

BRASIL em

desenvolvimento

ciclo de seminários 2003

Salão Pedro Calmon, Palácio Universitário, UFRJ.
Avenida Pasteur 250, Urca, Rio de Janeiro.

organizado por



VERSÃO PRELIMINAR
MARIO LUIZ POSSAS



Apoios



Companhia
Vale do Rio Doce

Banco do
Nordeste



CIÊNCIA, TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO: REFERÊNCIAS PARA DEBATE*

Mario Luiz Possas, IE/UFRJ

1. INTRODUÇÃO

A importância estratégica do esforço próprio de um país no investimento em ciência e tecnologia (C&T) para seu desenvolvimento econômico é um consenso (raro) entre economistas e pesquisadores da área. No entanto, as formas principais de articulação entre C&T e desenvolvimento, bem como a hierarquia estratégica dos fatores envolvidos, está longe de gerar convergência e por isso produz diferenças significativas quanto ao desenho de políticas públicas.

O presente texto expõe na segunda seção um breve panorama dos principais enfoques da literatura econômica internacional sobre o tema; na seção seguinte, algumas de suas implicações para a política de C&T, com ênfase no caso brasileiro, também extraídas de publicações acadêmicas e de pesquisa sobre o tema.

2. OS PRINCIPAIS ENFOQUES SOBRE A RELAÇÃO ENTRE C&T E DESENVOLVIMENTO

A literatura econômica sobre o tema é extensa e desencoraja tentativas de resenha muito completa ou detalhada. Além disso, raramente o desenvolvimento econômico é o foco principal da análise, ou as implicações de política de C&T são extraídas claramente nesses enfoques, surgindo no máximo como um desdobramento possível e às vezes tratado de forma superficial. Por outro lado, e apesar dessa limitação, os enfoques relacionados a seguir – assumidamente não exaustivos – têm tido suficiente importância como eixos de pesquisa, reflexão e motivações de política para justificar incluí-los entre as referências fundamentais para o tratamento sistemático do tema.

Um importante elemento comum a todos estes é o papel da *inovação* em sentido amplo (que pode ir além de novos produtos e processos de produção), cuja internalização às *empresas* e, dessa forma, à economia é vista como um elo de ligação essencial entre esforços de C&T e desenvolvimento econômico. Alguns enfoques centram-se mais no nível “macro”, no sentido de abranger conjuntos de empresas, redes, setores e instituições públicas, e mesmo o ambiente econômico, político e institucional, e seus impactos sobre a competitividade setorial e o crescimento econômico. Outros focalizam o nível “micro” das empresas, suas estratégias inovativas e recursos, seus investimentos em P&D e vantagens competitivas. Em qualquer caso, admite-se que num contexto econômico de mercado as estratégias competitivas privadas, especialmente as estratégias *inovativas*, são um nexo crucial para que políticas de C&T possam ter impactos econômicos significativos, *v.g.* sobre investimentos, competitividade ao nível setorial, crescimento econômico e – talvez o mais difícil de alcançar – a sustentabilidade deste, que, de forma sintética, é condição necessária

* Position paper para painel no Seminário Brasil em Desenvolvimento, 10/11/2003.

(ainda que talvez insuficiente) para caracterizar uma economia como plenamente desenvolvida.

(i) O nível “macro”: a abordagem do “*catching up*” e a redução do “*gap*” (hiato) tecnológico

A maior extensão de literatura econômica - e em grande medida histórica – sobre mudança tecnológica comparada pertence, de longe, a esse conjunto de abordagens agrupados em torno da noção de “*catching up*” tecnológico entre países ou entre os mesmos setores em distintos países. Sem nenhuma pretensão de resenhá-los aqui, basta lembrar que sua tradição remonta a Kuznets, Rostow, Gerschenkron, Landes, Rosenberg e Abramovitz.

A partir dos anos 80, autores neo-schumpeterianos e/ou de economia do desenvolvimento retomaram o tema com vigor, em que cabe destacar inicialmente os artigos de Carlota Perez, Luc Soete e Christopher Freeman. Assim, Freeman e Perez (1988) formularam os conceitos de “paradigmas tecno-econômicos”, correspondentes *grosso modo* a “ondas longas” de atividade e mudança técnica no capitalismo, e dos setores-chave a eles associados, responsáveis principais pelo seu dinamismo econômico em função dos investimentos direta e indiretamente envolvidos e dos efeitos inter-setoriais. Sua importância para a análise dos mecanismos de *catch up* é que oferecem um balizamento histórico para contextualizar e possivelmente hierarquizar as oportunidades de avanço tecnológico tendo em vista orientar eventuais estratégias nacionais de redução dos hiatos tecnológicos entre países.

Nesse mesmo sentido, Perez e Soete (1988) sugerem uma seqüência de fases no processo de difusão internacional desses paradigmas tecno-econômicos, ou ao menos de suas trajetórias tecnológicas mais importantes, em meio às quais seria possível identificar “janelas de oportunidade” capazes de encurtar distâncias e criar atalhos que favoreçam o *catch up* e a redução do hiato tecnológico. Sua conclusão é que, em linhas gerais, as fases de determinada trajetória tecnológica que apresentam uma relativamente maior facilidade de entrada para *latecomers* são a de introdução da nova tecnologia, com menores barreiras de experiência e menores investimentos iniciais, e a fase final, de maturidade, com tecnologia já difundida ou acessível, embora com maiores requisitos de escala. Embora claramente voltado para a aplicação de política, esse enfoque requer contudo muitas mediações e adaptações para ser útil, tendo em vista as inúmeras especificidades nacionais, além daquelas inerentes a cada um dos paradigmas tecnológicos ou tecno-econômicos.

Em nível mais específico, os mecanismos de *catching up* incluem necessariamente esforços formais e informais de aprendizado e de absorção de tecnologia, o que implica algum grau de investimentos em P&D. Nesse campo existe grande número de contribuições, das quais uma das mais conhecidas e citadas é a de Cohen e Levinthal (1989). Um importante resultado desses autores é a noção de *capacidade de absorção* de tecnologia, uma das duas faces – e a menos conhecida – da P&D, sendo a outra a de gerar novos conhecimentos. O ponto a destacar é que não apenas o ritmo de inovação em novos produtos e processos, mas também a capacidade de absorção de novas tecnologias ou inovações em geral, é função crescente dos investimentos em P&D realizados ao nível das empresas, dadas naturalmente as restrições e características próprias de cada regime

tecnológico. Este ponto é tão mais relevante quanto maior a incidência de componentes tácitos e idiossincráticos – de transferência difícil ou custosa - no desenvolvimento de uma trajetória tecnológica.

Também a literatura sobre as economias em desenvolvimento explorou as dificuldades inerentes ao processo local de aprendizado ou de absorção e eventual adaptação de novas tecnologias: entre muitos outros, Bell (1984), Katz (1984, 1987), Lall (1985), Bell e Pavitt (1993). De um lado, fatores de possível convergência tecnológica foram apontados, tanto por autores latino-americanos como asiáticos. Entre os principais fatores de convergência – que levariam a “fechar o *gap*” – cabe mencionar o esforço de imitação e de aprendizado local, incluindo o esforço de P&D público e privado; o ingresso de investimento direto estrangeiro; e vantagens (locacionais, mão de obra barata, etc.) que possam compensar as tendências cumulativas do aprendizado ainda não-realizado, e muitas vezes também uma escala ineficiente. O nível de especialização e de autonomia local no desenvolvimento de tecnologias é outro fator variável entre países em função das políticas adotadas, tendo sido maior em países como a Índia e menor nos da América Latina.

O ingresso de *latecomers* em indústrias maduras, diferentemente da versão “otimista” das janelas de oportunidade, tem a desvantagem de que tais indústrias em geral já perderam dinamismo, enquanto o ingresso nas fases iniciais dos paradigmas é igualmente difícil e arriscado, não só porque pode envolver políticas públicas muito incertas, custosas e de baixo retorno, mas também porque tende a ocorrer à margem das oportunidades mais proveitosas, que oferecem maior potencial de rentabilidade e expansão, e que quase sempre se restringem a um grupo restrito de países avançados e de suas matrizes de empresas transnacionais.

Do ponto de vista estrutural, a diferenciação crescente das estruturas produtivas desses países não é um fato consumado, mas depende de um conjunto complexo de fatores, desde características das trajetórias tecnológicas até eventuais vantagens competitivas específicas de cada país, que leva naturalmente a certo grau de especialização, passando pelas diferentes políticas públicas. De modo geral, a conclusão é que o *catch up* requer esforços continuados de investimento e aprendizado, para além de um nível mínimo “crítico”, cuja intensidade e composição em termos de recursos necessários depende tanto das trajetórias tecnológicas em vigor quanto da economia em questão.

