os países da periferia do sistema, com tamanho e escala mínima de mercado, abria-se a possibilidade de constituir sistemas produtivos que reproduziam, em menor escala, os sistemas dos países centrais. Alguns analistas mais argutos foram capazes de indicar que os sistemas formados na periferia careciam do que se denominou, na época, núcleos endógenos de progresso técnico. E uma fecunda literatura sobre dependência salientava outras dimensões da hierarquia prevalecente no sistema mundial.

Mas, de forma quase unânime, as análises da industrialização dos países periféricos pouca atenção deram à questão tecnológica. O acesso relativamente fácil à tecnologia, seja através das subsidiárias das empresas transnacionais, seja através da importação de bens de capital, não indicava que esse fosse um gargalo relevante. A exitosa industrialização brasileira é talvez a maior prova desta verdade relativa. A substituição de importação tinha gargalos muito maiores, na questão da capacidade para importar, na formação da poupança, na debilidade dos sistemas financeiros etc. Até a década de setenta, apenas a experiência japonesa se distingue um pouco deste desiderato. Mas o Japão já contava, ao final do século XIX e especialmente antes da segunda guerra, com um sistema industrial avançado e não poderia ser igualado ao restante da periferia.

Estas abordagens começam a mudar nas respostas nacionais às fortes mudanças que sacodem a economia mundial durante os 70's. A começar pela Ásia, que se beneficia dos efeitos dinâmicos de ser periferia imediata do Japão. Nasce ali um padrão de resposta regional aos desafios da economia mundial, que tira proveito da enorme sinergia criada pela complementaridade das economias nacionais. A difusão de produtividade patrocinada pela máquina de crescimento japonesa e a surgimento de *déficits* comerciais com o Japão, mas ao mesmo tempo *superávits* com o restante do mundo, alimenta o crescimento asiático. Nesse contexto são formuladas e postas em práticas estratégias ativas de *catching-up* tecnológico e criação de grandes empresas. Em parte, essa lógica regional complementar se repete hoje, a partir do crescimento da China e do fortalecimento de seus nexos com as demais economias asiáticas.

Mas as mudanças são efetivamente visíveis quando a reestruturação da economia mundial assume dimensões mais drásticas, já na década de 80 e, sobretudo, nos anos 90. As turbulências no mercado mundial do final dos setenta e início dos oitenta, as

novas políticas econômicas da década de oitenta, a acelerada difusão das tecnologias da informação, a vigorosa internacionalização dos mercados financeiros e, igualmente, as mudanças no plano interno da grande empresa, com graves implicações da divisão interna do trabalho no plano mundial, colocam rapidamente em questão as políticas de suporte às industriais nacionais prevaletentes até os anos 70. A globalização, entendida não apenas na sua dimensão financeira, mas na dimensão do aumento da escala dos grandes grupos industriais, da maior internacionalização da empresa e de sua reestruturação produtiva, faz emergir um caloroso e longo debate sobre a natureza das políticas industriais e dos mecanismos de suporte à competitividade empresarial.

Há inúmeras dimensões relevantes deste debate para as políticas de desenvolvimento da periferia capitalista, mas no que interessa especificamente a este artigo uma é essencial: o novo panorama mundial implicou forte ruptura com a relativa estabilidade do padrão técnico que prevaleceu no pós-guerra. E mais, o fez no bojo de uma brutal elevação dos custos do desenvolvimento tecnológico e no contexto não só da enorme difusão da microeletrônica em inúmeros campos da produção e do consumo, mas também a partir de uma convergência tecnológica cada vez mais rápida entre os terrenos da informática e das comunicações, e do surgimento de inovações disruptivas em outros terrenos, dos quais a biotecnologia e, agora, a nanotecnologia são as expressões mais acabadas.

