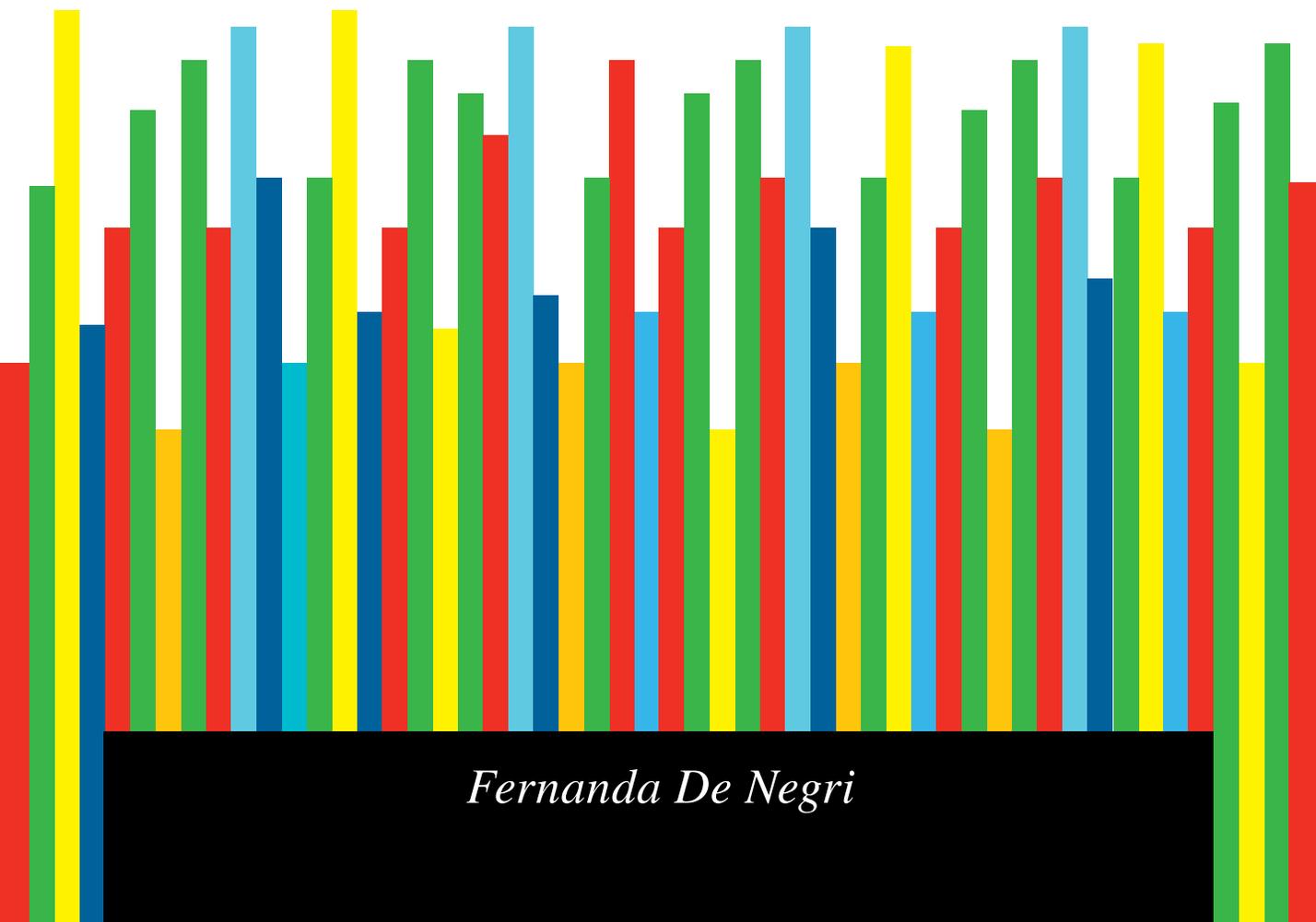


# **ELEMENTOS PARA A ANÁLISE DA BAIXA INOVATIVIDADE BRASILEIRA E O PAPEL DAS POLÍTICAS PÚBLICAS**



*Fernanda De Negri*

## RESUMO

Este ensaio procura levantar algumas hipóteses estruturais para o baixo desempenho inovativo da economia brasileira. Na primeira seção, mostramos alguns indicadores recentes sobre o desempenho inovativo do país argumentando que, apesar dos avanços em relação aos padrões históricos brasileiros, nossa posição em relação ao resto do mundo não tem se alterado. A partir de uma breve revisão da literatura teórica sobre os determinantes da inovação, procuramos mapear quais os principais gargalos no caso brasileiro. Argumentamos que um dos principais gargalos ao processo de inovação da economia brasileira é uma estrutura produtiva em que é muito raro se aliar intensidade tecnológica e escala de produção em empresas de capital nacional. Por fim, a última seção aponta algumas das dificuldades das políticas industriais e tecnológicas, no período recente, para fazer frente a esses gargalos.