(ii) *O nível “macro” e as instituições: os Sistemas Nacionais de Inovação e seus desdobramentos*

Formulado em conjunto por R. Nelson (1993), C. Freeman (1992) e B. Lundvall (1992), entre outros, este enfoque centrou-se originalmente nos níveis macro – no sentido de uma abrangência nacional – e institucional – focalizando os requisitos de política pública e de integração desta com as estratégias empresariais. O artigo de Nelson (1994) oferece uma excelente síntese da integração entre as dimensões estruturais, inclusive tecnológicas, evolutivas e institucionais da dinâmica inovativa da indústria, presentes neste enfoque. Os atores principais são as empresas, enquanto usuárias ou fornecedoras de tecnologia e investidoras em P&D; o governo, representado por agências públicas formuladoras e executoras de políticas; e instituições públicas com maior ou menor apoio governamental, como universidades e centros de pesquisa.

Seus pressupostos teóricos coincidem com a abordagem evolucionária neo-schumpeteriana inaugurada pela contribuição seminal de Nelson e Winter (1982), apoiada na substituição dos pilares neoclássicos de equilíbrio e racionalidade maximizadora, respectivamente, pela análise de trajetórias dinâmicas singulares das indústrias e pela racionalidade limitada, implicando o uso de rotinas, estratégias *satisficing* e arranjos institucionais. Sua posição em termos de política, em grande medida oposta à liberal, é que inovações são, por assim dizer, “contexto-intensivas”, seja por (i) terem como referência determinado ambiente competitivo, nacional e institucionalmente condicionado; (ii) ocorrerem em blocos sinérgicos, no tempo (“trajetórias tecnológicas”) e no espaço econômico (complementaridades nos recursos empregados e no seu uso); e (iii) requererem volumes de investimentos significativos, com risco e incerteza elevados, implicando restrições para seu financiamento – o que quase sempre aponta para algum nível de apoio em recursos públicos.

O enfoque logo se desdobrou para os níveis setoriais e sub-nacionais, que possibilitam pensar políticas inovativas e tecnológicas setoriais e/ou regionais. Nesse quadro, a ênfase se deslocou tanto para as relações de complementaridade e sinergia entre produtores e usuários de inovações - que já eram objeto de pesquisa no campo neo-schumpeteriano: ver p.ex. Lundvall (1988) - como para os arranjos produtivos locais ou regionais – pólos – voltados a reforçar a difusão e incorporação economicamente eficiente de inovações – p. ex. Lazonick (1990, 1993).

No primeiro caso, mostrou-se que capacitações e ativos complementares e aprendizado ao longo de uma cadeia produtiva, entre fornecedores e usuários, pode ser uma fonte essencial de inovações incrementais e difusão de novas tecnologias, assim como de apropriação dos ganhos provenientes do esforço inovativo. Os benefícios associados a ativos complementares decorrem, em grande medida, de processos de aprendizado locais e específicos, com fortes componentes idiossincráticos. No segundo, retomou-se de certo modo a tradição dos distritos industriais, abrangendo, além da maior parte das firmas de uma indústria, seus fornecedores especializados e uma concentração de trabalhadores com determinados requisitos de habilidade e treinamento – o que freqüentemente envolve instituições específicas e programas de treinamento (v. Nelson, 1994).

Também aqui a busca de complementaridades e da coordenação de esforços em atividades que apresentem economias de escala e de escopo significativas pode reforçar a posição competitiva conjunta mediante arranjos cooperativos, com vantagem sobre a simples operação espontânea de forças competitivas. Tais arranjos envolvem freqüentemente, embora nem sempre, apoio de agências públicas de fomento e financiamento. Finalmente, vale notar que, em certa medida, a configuração de *redes* produtivas e de inovações, desenvolvida principalmente na última década, também representa uma continuidade desse enfoque, embora em nível mais “micro” ou específico.

(iii) *O nível “macro” no enfoque neoclássico moderno: a teoria do crescimento endógeno*

Somente a partir de meados dos anos 80 o *mainstream* neoclássico em Economia passou a se interessar pelas relações entre desenvolvimento tecnológico e crescimento econômico, inaugurando a chamada corrente teórica e empírica do “crescimento endógeno”. À diferença das “velhas” teorias neoclássicas do crescimento econômico,

representadas pelos conhecidos modelos de Solow e Swan, a “nova” teoria constrói seus modelos tendo em vista a obtenção de taxas de crescimento endógenas aos mesmos, o que implica gerar crescimento do produto agregado a taxas que superem o crescimento populacional, de um lado, e endogeneizar os fatores geradores de progresso técnico, de outro. Uma de suas motivações parece ter sido, além da insatisfação com a exogeneidade do crescimento e do progresso técnico – que, no entanto, tem peso decisivo na “explicação” econométrica do crescimento - no modelo tradicional de Solow, o surgimento de evidências recentes de aumento na divergência entre países quanto a taxas de crescimento e rendas *per capita*, sugerindo que as oportunidades tecnológicas e as fontes de progresso técnico não estão distribuídas uniformemente entre países. Algumas referências de destaque são Romer (1986, 1994), Lucas (1988), Grossman e Helpman (1994); uma apresentação abrangente encontra-se em Barro e Sala-i-Martin (1995).

Esses modelos assumem diferentes hipóteses e mecanismos para gerar crescimento endógeno, mas com alguns pontos básicos em comum: (i) a tentativa de superar a ocorrência de rendimentos decrescentes nos fatores de produção convencionais, especialmente do capital, como na tradição neoclássica (incluindo o modelo de Solow), pela introdução de rendimentos crescentes na função de produção agregada, geralmente associados a “conhecimento” ou “capital humano”; e (ii) a inclusão de mecanismos capazes de gerar progresso técnico endógeno, geralmente os mesmos que geram rendimentos crescentes.

Dado o caráter agregado e analiticamente compacto desse tipo de modelo, é quase inevitável que seu poder explicativo seja limitado, e, mais que isso, sua capacidade de iluminar alternativas de política tecnológica seja quase inexistente. Apesar disso, seu forte apelo a argumentos liberais de senso comum, em particular a ênfase na acumulação de capital humano e na educação formal como mola propulsora do progresso técnico crescimento econômico endógeno, tem levado muitos economistas do *mainstream* a propagar essas mesmas teses convencionais como o sumo de uma política eficaz de desenvolvimento sustentado a longo prazo, agora sob a nova roupagem de resultados científicos confirmados pela supostamente nova fronteira do conhecimento acerca do desenvolvimento econômico.

(iv) *O enfoque “macro” neo-schumpeteriano: crescimento, tecnologia e competitividade*

Apesar de algum esforço de modelagem teórica desenvolvido nesse campo, desde o início dos anos 90, por autores neo-schumpeterianos evolucionários, basicamente em resposta aos modelos neoclássicos de crescimento endógeno e suas aplicações empíricas – ver p. ex. a coletânea de Silverberg e Soete (1994), e especialmente os artigos de Silverberg e Verspagen (1994 e 1995) -, as principais referências nesse enfoque são os trabalhos com ênfase mais empírica de Jan Fagerberg, que efetua comparações internacionais. Fagerberg (1994) é a talvez a sua contribuição mais conhecida, e Fagerberg (2002) uma coletânea de outros de seus ensaios.

Em linhas gerais, suas teses abrangem principalmente: (i) o reconhecimento da especificidade setorial para a análise da importância da escala, e portanto do tamanho do mercado doméstico, para a eficiência e a competitividade dos gastos de P&D, mostrando que as vantagens competitivas podem diferir entre países de diferente tamanho, implicando

políticas tecnológicas igualmente diferenciadas; (ii) a importância da adaptabilidade dos países às mudanças de composição de produtos do comércio mundial para sua competitividade, especialmente em países com alto grau de abertura comercial; (iii) a capacitação inovativa e, em particular, a capacidade de absorver tecnologia gerada externamente, como fonte de sucesso no *catch up* entre países industrializados; e, reciprocamente, (iv) a dificuldade em absorver tecnologias exógenas como fator de atraso no *catch up* de países em desenvolvimento.

Em sentido complementar, a conhecida contribuição de Patel e Pavitt (1994) mostra a persistência de *gaps* tecnológicos entre países industrializados, especialmente no âmbito dos países membros da OECD, com base em dados de patenteamento cobrindo o período de 1969 a 1992. Em linhas gerais, atribuem o sucesso relativo de determinados países – com destaque para Alemanha e Japão – ao caráter “dinâmico” de seus sistemas nacionais de inovação e das políticas e instituições correlatas, no sentido de captarem as especificidades dos investimentos em P&D e em ativos tecnológicos intangíveis, especialmente os que envolvem aprendizado e capacitação da força de trabalho, *vis-à-vis* investimentos convencionais. Ademais concluem, em concordância com Porter (1990), que as condições prevalentes nos países de origem das grandes empresas transnacionais são decisivas para o ritmo e direção de seus esforços tecnológicos, tendendo a reforçar as assimetrias existentes.