A sensível elevação dos custos de P&D e os riscos associados às novas trajetórias tecnológicas colocaram na ordem do dia o desenvolvimento de novas estratégias empresariais. As respostas mais conhecidas são fusões, aquisições e esforços de desenvolvimento conjunto, que assumem as mais variadas formas de cooperação (alianças, centros e projetos de pesquisa compartilhados, licenciamento cruzado de propriedade intelectual etc.). Mas a elevação dos custos de P&D tem também induzido um esforço de *'global sourcing'* por recursos humanos altamente qualificados e por infra-estrutura de pesquisa em países em desenvolvimento. Muitos desses países, como China, Índia, Irlanda, Israel e outros têm inclusive formulado ações específicas destinadas a tirar proveito desse contexto na atração de atividades mais intensivas em P&D. Esse é um caminho a ser seguido pelas políticas de atração de Investimento Direto Estrangeiro (IDE) para o Brasil, em função dos menores custos de engenharia e de certas capacitações científicas acumuladas nas últimas décadas.

Está em curso um claro processo de intensificação de atividades baseadas em conhecimento, que perpassa todos os setores e que se revela através do maior emprego de mão-de-obra de alta qualificação e do maior peso das atividades de P&D. Essas mudanças são bem mais perceptíveis em países de elevado grau de desenvolvimento e altas taxas de escolaridade, em função inclusive de suas vantagens relativas e da forma como, a partir das estratégias das grandes empresas, se estrutura – em termos de uma cadeia de valor hierárquica – a distribuição destas atividades nos diversos países. Uma espécie de divisão do trabalho interna à grande empresa, que descentraliza a manufatura e as atividades intensivas em mão-de-obra, mas centraliza a concepção, o design e as atividades de P&D.

Deve-se entender que este peso crescente do conhecimento não é apenas determinado pelas grandes mudanças disruptivas que abalam de forma significativa as antigas estruturas ou criam novos mercados e, por vezes, setores inteiros. As novas estratégias empresariais também estão impulsionadas pela necessidade de inovar de forma contínua, diferenciar produtos e aprimorar processos, adequando-se a padrões novos de qualidade e critérios cada vez mais exigentes de certificação. Ou seja, a inovação não deve ser vista apenas na sua dimensão de introdução de mudanças radicais em processos. Para a competitividade, muitas das inovações relevantes são incrementais ou introduzidas em outros elos das cadeias produtivas, nem sempre afeitas à produção primária ou sua industrialização direta. Embalagens, distribuição, logística são hoje cruciais para a competitividade do agronegócio brasileiro, da mesma forma que a capacidade de introduzir novos produtos.

O processo em curso apresenta, concomitantemente, duas características complementares: o maior peso de atividade intensivas em conhecimento e um papel crescente da inovação, inclusive aquela de caráter incremental. Esta simultaneidade tem gerado confusão e falsos dilemas de política. O peso maior do conhecimento é tanto resultado do avanço rápido da fronteira científica em áreas de vanguarda e de grande impacto econômico e grau de pervasividade, como é produto também da necessidade de incorporar novo conhecimento a áreas tradicionais. Isto significa que há segmentos e áreas novas do conhecimento que precisam ser fomentadas, pelo seu impacto econômico (o exemplo mais marcante, hoje, é notar que a difusão e os impactos setoriais da nanotecnologia serão extraordinariamente maiores que o da microeletrônica), como da necessidade de dar suporte à pesquisa científica em setores tradicionais (cujo exemplo brasileiro mais relevante é o próprio agronegócio). Ao lado

disso, a inovação (que é distinta da pesquisa) passa a ser fundamental para a competitividade. É preciso, portanto, estimular e induzir as empresas a inovarem. É uma exigência de mercado que deve encontrar suporte nas políticas governamentais. Mas fazê-lo não significa abandonar os incentivos à pesquisa, seja acadêmica, seja na empresa, que ao contrário, também precisa assumir um papel mais proeminente.

É este o momento em que as políticas industriais e de competitividade incorporam de forma maciça a dimensão da inovação tecnológica através, sobretudo, do fortalecimento de seus sistemas nacionais de inovação. E esta é a categoria chave que dá suporte a uma nova geração de políticas, cujo cerne é a cooperação entre atores distintos, a partir do reconhecimento do papel central da empresa na introdução no mercado de novos produtos e processos.