Dentre as tentativas – infelizmente raras - de estender esse enfoque para os países em desenvolvimento merece referência a de Dosi, Freeman e Fabiani (1994), com seus interessantes *insights* sobre “fatos estilizados” associados à situação desses países, podendo-se destacar, no nível “macro”, (i) a complementaridade entre importações de tecnologia e o esforço autônomo para seu desenvolvimento; (ii) a correlação robusta entre crescimento e investimento em capital fixo – v. De Long e Summers, 1992; e (iii) a correlação entre a capacidade de inovar e de incorporar rapidamente novas tecnologias com o crescimento e o nível de renda *per capita*, assim como com a participação nas exportações mundiais. No nível “micro”, vale destacar que (iv) a difusão de novas tecnologias depende crucialmente do ritmo de aprendizado tecnológico, que tem natureza cumulativa e depende de capacidades específicas às firmas; e (v) a infra-estrutura física, institucional e educacional, assim como o ambiente econômico de mercado, têm um papel fundamental na sustentação dos esforços das firmas.

(v) *O nível “micro”: empresas, indústrias e P&D no enfoque setorial das inovações*

A tradição “estruturalista” em Organização Industrial consagrou a análise de padrões setoriais de concorrência, mas nunca logrou superar completamente seu marco essencialmente estático ou unilateral, que conduzia da estrutura, via condutas (estratégias), ao desempenho de firmas e mercados. O artigo clássico de Keith Pavitt (1984), em sua proposta de taxonomia de setores industriais, centrada nos padrões inovativos e tecnológicos, veio a superar esse quadro. Como se sabe, sua taxonomia se compõe das seguintes categorias de setores: *supplier dominated* (dominados pelos fornecedores); *production intensive* (intensivos em produção) – subdivididos em *scale intensive* (intensivos em escala) e *specialized suppliers* (fornecedores especializados); e *science based* (baseados em ciência). Mais tarde, acrescentou-se a classe dos setores *information*

intensive (intensivos em informação), acompanhando a tendência atual de difusão das tecnologias da informação: ver Bell e Pavitt (1993).

O sucesso da proposta decorreu tanto de uma base de dados abrangentes e sólidos em que o estudo se apoiou quanto do referencial teórico, de extração neo-schumpeteriana, centrado na dinâmica da geração e difusão de inovações assim como na combinação entre variedade e padrões de regularidade das trajetórias setoriais. Seu objetivo foi identificar regularidades setoriais nos padrões inovativos ao longo de trajetórias tecnológicas, com base em três grupos de variáveis: as fontes de tecnologias (P&D próprio ou contratado, usuários); as necessidades dos usuários (preços, desempenho, confiabilidade); e os mecanismos de apropriação de lucros derivados do sucesso inovativo (segredo industrial, patentes). Duas características gerais, prévias à taxonomia, emergiram inicialmente: (i) a especificidade da maior parte do conhecimento técnico envolvido nas inovações (somente 10% provenientes de fontes públicas); e (ii) a presença de padrões setoriais de regularidade quanto à origem do conhecimento envolvido, aos esforços de P&D e à concentração relativa em inovações de produto ou processo, apesar da variedade das fontes de conhecimento e de características dos produtos e processos objeto de inovações nos mesmos setores.

A fertilidade do enfoque não se resume ao enquadramento *a priori* de setores industriais pela ótica inovativa, mas ao permitir ao analista focalizar variáveis e padrões estratégicos provavelmente dominantes na trajetória tecnológica e dinâmica inovativa de um setor. Em parte na esteira dessa taxonomia, em parte em paralelo a ela, Dosi (1988) propôs uma agenda neo-schumpeteriana ampliada de pesquisa sobre dinâmica industrial, na qual o ritmo de inovações e de sua difusão pode ser afetado pelas assimetrias iniciais estratégicas, tecnológicas, organizacionais e de desempenho, e pelas características das empresas de um dado setor quanto às dimensões competitivas associadas às inovações, que por sua vez são capazes de gerar novas assimetrias ou reforçar as existentes, alterando ao longo do tempo sua distribuição e, finalmente, modificando a configuração (ou “estrutura”) da indústria, vista como endógena e não como dada, conforme a tradição estruturalista.

Algumas incursões sobre as especificidades dos países em desenvolvimento foram esboçadas por essa abordagem, em parte mesclada com outras a serem examinadas a seguir (especialmente a seguinte, voltada aos recursos específicos das empresas). Entre elas destaca-se a já citada de Bell e Pavitt (1993), que focaliza entre os principais fatores de persistência de atraso e de *gap* tecnológico desses países, resumidamente, (i) a baixa “eficiência dinâmica” do crescimento industrial, entendida como capacidade de incrementar de forma sustentada a produtividade e a competitividade industriais; e (ii) a baixa taxa de acumulação tecnológica na indústria, associada à insuficiência de sua capacitação e acumulação intra-firmas, da infra-estrutura institucional e educacional e da capacidade de adaptar tecnologias importadas. Diferenças nesses fatores explicariam a maior parte das divergências observadas entre países, com destaque especialmente para os NICs asiáticos, os únicos que conseguiram algum grau significativo de *catch up* nas últimas décadas.

(vi) O nível “micro”: a perspectiva baseada em recursos

A “Perspectiva Baseada em Recursos” (“*Resource-Based Perspective*”, RBP) desenvolveu-se a partir do início dos anos 80 na esteira da nova teoria evolucionária de Nelson e Winter (1982), das contribuições originais de Edith Penrose (1959), de cunho Schumpeteriano, quanto à empresa capitalista como um *locus* de utilização inovativa de

recursos, e de resultados empíricos que vieram se firmando entre economistas industriais, quanto à diversidade sistemática de desempenho e de estratégias entre firmas de uma mesma indústria. Também teve peso na consolidação desse enfoque no campo estratégico a contribuição clássica de Chandler (1990) sobre a importância e a especificidade ao nível da empresa das estratégias organizacionais, frente a mudanças estruturais. Nos anos 90 a RBP tornou-se possivelmente o enfoque predominante sobre estratégia empresarial, inclusive no campo da teoria e prática gerencial: uma coletânea representativa a respeito é a de Foss (1997).

Dentre os muitos temas caros à RBP, talvez caiba destacar, para uma discussão voltada às suas implicações atuais para a análise e a política de C&T, a importância central de dois conceitos relacionados: (i) o das “capacitações dinâmicas” (“*dynamic capabilities*”) da firma para sua inovatividade e competitividade, cujas referências iniciais são os artigos de Teece (1986) e (1988), com sua ênfase no potencial dinâmico dos ativos específicos e complementares das firmas e cujo arcabouço geral foi sintetizado no artigo já clássico de Teece e Pisano (1994); e (ii) o das “competências centrais” (“*core competences*”), cujo marco inicial foi dado pelo conhecido artigo de Prahalad e Hamel (1990). Enquanto o primeiro enfoque destaca a importância de desenvolver a capacidade, específica a cada firma em função dos ativos específicos por ela já adquiridos e valorizados, de criar e consolidar recursos próprios capazes de gerar vantagens inovativas e, por extensão, competitivas, o segundo enfatiza a necessidade de hierarquizar esses recursos do ponto de vista competitivo, focalizando as estratégias inovativas e competitivas sobre o aprendizado coletivo da organização e a coordenação das diferentes habilidades produtivas e tecnológicas da empresa em torno de um núcleo de vantagens competitivas já adquiridas.

Em ambos os casos, a mensagem básica para a análise é que, ao contrário da teoria da firma neoclássica, a permanência e recriação da diversidade entre firmas, mesmo dentro da mesma indústria, é a norma, e não seu eventual nivelamento pela eliminação das diferenças. Ao mesmo tempo, as firmas passam a ser vistas como repositórios específicos de conhecimento, e não como *loci* de processamento de informações, ao estilo neoclássico – v. Fransman (1994). Mais que isso, tal diversidade é desejável como instrumento de progresso técnico e de conquista de maior competitividade ao nível das firmas, sem o que setores e países não podem alcançar vantagens competitivas duradouras. Assim, as implicações de política são tão claras quanto decisivas: desenvolvimento tecnológico e competitividade são complementares e requerem o esforço da capacitação das empresas individuais na busca de vantagens competitivas criadas e desenvolvidas ao nível das firmas – e não apenas, por exemplo, ao nível de setores inteiros ou por meio de políticas macro – e.g. políticas cambiais –, ainda que favoráveis à competitividade das exportações.

3. IMPLICAÇÕES PARA A POLÍTICA DE C&T E O CASO BRASILEIRO

As mais diversas correntes de pensamento parecem de acordo em que um dos aspectos centrais do processo de desenvolvimento econômico, particularmente no sentido de realizar uma convergência (*catch up*) entre economias, como brevemente discutido acima, é a capacidade de endogeneizar os mecanismos geradores e/ou difusores das inovações e da mudança tecnológica. Em outras palavras, o progresso técnico endógeno não é somente o principal motor da dinâmica econômica capitalista em geral; ele também é provavelmente um elemento indispensável na superação dos principais fatores de distanciamento entre

economias nacionais. Mas estes são basicamente os *mesmos* que tendem a perpetuar os círculos viciosos de baixa competitividade, exportações pouco dinâmicas, necessidades crescentes de financiamento do balanço de pagamentos e crises sistemáticas, financeiras ou cambiais, normalmente associados ao estado “ainda-não-desenvolvido” – ou simplesmente “subdesenvolvido”, como se costumava dizer - das chamadas economias em desenvolvimento. Sua superação tenderia a produzir, em contraste, uma dinâmica econômica suficientemente endógena, sem incorrer sistematicamente em tais círculos viciosos, no que parece ser a marca principal das economias capitalistas ditas desenvolvidas.

Se essas premissas forem verdadeiras, então é forçoso concluir que as políticas de C&T, embora sob ressalvas quanto a um provável grau muito variável de sua eficácia, em distintos países e momentos históricos, devem ter um papel importante a cumprir no processo de desenvolvimento desses países. Essa conclusão é ainda reforçada pelas circunstâncias de risco, incerteza e longa maturação que cercam os investimentos necessários, particularmente aqueles envolvidos em formação e pesquisa científica, que ainda constituem em boa medida bens públicos.

(i) *Implicações gerais*

Historicamente, sabe-se que o apoio governamental sistemático à pesquisa científica e tecnológica – *v.g.*, configurando uma verdadeira política de C&T – data pelo menos da Inglaterra do século XVII (*v. Freeman e Soete, 1997, cap. 16*). No entanto, só no século XIX, com a advento da indústria pesada intensiva em ciência (eletricidade, química, mecânica) os fundos públicos passaram a financiar parcela substancial da pesquisa científica e tecnológica. Mais recentemente, a II Guerra Mundial e o advento da “guerra fria” desencadearam, especialmente nos E.U.A., um surto sem precedentes de gasto estatal direto ou indireto, via financiamento das atividades de P&D das empresas, notadamente nas aplicações civis e militares da energia nuclear e da tecnologia aeroespacial.

Os instrumentos típicos de políticas públicas de apoio à C&T são, basicamente: políticas de compras e encomendas às empresas; políticas de incentivos, especialmente fiscais, à P&D; e investimentos em uma infra-estrutura adequada de C&T, incluindo formação qualificada de pesquisadores. Os motivos essenciais a justificar esse apoio público à pesquisa básica e à educação, sustentado originalmente entre economistas por Nelson (1959) e Arrow (1962), residem na longa escala de tempo – envolvendo alta incerteza - e de recursos desses investimentos, de um lado, e em seu caráter – ainda que não inteiramente – de bens públicos, de outro. Sabe-se que o prazo usual do investimento de P&D das empresas é curto ou médio, em comparação com o longo prazo exigido para o financiamento de grande parte das pesquisas básicas- não raro de várias décadas. A aversão ao risco e à incerteza envolvidos na perspectiva desses investimentos afastariam ainda mais o capital privado, reduzindo significativamente o nível de gastos socialmente desejável.

É importante notar que esse apoio não se dá apenas pelo financiamento direto ou indireto de investimentos em pesquisa básica e em P&D, mas também – e de forma frequentemente muito importante – pela formação universitária dos engenheiros, cientistas e pesquisadores, a qual gera benefícios que se estendem além dos ganhos empresariais; por isso mesmo, deve preservar seu caráter de bem público. De outra parte, é necessário

registrar que grande parte da pesquisa com fundos públicos não se dirige a atividades relacionadas com competitividade das empresas e crescimento econômico - até porque gera excesso de *spillovers* e/ou resultados de baixa ou nula apropriabilidade -, mas simplesmente com o bem-estar da população; e dessa forma, indiretamente, com o desenvolvimento sócio-econômico - e.g. gastos em pesquisas relacionadas à saúde pública e ao meio ambiente.

No que concerne especificamente ao P&D industrial, voltado portanto ao mercado e à competitividade, o problema de formulação de políticas de C&T se torna cada vez mais complexo à medida que o progresso técnico ganha dinamismo nas últimas décadas e, ao mesmo tempo, a tecnologia se torna cada vez mais intensiva em ciência: no mesmo passo em que as demandas por fomento e subsídio públicos se multiplicam, as prioridades se tornam mais difíceis de formular. Como ressaltou Rosenberg em artigo clássico (1982), a tendência à “intensificação” do conteúdo científico da tecnologia tem levado a própria ciência a se “endogeneizar” crescentemente ao processo econômico capitalista, seja na forma de indefinição crescente de fronteiras com a tecnologia (v.g. biotecnologia, novos materiais, microeletrônica), seja na medida do próprio direcionamento cada vez mais “interessado” do financiamento público à atividade de pesquisa científica. Em outras palavras, a “neutralidade” da ciência e seu caráter relativamente transparente de bem público só se preserva no âmbito do necessário debate acadêmico, sem o qual não há progresso da ciência normal, mas não mais tanto no terreno da definição de prioridades e dos recursos aplicados.

A própria idéia convencional – chamada na literatura de “modelo linear” - de que existiria uma rota unidirecional da pesquisa científica para a tecnologia deve ser questionada, até porque nunca foi verdade, desde os primórdios do capitalismo industrial, como mostrou Rosenberg (1982 e 1994). Tecnologia é um conceito mais próximo de conhecimento do que de informação, esta última tão central para a tradição neoclássica; e, hoje, isso é mais verdadeiro que nunca. A passagem do conhecimento científico à aplicação tecnológica economicamente viável requer adaptações e desenvolvimentos custosos para atender os requerimentos específicos do mercado, que por isso mesmo induzem à busca de uma formulação mais precisa para as questões científicas a serem respondidas, direcionando crescentemente tanto os investimentos em P&D como em pesquisa básica. Em outras palavras, a *distribuição e utilização* dos resultados dos investimentos de P&D, mais do que simplesmente a sua oferta, são cruciais para a formulação e execução de políticas de P&D – v. Mowery e Rosenberg (1989, cap. 1).

Nesse quadro de complexidade e demandas crescentes por apoio e financiamento, as decisões das agências públicas tornam-se ainda mais controversas e dependentes de critérios rigorosos de avaliação e de definição de prioridades, gerando numerosas críticas, e em direções contraditórias, mesmo nos países avançados: v. p. ex. Freeman e Soete (1997, cap. 16). Infelizmente, em contraste, a análise econômica tem pouco a oferecer nesse campo, uma vez que a teoria normativa dominante – ainda essencialmente apoiada nos conceitos de eficiência alocativa ou de Pareto – é baseada nos modelos estáticos de equilíbrio geral competitivo e dificilmente se presta a adaptações para a análise dinâmica e prospectiva sob incerteza que caracteriza necessariamente a formulação de políticas tecnológicas: ver a respeito Metcalfe (1995) e Possas (2002).

Essa ausência de balizamentos econômicos mais definidos e parâmetros normativos mais confiáveis para orientar as escolhas da comunidade acadêmica, científica e dos *policy makers* em política tecnológica provavelmente abre espaço para uma interferência marcante de outros fatores, de natureza política e institucional, incluindo aí *lobbies* que abrangem desde indústrias intensivas em tecnologia de ponta e/ou em P&D até centros de pesquisa organizados corporativamente e mesmo grupos oriundos da própria academia.

Parece interessante contrastar essa situação com aquela que se observa no campo das políticas macroeconômicas, que apesar de potencialmente tão ou mais questionáveis, especialmente (mas não apenas) no caso de países em desenvolvimento, parecem tão incontroversas que atravessam todas as fronteiras político-ideológicas, por obedecerem a um consenso analítico e normativo universal entre economistas e *policy makers*.