É preciso alertar que não se trata de substituir políticas de oferta por políticas centradas exclusivamente na demanda. E ainda que seja essencial criar condições de estímulo à inovação no âmbito empresarial, a tarefa mais urgente e a mais difícil é construir ou consolidar um sistema orgânico de parcerias e intercâmbios capaz de amparar de forma ampla a competitividade privada. Uma concepção de parceria e sistema capaz de superar, definitivamente, as visões bipolares que, de tempos em tempos, ressurgem nas políticas brasileiras, baseadas ou num modelo linear de ciência, como se a inovação fosse consequência de um natural traslado das atividades de bancada para o mercado; ou na simplificação contrária, de que se deve apenas fomentar a inovação incremental, que responde pela esmagadora maioria do que se faz no dia a dia, orientando-a a partir do Estado e redirecionando todo o esforço nacional para este tipo de suporte, esquecendo-se que o grande motor deste processo é o próprio mercado.

Uma inserção dinâmica do Brasil no comércio internacional, como, aliás, de qualquer economia industrial, depende e dependerá cada vez mais da capacidade de inovação de suas empresas e da forma pela qual elas souberem aproveitar o ritmo mais intenso do crescimento do comércio de bens intensivos em tecnologia. Há, portanto, um requisito importante para políticas microeconômicas voltadas a melhorar a inserção internacional, que está relacionada aos incentivos à inovação no setor privado. É um terreno importante para suporte à competitividade, que exige elevada capacidade de coordenação de ações de governo e de cooperação com o setor privado, mas que conta já com alguns instrumentos de suporte.

O formato dessas políticas de incentivo à inovação e a compreensão de sua importância avançaram bastante no país, nesses últimos anos, tanto no governo como nas lideranças do setor privado. O exame da experiência internacional auxiliou muito nessa formulação. Esse avanço pautou um esforço sensível em aproximar as políticas de suporte à ciência e tecnologia da agenda econômica. Essas políticas, no Brasil, têm corte tradicionalmente acadêmico, restritas a ações de suporte à formação recursos humanos qualificados e fomento à pesquisa, com viés nitidamente de oferta. Curiosamente, no Brasil, muitas das visões acerca das políticas de suporte à inovação empresarial também são inspiradas em modelos acadêmicos, exclusivamente voltados a fomentar a pesquisa ou pesquisadores instalados dentro da indústria, sem atentar para aspectos mais amplos, associados à redução do risco da atividade de P&D; ao menor custo de capital e às inovações no financiamento; ao aumento da cooperação entre empresas; à modificação do ambiente e fortalecimento de inúmeras externalidades fundamentais para trajetórias de maior inovação empresarial.

Mas uma inserção dinâmica do Brasil no mundo dependerá também de estratégias nacionais capazes de identificar oportunidades novas e identificar a nova indústria que emergirá das rupturas tecnológicas em curso. O exemplo da difusão da microeletrônica e da convergência tecnológica recente (tecnologias da informação) deveria ser elucidativo: gerações de novas empresas se sucederam de forma contínua; nenhuma das antigas fabricantes de material elétrico sobreviveu na eletrônica; as empresas de *software* suplantaram em faturamento as de *hardware*; a Internet criou um novo conjunto de empresas que desafiam a liderança das anteriores. É um mundo em movimento. E com isto se modificam as estruturas de mercado.

Políticas tecnológicas e industriais precisam não apenas apoiar a capacidade de inovação das empresas – veículo fundamental para a competitividade e inserção internacional. Precisam anteciper o futuro, colaborar para o surgimento e a consolidação de uma nova geração de empresas, renunciando desde logo à pretensão de construí-las a partir do Estado. Se é ilusão circunscrever-se às políticas de oferta, imaginando que um dia as pesquisas se transformarão em negócios, também é ilusório pensar que o suporte à inovação em moldes acadêmicos (fomento governamental) resolverá os dilemas de competitividade privada. A questão — corretamente colocada, da centralidade da empresa nas estratégias de inovação e competitividade — deveria ser encarada em seu terreno adequado: trata-se de compreender as estruturas de mercados existentes e suas mudanças futuras; e trata-

-se de entender a dinâmica da inovação e do conhecimento, num contexto de intensa interação de atores que configuram sistemas nacionais de inovação (crescentemente interdependentes do que ocorre no mundo).