De certo modo refletindo esse quadro, as estatísticas internacionais mostram que o grau de intervenção pública no esforço nacional de P&D varia muito entre países, e às vezes de forma oposta ao que o senso comum poderia sugerir – e.g. no Japão cerca de 80% dos investimentos em P&D são privados, uma proporção muito acima daquela vigente nos E.U.A., ou em escala menor na Inglaterra – v. Rosenberg (1994); dados mais recentes são analisados em Brito Cruz (1999). Da mesma forma, não há evidência recente de convergência entre países quanto ao esforço e ao sucesso inovativo, expressos respectivamente nos gastos de P&D e no patenteamento nos E.U.A., entre outros indicadores – v. Patel e Pavitt (1994): ao contrário, sugere-se algum grau de divergência e reforço de especialização por país. Por outro lado, só para mencionar um fenômeno inverso bem conhecido, isso não impede que ocorram regularidades internacionais importantes na distribuição relativa dos gastos setoriais em P&D, uma vez que a efetividade das patentes depende de características tecnológicas, do processo de concorrência e dos mecanismos de apropriabilidade de cada setor – v. p. ex. os estudos clássicos de Pavitt (1984) e Levin *et al* (1987).

Também entre países em desenvolvimento ocorre grande dispersão, especialmente nas variáveis que refletem a ação pública, assim como nas variáveis-resultado: por exemplo, a partir do final da década de 1970 até os anos 90, Coréia e Taiwan já se distanciavam dos demais países em desenvolvimento em indicadores como o nível e o padrão (mais voltado a ciências e engenharia) de escolaridade da população e seu aproveitamento em atividades de engenharia de projetos intra-firma; e quanto à infra-estrutura para P&D industrial, com base em instituições públicas de suporte às atividades de aprendizado e absorção de novas tecnologias – a chamada “outra face” do investimento em P&D -, aí incluídas as tecnologias importadas, vistas como complementares ao esforço local enquanto fontes de aprendizado: v. Bell e Pavitt (1993, s.5) e Freeman e Soete (1997, cap. 12).

É interessante notar, ademais, que a participação dessas instituições públicas no esforço total de P&D, de amplamente majoritária nos anos 70, tornou-se minoritária *vis-à-vis* ao P&D intra-firmas, num total rapidamente crescente, ao final dos anos 80 – no caso coreano, ocorreu uma inversão completa: de 20/80% para 80/20%. Seu desempenho competitivo no período, em contraste por exemplo com os países latino-americanos, deixa pouca margem a dúvida sobre a eficácia dessa política. O principal desafio para uma política tecnológica bem-sucedida parece ser o de apoiar-se, desde o início do processo de *catch up*, em dois suportes: investimentos significativos e persistentes em formação de pesquisadores e

pesquisa pública, aliados à busca permanente de assegurar sua conexão com os incentivos privados, para que estes assumam eventualmente a liderança dos esforços inovativos capazes de gerar impacto econômico.

(ii) *O caso brasileiro: breves comentários*

Não cabe aqui traçar um retrato abrangente do desempenho e do quadro institucional da política de C&T no Brasil: uma boa aproximação, razoavelmente atualizada, encontra-se em Tigre, Cassiolato *et alii* (2000), e um percurso histórico com dados detalhados em Amann e Baer (1999), entre outras referências, algumas delas citadas adiante. Contudo, alguns registros no plano das instituições, das políticas e do desempenho nos anos recentes podem ser úteis.

Até o início dos anos 90, a política brasileira de C&T consistia basicamente em construir e consolidar a infra-estrutura básica de pesquisa, formada por agências de âmbito nacional como o CNPq, centrado no financiamento da pesquisa básica e da pós-graduação, em torno do qual gravitam diversos centros de pesquisa específicos (CBPF, LNCC, LNLS, IMPA); a CAPES/MEC, de suporte à pós-graduação; a FINEP, de fomento à P&D de empresas privadas; e de âmbito estadual, em que se destaca a FAPESP, de S. Paulo, que financia pesquisa e pós-graduação, bem como fundações estaduais correlatas, criadas à sua imagem. Completam esse quadro importantes instituições (fundações ou empresas públicas) de pesquisa vinculadas a Ministérios, como a FIOCRUZ e a EMBRAPA, ou estaduais, como o IPT e o Instituto Agrônomo de Campinas, ambos de S. Paulo, bem como centros de pesquisa de empresas estatais, como o CENPES da Petrobras e o CEPEL da Eletrobrás.

A partir dos anos 90, a política de C&T passou a buscar maior integração com a política industrial e com as empresas usuárias, criando programas de capacitação tecnológica. Programas de incentivos fiscais à P&D empresarial foram implementados, tendo sido descontinuados por restrição fiscal a partir de 1997 – a qual, vale ressaltar, tem prejudicado sistematicamente a continuidade do conjunto de políticas públicas de C&T até o presente. Em paralelo, foram adotados vários programas de escopo limitado, assim como medidas de liberalização da propriedade industrial e dos contratos de transferência de tecnologia junto ao INPI. Esta última medida favoreceu o aumento de contratos de transferência de tecnologia entre matrizes e filiais de empresas transnacionais.

Por outro lado, os fundos públicos são basicamente federais, ligados ao Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) ou ao Ministério da Educação, via universidades federais, e secundariamente estaduais (especialmente S. Paulo). Os investimentos totais em C&T no Brasil, públicos e privados em conjunto, ainda são muito modestos, não tendo ultrapassado os US\$ 11 bilhões em 1997, segundo dados do MCT *apud* Tigre, Cassiolato *et alii* (2000), ou US\$ 5,7 bilhões a dólares de 1991 em 1995, segundo os mesmos dados reprocessados por Amann e Baer (1999, tabela 3b). Mas vale registrar que os empréstimos da FINEP às empresas para P&D se elevaram, a partir de um nível insignificante em 1990, a mais de 4% no último ano, o que ainda é modesto frente aos gastos totais de P&D das empresas – privadas e estatais – com recursos próprios ou de outras fontes, que segundo esses mesmos dados, embora ainda muito baixos em termos absolutos, subiram de cerca de 22% para quase 32% do total em 1997.

Passemos a examinar brevemente os indicadores de *desempenho* efetivo do sistema de C&T ou de inovações, à luz dos dados disponíveis: em primeiro lugar, indicadores de desempenho científico; e em segundo lugar, as duas modalidades de indicadores usuais de desempenho tecnológico: os gastos em P&D, indicativos do esforço *ex ante*, e a atividade de patenteamento, indicativa do resultado *ex post*.

A importância do desenvolvimento científico para o *catching up* não se limita ao conhecido papel de constituir um “mecanismo de focalização” (tratado por Rosenberg e Nelson em vários artigos) para o desenvolvimento tecnológico; mas, em face da expansão de uma “economia intensiva em conhecimento”, um instrumento hoje central para a capacidade de absorção de novas tecnologias e de realizar inovações. Quanto aos indicadores de desempenho *científico* para o Brasil, estes são sempre problemáticos; mas consideremos um dos mais empregados dentre eles: um índice de especialização utilizado por Schott (1995), *apud* Tigre, Cassiolato *et alii* (2000), que expressa a proporção de artigos publicados de determinada disciplina acadêmica sobre o total no país, em relação à mesma proporção em âmbito mundial. Resumidamente, apenas a Física, e até certo ponto a Biologia e a Matemática, alcançaram nos anos 80 um padrão internacional, mas ainda abaixo do padrão dos E.U.A..

Dados semelhantes, do Institute for Scientific Information (ISI), mostram dois resultados interessantes: (i) a concentração (medida pelo índice de Herfindahl em 1996) muito mais alta de publicações em algumas disciplinas tipicamente científicas por parte de Coréia e Taiwan do que do Brasil, sendo razoável presumir que um processo bem-sucedido de *catching up* deve envolver, pelo menos temporariamente, essa maior concentração, vale dizer, maior especialização; e (ii) uma diferença notável entre Taiwan e Coréia, de um lado, e países como o Brasil, México e Índia, de outro, num indicador, por assim dizer, de “eficiência tecnológica” da produção científica, dado pela relação entre participação mundial no patenteamento e participação na publicação de artigos científicos em 1994: de 1,5 e 1,4 para os dois primeiros países, ao lado de países desenvolvidos, para 0,08 no caso do Brasil. Ver a respeito Albuquerque (2001).

Apesar disso, é preciso reconhecer que a produção científica *absoluta* do Brasil tem crescido muito nos últimos anos: o número de publicações de pesquisadores no País em revistas acolhidas pelo Science Citation Index mais que duplicou no período de 1996 a 2001, atingindo um nível de quase 3/4 do da Coréia: v. Brito Cruz (1999, tabela 4). Os problemas maiores devem estar situados na sua *relação* com a produção de tecnologia e a inovação.

Quanto ao *esforço tecnológico*, constata-se que os investimentos em P&D no Brasil ainda são muito baixos, correspondendo a cifras de pouco mais de 0,7% a pouco menos de 0,9% do PIB na segunda metade dos anos 90: ver Amann e Baer (1999); dados MCT. Neste total, a participação das empresas (privadas e estatais) tem-se situado em torno de menos de 1/3 ao final dos anos 90, como observado acima, cabendo o restante ao gasto público, tanto federal (cerca de 50%) quanto estadual (pouco menos de 20%). Vale notar que o patamar deste indicador entre os países desenvolvidos é muito superior: cerca de 40 a 48% nos E.U.A., Canadá e França, e ainda maior – entre 65 e 79% - na Alemanha, Japão e Suíça: v. Schwartzman *et alii* (1995), *apud* Amann e Baer (1999). Dados do MCT mais

discriminados quanto a fontes dos fundos, referentes a 1996, são analisados em Brito Cruz (1999, tabela 5).

Por outro lado, dados de amostra de 495 empresas de pesquisa sobre competitividade industrial brasileira – v. Coutinho, Ferraz *et alii* (1994) – dão conta de que, em 1992, mais da metade nada investiu em P&D, e o gasto médio da amostra em relação ao faturamento não passou de 0,7%, muito baixo em relação aos padrões internacionais – que em média, para 1990, apontavam para índices de cerca de 2%. Dados coletados pela ANPEI – Associação Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento das Empresas Industriais –, desde 1992, sobre a “intensidade da capacitação tecnológica” expressa em gastos em P&D&E (Pesquisa e Desenvolvimento e Engenharia – inclui “aquisição de tecnologia e engenharia não rotineira”) em uma amostra de 140 empresas confirmam exatamente essa cifra: v. Hasenclever e Cassiolato (1998), *apud* Tigre, Cassiolato *et alii* (2000, tabela 5.3).

A distribuição desses gastos por origem de capital no momento não conta com estudos já elaborados disponíveis (embora pesquisa PINTEC do IBGE tenha recentemente produzido dados desse tipo); mas a partir de dados do Dep. de Comércio dos E.U.A. é possível verificar que, em 1994, os gastos em P&D de empresas multinacionais manufatureiras com sede naquele país representaram em média 4% do faturamento, contra 2,4% em suas subsidiárias; e que essa última cifra foi de 1,1% na Europa, contra 0,7% no Brasil (e 0,4% na América Latina como um todo): v. Amann e Baer (1999).

No que se refere, finalmente, ao pessoal qualificado envolvido em atividades de P&D – especificamente, cientistas e engenheiros (C&E) –, Brito Cruz (1999) estimou, a partir de dados da ANPEI e elaboração pessoal, que representam apenas cerca de 0,11% da força de trabalho em empresas industriais no Brasil, confrontados com 0,8% no Japão e nos E.U.A. e 0,4% na Coréia. Visto por outro ângulo, os C&E no Brasil estão concentrados na atividade de ensino e pesquisa universitária em dedicação exclusiva, que absorve 73% do contingente, contra apenas 11% trabalhando nas empresas; ao contrário de E.U.A. e Japão, entre outros, em que esta última cifra atinge quase 65%. Essa distribuição é preocupante, pois, nas palavras do autor, “em todo o mundo o lugar privilegiado da inovação é a empresa” (*op. cit.* p 5).

Esse conjunto de dados indica sem margem a dúvida níveis ainda muito baixos de investimentos em C&T no Brasil, seja em ciência e pesquisa básica, seja em qualificação de pesquisadores, seja em P&D formal. Há, no entanto, aspectos qualitativos e/ou mais específicos que esses dados agregados não captam, alguns possivelmente mais positivos e outros que certamente contribuem para um quadro ainda mais negativo.

Entre os primeiros, cabe lembrar, como amplamente difundido na literatura, que a absorção de novas tecnologias e mesmo inovações incrementais dependem não só de P&D formal, mas em grande medida de aprendizado sistemático, o que abrange complementarmente, mas de forma importante, absorção de tecnologia importada: v. comentários de Bell e Pavitt (1993) sobre os NICs asiáticos. Embora dados abrangentes e confiáveis a esse respeito não estejam disponíveis, há algumas evidências coletadas por pesquisa da ANPEI que apontam para o crescimento nos anos 90 de gastos na rubrica “P&D&E”, acima citada, mas especialmente dos gastos específicos em P&D em detrimento daqueles com aquisição de tecnologia e serviços tecnológicos, e apontam também para o aumento substancial de importações de serviços tecnológicos, em particular o crescimento

relativo – ainda minoritário em termos absolutos, pois a maior parte dos gastos de P&D se concentra em desenvolvimento de produtos - daqueles itens possivelmente mais intensivos em aprendizado, a exploração de patentes e o fornecimento de tecnologia não patenteada: v. Hasenclever e Cassiolato (1998), *apud* Tigre, Cassiolato *et alii* (2000, tabelas 5.2 e 5.3).

Pode haver dúvidas plausíveis sobre o grau em que esse movimento reflete mais a facilidade dessa importação após a liberalização, especialmente utilizada por empresas multinacionais para transações entre matriz e subsidiária que viabilizaram remessas de lucros, do que uma demanda genuína por novas tecnologias que requerem aprendizado. Vale, no entanto, o registro de que estas pelo menos se tornaram mais acessíveis, o que provavelmente tem sido funcional para que as empresas industriais, nacionais ou não, tenham aumentado substancialmente sua produtividade e competitividade no contexto brasileiro atual - dos últimos treze anos - de abertura comercial e maior pressão competitiva.

Além disso, o aprendizado, entre outras ações complementares ou sinérgicas envolvendo tecnologia, pode ser reforçado ou em certos casos viabilizado por atividades cooperativas de P&D ao longo de uma cadeia produtiva ou de um *cluster* de empresas e instituições em atividades correlatas ou complementares, formando pólos localizados ou “virtuais”, por meio de redes. Muito tem sido estudado no Brasil nos últimos anos sobre o assunto, que também tem atraído a atenção dos formuladores de política: v. p. ex. Cassiolato *et alii* (2000), para uma discussão geral e ampla revisão empírica; outros resultados específicos de pesquisa encontram-se em Santos *et alii* (2002) e, em linha semelhante, em Suzigan *et alii* (2001). Embora as pesquisas empíricas tenham apontado com alguma clareza para a fertilidade desses arranjos do ponto de vista da eficiência produtiva do aglomerado – “*cluster*” - de empresas envolvidas nesses arranjos no Brasil, ainda permanece duvidoso em que medida (i) eles tenderiam ou não a se replicar, dadas as condições gerais do ambiente econômico, pouco competitivo e pouco denso em capacitação tecnológica; e, principalmente, (ii) mais do que um aprendizado *produtivo*, eles seriam capazes de favorecer significativamente ou induzir a um aprendizado *inovativo*, o que de fato importa para o desempenho tecnológico em sentido estrito: sobre este ponto ver Cassiolato *et alii* (2000, p. 15) e Santos *et alii* (2002, pp. 174-5).

A relação entre a geração de novas tecnologias, de um lado, e sua absorção pelas empresas e eventual difusão, de outro, torna-se ainda mais problemática quando se trata da produção de ciência e pesquisa básica, em universidades e instituições de pesquisa, e sua aplicação no âmbito de empresas orientadas ao mercado e voltadas ao lucro. Segundo Brito Cruz (1999), “(...) 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, o qual, se levado a cabo, poderá causar dano profundo ao sistema universitário brasileiro, desviando-o de sua missão específica que é formar profissionais e gerar conhecimentos fundamentais.” (p. 5). Inovação, vale sublinhar, é uma atividade empresarial voltada essencialmente ao mercado e em busca do lucro. Estabelecer uma conexão fértil entre as duas atividades, distintas mas complementares, é um dos maiores, senão o maior, desafio para uma política eficaz de C&T.

Entre os aspectos que reforçam o quadro *negativo*, por outro lado, destaca-se primeiramente uma circunstância que, se bem seja favorável ao prosseguimento de uma trajetória já percorrida consistentemente, cria obstáculos sérios mas nem sempre evidentes

ao deslanche da própria trajetória: trata-se da bem conhecida *cumulatividade* das atividades intensivas em conhecimento, e especificamente em tecnologia. Os aspectos centrais são, no nível mais “micro”, os *feedbacks* associados ao aprendizado e ao sucesso inovativo – ou mesmo o insucesso bem interpretado! -, que por sua vez tendem a “contaminar” progressivamente, tanto via cooperação quanto via competição, a cadeia produtiva e o entorno sócio-econômico. Em nível mais “macro”, o próprio ambiente econômico e de mercado mais geral, com suas possíveis externalidades positivas derivadas de uma infraestrutura adequada e de normas bem definidas regulando a concorrência, mas também – e de modo essencial – gerando *pressões competitivas* adequadas para estimular, e mesmo *impor*, no mínimo uma constante atualização tecnológica, e idealmente a inovatividade permanente como requisito da própria sobrevivência no mercado *doméstico*, e não apenas no mercado internacional.