Não é demais notar que esse é um desafio imenso, especialmente num país com pouca tradição de ação e ativismo governamental nesta área, e viciado por modalidades de apoio paternalista, que de tempos em tempos são lembradas como solução aos problemas da competitividade privada.

4. As possibilidades do Brasil na economia do conhecimento e a agenda do governo e da sociedade

O Brasil realizou, nos últimos 50 anos, um importante desenvolvimento do ponto de vista acadêmico, com políticas de Estado muito efetivas para desenvolver a capacidade de pesquisa acadêmica e formação de recursos humanos (poucos países no mundo formam hoje 7 mil doutores por ano, como o Brasil). Por outro lado, com honrosas exceções, a atividade de idéias, o registro de patentes e o avanço de conhecimento e de tecnologia não são uma cultura genericamente disseminada na indústria brasileira, embora haja uma tendência levemente positiva nesse sentido. Essa assimetria do sistema nacional de inovação é bem conhecida. E longe de ser motivo de júbilo nacionalista ou de repugnância frente ao desperdício de recursos que não se transformam em negócios, a realidade deveria ser ponto de reflexão de quais são nossas possibilidades nesse contexto.

Vários desses aspectos já foram discutidos quando da realização da Conferência Nacional de C,T&I, da publicação de seu Livro Verde e depois do Livro Branco; foram debatidos quando da criação dos Fundos Setoriais; na edição de instrumentos de apoio ao capital de risco e de incentivos fiscais criados recentemente, especialmente na Lei 10.332/01 e na mini reforma tributária objeto da Lei 10.637/02, ou na proposta de uma Lei da Inovação. A mesma orientação levou a priorizar ações para o desenvolvimento de atividades de P&D em empresas; a enfatizar o financiamento de tecnologia industrial básica, pólos e parques tecnológicos, arranjos produtivos locais, ações de suporte à difusão de uma cultura de propriedade intelectual no conjunto do sistema. De forma complementar, buscou-se também a intensificação de parcerias entre empresas e universidades, superando a tradicional lógica de oferta das políticas do setor.

Mas é preciso ir além. É preciso acompanhar a velocidade de mudança do mundo e se inspirar numa visão de médio e longo prazo, numa agenda que é até mais da sociedade do que do governo. Sem a pretensão de esgotar esta agenda, que é ampla e muito abrangente, alguns pontos merecem ser salientados, pois são essenciais e absolutamente prioritários:

Em primeiro lugar é preciso salientar a centralidade da empresa na inovação (um truísmo, pois apenas a empresa inova, no sentido de levar algo novo ao mercado) e, sobretudo, na pesquisa científica e tecnológica. E isso tem implicações, pois quase todos os países desenvolvidos ou em desenvolvimento implementam estímulos efetivos a essas atividades empresariais (subvenção e incentivos fiscais). Na média da OCDE, o montante do gasto privado em P&D é subsidiado em cerca de 15%. A justificativa, em todos os casos, decorre dos riscos associados ao próprio processo, das falhas de mercado e do papel da inovação e do desenvolvimento tecnológico na elevação da produtividade.

O Brasil também faz subvenção e incentiva as empresas. Mas possui uma legislação antiquada, com elevadas renúncias fiscais que poderiam ser melhor utilizadas. Essa é uma enorme e complexa tarefa, que começou a ser enfrentada anos atrás através das leis 10.332 e 10.637, mas que irá requerer grande determinação e realismo, para dar conta das restrições fiscais que atingem o Estado brasileiro. Um regime favorável ao investimento privado em P&D e compatível com a restrição fiscal precisa ser elaborado.