Em segundo lugar, mas não menos importante, cabe destacar entre os fatores negativos a política fiscal restritiva, geradora de superávits primários muito expressivos, que nos últimos anos tem sido e permanece até o presente – sem perspectiva clara de mudança - a tônica da política macroeconômica no País, em paralelo a, e condicionada por, uma política monetária igualmente restritiva. É importante observar que esse problema não se reduz à restrição orçamentária sobre os fundos públicos, federais e estaduais, que financiam as mais diversas atividades de C&T. Seu aspecto possivelmente mais danoso é o contingenciamento sistemático, mas em duração e montante imprevisíveis, das despesas orçadas, podendo redundar finalmente em cortes substanciais de recursos e mesmo a interrupção definitiva de bolsas, projetos e pesquisas que, por sua natureza, só podem gerar resultados a longo prazo. Seu efeito direto sobre a política de C&T, particularmente em vista do volume ainda predominante de recursos públicos – em cerca de 2/3 do total, como visto - é não só a descontinuidade de políticas e de programas, como a sua inviabilização efetiva.

Quanto ao *resultado* do esforço tecnológico, tampouco resta dúvida de que a posição do Brasil é muito desfavorável. Um indicador-síntese expressivo da distância desta posição em relação aos países mais avançados e mesmo ao resto do mundo como um todo – o chamado hiato tecnológico - é a comparação dos resultados agregados mais básicos - em termos científicos, de artigos científicos publicados; em termos tecnológicos, de patentes depositadas no USPTO (escritório de patentes dos E.U.A.) - em comparação com o resto do mundo, *vis-à-vis* a participação do país no PNB mundial. Em 1995, o Brasil produzia 0,8% dos artigos científicos mundiais, 0,06% das patentes registradas no USPTO e participava em 1,1% no mercado de tecnologias da informação (TI) como ofertante, enquanto participava em cerca de 2,7% do PNB mundial. Em contraste, os países da OECD têm posição inversa, com indicadores de produção e participação no mercado de TI acima de seu peso no PNB mundial: ver Albuquerque (1999).

Em nível mais desagregado e em rápida síntese, os dados disponíveis sobre a atividade de patenteamento de agentes públicos e privados atuando em C&T no Brasil apontam o seguinte:

- o nível de patenteamento de agentes brasileiros (empresas, instituições, pessoas físicas), expresso pelo número de patentes depositadas no USPTO era, em 1992, insignificante: 40 – equivalente ao do México, 39 - comparado com outros países em

desenvolvimento mais avançados, como Taiwan e Coréia: 1000 e 538, respectivamente: v. Cassiolato e Lastres (1997), *apud* Tigre, Cassiolato *et alii* (2000, tabela 5.5);

- sua distribuição de acordo com a natureza do titular, no período 1990-95, concentrava-se em empresas privadas nacionais e pessoas físicas, e secundariamente em empresas estatais e, finalmente, estrangeiras: v. Albuquerque e Macedo (1996), *apud* Tigre, Cassiolato *et alii* (2000, tabela 5.7);
- essa distribuição se altera ligeiramente quando se consideram as patentes depositadas no Brasil – INPI, no mesmo período, em que as estrangeiras superam as estatais: v. Albuquerque e Macedo (1996), *apud* Tigre, Cassiolato *et alii* (2000, tabela 5.6). Esse efeito parece decorrer de dois fatores: no caso das estatais, sua participação não corresponde ao esforço despendido, o que talvez em parte se explique por sua atividade não ser tão diretamente voltada ao mercado; mas, principalmente, no caso das estrangeiras, o maior patenteamento local deve refletir a tentativa de reservar mercado para inovações de produtos e processos provenientes do país de origem frente à concorrência local: v. Albuquerque (1996) e Tigre, Cassiolato *et alii* (2000);

De modo geral, esses últimos resultados, ao lado das cifras citadas anteriormente quanto à concentração de P&D de multinacionais dos E.U.A. no país de origem, indicam uma atividade tecnológica essencialmente adaptativa por parte das empresas transnacionais no Brasil, embora as estratégias de patenteamento variem individualmente; para maiores detalhes, v. Albuquerque (2000).

*

Em suma, o quadro acima traçado sumariamente para o Brasil aponta com maior destaque para as seguintes conclusões e desafios:

- o *esforço* de C&T é ainda muito incipiente e excessivamente concentrado em instituições públicas e com financiamento público, sendo este seriamente agravado pela política fiscal restritiva. A produção científica crescente não tem se traduzido em esforço de desenvolvimento tecnológico significativo, expresso em níveis muito baixos de investimentos em P&D, especialmente das empresas;
- os *resultados* são também inexpressivos, seja medidos pelo patenteamento, seja pela pouca inovatividade e competitividade das empresas, com o que os benefícios cumulativos do avanço tecnológico permanecem inexplorados e o desejado *catching up* não se processa;
- um dos principais desafios para a eficácia das políticas de C&T permanece: a necessidade incontornável de articulação com as empresas privadas. Mas ele não pertence apenas à política de C&T, e sim a todo um conjunto articulado entre concepção e ações de política econômica, voltados à sustentação de um ambiente econômico pró-competitivo e pró-inovativo, sem o qual este elo mais fraco se rompe e o limitado esforço feito se perde.

Nas palavras de Rosenberg (1994, p. 158):

“Decisões de adotar novas tecnologias são, tipicamente, decisões de investimento, envolvendo a aquisição de novos bens de capital. Tais decisões

estão portanto sujeitas ao mesmo tipo de cálculo econômico que contempla todas as decisões de investimento. Na verdade, precisamente o mesmo se aplica à decisão de comprometer recursos privados inicialmente em P&D. Política de ciência e tecnologia, nesse sentido, é simplesmente um aspecto da execução da política econômica, e não um tema distinto”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, E. (1996). "Sistema Nacional de Inovação no Brasil: uma Análise Introdutória a Partir de Dados Disponíveis sobre a Ciência e a Tecnologia". *Revista de Economia Política*, 16(3).
- _____ (1999). "Infra-estrutura de Informações e Sistema Nacional de Inovação". *Análise Econômica*, 17, setembro.
- _____ (2000). "Empresas Transnacionais e suas Patentes no Brasil: Resultados Iniciais de uma Investigação sobre a Internalização de Atividades Tecnológicas". *Revista de Economia Contemporânea*, 4(2).
- _____ (2001). "Scientific Infrastructure and Catching-up Process: Notes About a Relationship Illustrated by Science and Technology Statistics". *Revista Brasileira de Economia*, 55(4).
- ALBUQUERQUE, E., MACEDO, P. (1996). "Patentes de Invenção de Residentes no Brasil: Estatísticas do Período 1990-1995". *Política e Planejamento Econômico*, 26(3).
- AMANN, E., BAER, W. (1999). "From Technology Absorption to Technology Production: Industrial Strategy and technological Capacity in Brazil's Development Process". *Revista de Economia Aplicada*, 3(1).
- ARROW, K. (1962). "Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention". NBER: *The Rate and Direction of Inventive Activity*. Princeton: Princeton University Press.
- BARRO, R., SALA-I-MARTIN, X. (1995). *Economic Growth*. N. York: Mc Graw-Hill.
- BELL, M. (1984). "Learning and the Accumulation of Industrial Technological Capacity in Developing Countries". In: FRANSMAN, M., KING, K. (1984) (eds.). *Technological Capability in the Third World*. Londres: Macmillan.
- BELL, M., PAVITT, K. (1993). "Technological Accumulation and Industrial Growth: Contrasts Between Developed and Developing Countries". *Industrial and Corporate Change*, 2(2).
- BRITO CRUZ, C. (1999). "A Universidade, a Empresa e a Pesquisa". *Revista Humanidades (UnB)*, 45.
- CASSIOLATO, J., LASTRES, H. (1997). "Innovación y Competitividad en la Indústria Brasileña de los Años Noventa". In: SUTZ, J. (1997) (ed.). *Innovación y Desarrollo en América Latina*. Caracas: Ed. Nueva Sociedad.
- CASSIOLATO, J., LASTRES, H., SZAPIRO, M. (2000). "Arranjos e Sistemas Produtivos Locais e Proposições de Políticas de Desenvolvimento Industrial e Tecnológico". Apresentado no Seminário *Local Clusters, Innovation Systems and Sustained Competitiveness*. Rio de Janeiro: IE-BNDES, Nota Técnica 5.
- CHANDLER, Jr., A. (1990). *Scale and Scope: the Dynamics of Industrial Capitalism*. Cambridge, Ma.: Harvard University Press, The Belknap Press.
- COHEN, W., LEVINTHAL, D. (1989). "Innovation and Learning: the Two Faces of R&D". In: *The Economic Journal*, 99, set.
- DOSI, G. (1988). "Sources, Procedures, and Microeconomic Effects of Innovation". *Journal of Economic Literature*, XXVI (3), setembro; seções IV e V.

- DOSI, G., FREEMAN, C., NELSON, R., SILVERBERG, G., SOETE, L. (1988) (eds.). *Technical Change and Economic Theory*. Londres: Pinter Publ.
- DOSI, G., FREEMAN, C., FABIANI, S. (1994). "The Process of Economic Development: Introducing Some Stylized Facts and Theories on Technologies, Firms and Institutions". *Industrial and Corporate Change*, 3(1).
- FAGERBERG, J. (1994). "Technology and International Differences in Growth Rates". *Journal of Economic Literature*, 32.
- _____ (2002). *Technology, Growth and Competitiveness. Selected Essays*. Cheltenham: E. Elgar.
- FOSS, N. (1997) (ed.). *Resources, Firms, and Strategies. A Reader in the Resource-Based Perspective*. N. York. Oxford: Oxford University Press.
- FRANSMAN, M. (1994). "Information, Knowledge, Vision and Theories of the Firm". *Industrial and Corporate Change*, 3(3).
- FREEMAN, C. (1992). "Formal Scientific and Technical Institutions in the National System of Innovation. In: LUNDVALL, B. (1992) (ed.). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter Publ.
- FREEMAN, C., PEREZ, C. (1988). "Structural Crises of Adjustment: Business Cycles and Investment Behaviour". In: DOSI, G., FREEMAN, C., NELSON, R., SILVERBERG, G., SOETE, L. (1988) (eds.), *op. cit.*
- FREEMAN, C., SOETE, L. (1997). *The Economics of Industrial Innovation*. Cambridge, Mass.: MIT Press, 3^a ed.
- GROSSMAN, G., HELPMAN, E. (1994). "Endogenous Innovation in the Theory of Growth". *Journal of Economic Perspectives*, 8(1).
- HASENCLEVER, L. CASSIOLATO, J. (1998). "Capacitação Tecnológica Empresarial Brasileira e Transferência de Tecnologia Internacional na Década de 90". Rio de Janeiro: IE/UFRJ, *mimeo*.
- KATZ, J. (1984). "Domestic Technological Innovation and Dynamic Comparative Advantage". *Journal of Development Economics*, 16.
- _____ (1987) (ed.). *Technology Generation in Latin American Manufacturing Industries*. Londres: Macmillan.
- LALL, S. (1985). *Multinationals, Technology and Exports*. Londres: Macmillan.
- LAZONICK, W. (1990). *Competitive Advantage on the Shop Floor*. Cambridge, Ma.: Harvard University Press.
- _____ (1993). "Industry Clusters versus Global Webs: Organization Capabilities in the American Economy". *Industrial and Corporate Change*, 2(1).
- LEVIN, R., KLEVORICK, A., NELSON, R., WINTER, S. (1987). "Appropriating the Returns from Industrial Research and Development". *Brookings Papers on Economic Activity*, 3.
- LUCAS, Jr., R. (1988). "On the Mechanics of Economic Development". *Journal of Monetary Economics*, 22.
- LUNDVALL, B. (1988). "Innovation as an Interactive Process: from User-producer Interaction to the National System of Innovation". In: DOSI, G., FREEMAN, C., NELSON, R.,

- SILVERBERG, G., SOETE, L. (1988) (eds.). *Technical Change and Economic Theory*. Londres: Pinter Publ.
- LUNDVALL, B. (1992) (ed.). *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter Publ.
- _____ (1992). "User-producer Relationships, National Systems of Innovation and Internationalisation". In: LUNDVALL, B. (1992) (ed.), *op. cit.*
- METCALFE, S. (1995). "The Economic Foundations of Technological Policy: Equilibrium and Evolutionary Perspectives". In: STONEMAN, P. (1995) (ed.). *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*. Oxford: Blackwell.
- MOWERY, D., ROSENBERG, N. (1989). *Technology and the Pursuit of Economic Growth*. Cambridge: Cambridge University Press.
- NELSON, R. (1959). "The Simple Economics of Basic Scientific Research". *Journal of Political Economy*, 67.
- _____ (1993) (ed.). *National Innovation Systems: a Comparative Analysis*. N. York, Oxford: Oxford University Press.
- _____. (1994). "The Co-evolution of Technology, Industrial Structure and Supporting Institutions". *Industrial and Corporate Change*, 3(1).
- NELSON, R., ROSENBERG, N. (1993). "Technical Innovation and National System". In: NELSON, R. (1993) (ed.), *op. cit.*
- NELSON, R., WINTER, S. (1982). *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge (Mass.): Harvard University Press.
- PATEL, P., PAVITT, K. (1994). "Uneven (and Divergent) Technological Accumulation among Advanced Countries: Evidence and a Framework of Explanation". *Industrial and Corporate Change*, 3(3).
- PAVITT, K. (1984). "Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory". *Research Policy*, 13.
- PENROSE, E. (1959). *The Theory of the Growth of the Firm*. Oxford: Oxford University Press.
- PEREZ, C., SOETE, L. (1988). "Catching up in Technology: Entry Barriers and Windows of Opportunity". In: DOSI, G., FREEMAN, C., NELSON, R., SILVERBERG, G., SOETE, L. (1988) (eds.), *op. cit.*
- PORTER, M. (1990). *The Competitive Advantage of Nations*. Londres: Macmillan.
- POSSAS, M. (2002). "Eficiência Seletiva: uma Perspectiva Neo-Schumpeteriana Evolucionária sobre Questões Econômicas Normativas". In: *Proceedings do Seminário "Frontiers and Trends of Development: Innovation Research and Policy"*, IE/UFRJ e CRIC/Univ. of Manchester, Rio de Janeiro, 25-26.09.2002.
- PRAHALAD, C., HAMEL, G. (1990). "The Core Competence of the Corporation". In: *Harvard Business Review*, 68, mai.-jun.
- ROMER, P. (1986). "Increasing Returns and Long-run Growth". *Journal of Political Economy*, 94(5).
- _____ (1994). "The Origins of Endogenous Growth". *Journal of Economic Perspectives*, 8(1).

- ROSENBERG, N. (1982). "How Exogenous is Science?". *In: Inside the Black Box: Technology and Economics*. Cambridge: Cambridge University Press.
- _____ (1994). "Critical Issues in Science Policy Research". *In: Exploring the Black Box; Technology, Economics, and History*. Cambridge: Cambridge University Press.
- SANTOS, F., CROCCO, M., LEMOS, M. (2002). "Arranjos e Sistemas Produtivos Locais em 'Espaços Industriais' Periféricos". *Revista de Economia Contemporânea*, 6(2).
- SCHOTT, T. (1995). "Performance, Specialization and International Integration of Science in Brazil: Changes and Comparisons with other Latin American Countries and Israel". *In: SCHWARTZMAN, S. (1995) (ed.). Science and Technology in Brazil: a New Policy for a Global World*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas.
- SCHWARTZMAN, S., *et alii.* (1995) "Ciência e Tecnologia no Brasil: a Política Industrial, Mercado de Trabalho e Instituições de Apoio". *In: SCHWARTZMAN, S. (1995) (ed.), op. cit.*
- SCHWARTZMAN, S. (ed.). *Science and Technology in Brazil: a New Policy for a Global World*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas.
- SILVERBERG, G., SOETE, L. (1994) (eds.) *The Economics of Growth and Technical Change: Technologies, Nations, Agents*. Londres: E. Elgar Publ.
- SILVERBERG, G., VERSPAGEN, B. (1994). "Collective Learning, Innovation and Growth in a Boundedly Rational, Evolutionary World". *Journal of Evolutionary Economics*, 4.
- _____ (1995). "An Evolutionary Model of Long Term Cyclical Variations of Catching up and Falling Behind". *Journal of Evolutionary Economics*, 5.
- SUZIGAN, W., FURTADO, J., GARCIA, R., SAMPAIO, S. (2001). "Aglomerações Industriais no Estado de São Paulo". *Economia Aplicada*, 5(4).
- TEECE, D. (1986). "Profiting from Technological Innovation". *Research Policy*, 15.
- _____ (1988). "Technological Change and the Nature of the Firm". *In: DOSI, G., FREEMAN, C., NELSON, R., SILVERBERG, G., SOETE, L. (1988) (eds.), op. cit.*
- TEECE, D., PISANO, G. (1994). "The Dynamic Capabilities of Firms: an Introduction". *Industrial and Corporate Change*, 3(3).
- TIGRE, P., CASSIOLATO, J., SZAPIRO, M., FERRAZ, J. (2000). "Mudanças Institucionais e Tecnologia: Impactos da Liberalização sobre o Sistema Nacional de Inovações". *In: Baumann, R. (ed.). Brasil: uma Década em Transição*. Rio de Janeiro: CEPAL/Campus.