Em segundo lugar, é preciso formular uma política tecnológica mais próxima da agenda econômica e menos dependente de instrumentos e modelos de ação acadêmicos. É preciso inclusive que a liderança da indústria compreenda que o lócus da agenda da inovação, do desenvolvimento tecnológico e da competitividade, é a política econômica. Isso significa mais ênfase no financiamento e na redução de risco do que no fomento. A agenda relevante é o financiamento adequado às empresas, com prazos e custos compatíveis com os riscos associados (equalização); incentivos e regulação adequada ao capital de risco (*venture*) e fundos de *equity*; *funding* para financiamento das agências públicas etc.

Em terceiro lugar, é essencial seguir as melhores práticas das políticas de C&T&I no mundo. Enfatizando um enorme esforço de parcerias público-privada e cooperação universidade, institutos, serviços tecnológicos e indústria. Não porque as

universidades, institutos e prestadores de serviços poderão fazer as inovações em nome da indústria, mas porque a cooperação público-privado alavanca os esforços das empresas, reforça externalidades positivas, amplifica o uso da infra-estrutura tecnológica, reduz riscos e maximiza os resultados da capacitação científica e tecnológica constituída, Há uma vasta e rica experiência internacional e nacional (redes cooperativas, centros compartilhados, infra-estruturas comuns, *clusters* e sistemas locais de inovação, etc.). Aqui reside a importância da Lei de Inovação (na verdade uma lei de PPP para C&T): introduzir inovações institucionais que permitam avançar na construção de sistema nacional de inovação.

Em quarto lugar, é preciso olhar o futuro e as novas estruturas e oportunidades que se colocam ao Brasil. E pensá-las não apenas em termos das áreas do conhecimento que despontam como desafiadoras, mas em termos de que estrutura produtiva e modelo de negócios podemos construir. Aqui os desafios são ainda maiores, porque muitas vezes isso implica escolhas, implica centralizar recursos, apostar em projetos de médio e longo alcance de difícil prognóstico, como exemplifica a criação do ITA cinquenta anos atrás. Projetos que enfrentam a resistência dos interesses já constituídos e, muitas vezes, conflitam com visões mais distributivistas.

São estes os pontos centrais de qualquer estratégia de médio e longo prazo. Não de um governo específico, mas de toda a sociedade. A seu lado, vale lembrar que as possibilidades do país dependem da reprodução em larga escala de uma capacidade endógena de investigação e pesquisa. Se as políticas de ofertas são ilusórias, de nada valerá mudá-las em detrimento da capacitação interna de recursos humanos. Há que compatibilizar estas prioridades, que são essenciais a um sistema de inovação.

O Brasil é um país com possibilidades enormes. O desempenho recente do comércio exterior brasileiro mostra isto. A competência criada em inúmeras áreas da ciência também é demonstração desta potencialidade. O aparato institucional e legal criado nas últimas décadas e recentemente reforçado também é ponto positivo. Mas há muito que fazer e sempre haverá. Essencial é coragem e criatividade. E uma capacidade de olhar além do horizonte imediato, para identificar o que é o futuro e como podemos construí-lo a partir de um diálogo intenso no âmbito da sociedade.

ⁱ National Patterns of R&D Resources: 1996, NSF 96-333, Special Report (Table C-18)

ⁱⁱ Human Resources for Science and Technology: The European Region, NSF 96-316, Special Report (Arlington, Va, 1996).

ⁱⁱⁱ Human Resources for Science and Technology: The Asian Region, NSF 96-303, Special Report (Washington, DC, 1993).

^{iv} Home Page do Ministério da Ciência e Tecnologia da Coréia, em <http://134.75.163.2/policye4.html> .

^v L. De Meis e J. Lehta, "O perfil da ciência brasileira" (Editora da UFRJ, 1996).

^{vi} Fontes: para as patentes, Science and Engineering Indicators, 1996; para os dispêndios brasileiros, S.N. Brisolla et. Al., "Indicadores quantitativos de C&T no Brasil" in Estado atual e Papel Futuro da C&T no Brasil, org. S. Schwartzmann, (1994) – disponível em <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)).