**Palavras-chave:** determinantes da inovação, estrutura produtiva, escala de produção.

## ABSTRACT

*This essay aims at raising some hypotheses on the low innovation output of the Brazilian economy. In the first part we show some recent indicators of the innovation-related performance of the country, and advocate that despite the advances when compared to Brazilian historical patterns, our technological gap in relation to the rest of the world has remained the same. Upon briefly reviewing the theoretical literature on innovation determinants, we sought to map the main constraints as regards the Brazilian case. We advocate that one of the main bottlenecks to the innovation process of the Brazilian economy is a productive scale where technological intensity and production scale in local companies seldom go hand in hand. Finally, the last part points out some of the difficulties encountered when trying to devise industrial and technological policies in recent years to cope with those bottlenecks..*

**Keywords:** *innovation determinants, productive structure, production scale.*

## O DESEMPENHO RECENTE

O período 2003-08 – até a emergência da crise econômica mundial e seus impactos na economia brasileira – foi marcado por elevadas taxas de crescimento do produto e do emprego. De maneira similar, o desempenho inovador do país também melhorou em relação aos seus padrões históricos.

As pesquisas de inovação tecnológica do IBGE têm mostrado um paulatino crescimento das taxas de inovação na indústria brasileira, com alguma aceleração entre 2005 e 2008. Essa taxa passou de 31,5% na Pintec de 2000 para 33,4% em 2005 e, posteriormente, para 38,1% em 2008. O mesmo movimento aconteceu com os investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) em relação ao PIB, que passaram de 0,97% do PIB em 2005 para 1,11% do PIB em 2008 (último dado disponível para P&D empresa-

rial). Estimativas do MCTI para esse indicador são de que ele teria chegado a 1,16% em 2010. No que diz respeito ao investimento empresarial em P&D, passamos de 0,49% para 0,54% do PIB nesses três anos.

Entretanto, e esse é o ponto fundamental, é preciso lembrar que o período 2005-08 foi extremamente positivo em termos de taxas de crescimento não apenas no Brasil, mas no mundo todo. Como os gastos em P&D são pró-cíclicos, nesse período também cresceram significativamente os investimentos em P&D nos principais países do mundo. A consequência para o Brasil é que, embora tenhamos ampliado significativamente nossos esforços tecnológicos (medidos como percentual do PIB aplicado em P&D), isso não foi suficiente para reduzir a distância que nos separa do mundo desenvolvido.

A Tabela 1 mostra como variaram, nesse período, os investimentos empresariais em P&D como proporção do PIB. Por essa tabela podemos notar que o crescimento de 0,05 ponto percentual (ou 10%) no indicador P&D empresarial/PIB, no caso brasilei-

**FERNANDA DE NEGRI** é doutora em Economia pela Unicamp, pesquisadora do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea) e diretora da Assessoria de Acompanhamento e Avaliação do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

TABELA 1

### INVESTIMENTOS EMPRESARIAIS EM P&D COMO PROPORÇÃO DO PIB EM PAÍSES SELECIONADOS: 2005 E 2008 (%)

País	2005	2008	Variação (%)	Variação pp
Espanha	0,60	0,74	23	0,14
China	0,90	1,08	20	0,18
Dinamarca	1,68	1,91	14	0,23
Finlândia	2,46	2,77	13	0,31
Estados Unidos	1,79	2,00	12	0,21
<b>Brasil</b>	<b>0,49</b>	<b>0,54</b>	<b>10</b>	<b>0,05</b>
Itália	0,55	0,60	9	0,05
OCDE	1,50	1,63	9	0,13
Alemanha	1,72	1,84	7	0,12
União Europeia (15 países)	1,20	1,28	7	0,08
Noruega	0,82	0,87	6	0,05
França	1,30	1,27	-2	-0,03

Fonte: Community Innovation Survey (CIS) e OCDE. Dados disponíveis em: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/>

Elaboração: Cavalcante & De Negri, 2010

ro, está muito abaixo do crescimento verificado na China, por exemplo, ou nos demais países desenvolvidos. A Espanha, país que tradicionalmente tem níveis de inovação e de investimentos em P&D similares aos do Brasil, ampliou em 23% o indicador P&D empresarial/PIB. Mesmo os EUA, que já são um dos países que mais investem em P&D, apresentaram um crescimento muito superior ao brasileiro. Ou seja, o crescimento brasileiro apenas superou em pequena escala o de alguns países europeus. Não é difícil verificar que, se mantivermos essa taxa de crescimento do P&D/PIB – extremamente positiva, ressalte-se novamente, para os nossos padrões históricos –, levaríamos mais de vinte anos para alcançar o nível de esforço tecnológico atual da economia europeia, por exemplo. Isso nos leva a concluir que a velocidade com a qual temos ampliado nossos investimentos em P&D está muito aquém do mínimo necessário para superarmos nosso atraso tecnológico.

Esse cenário, provavelmente, se agravou após a crise de 2008, por vários motivos. Em 2009, como consequência da crise internacional, o PIB brasileiro caiu 0,33%. À recuperação ensaiada em 2010 se seguiu um crescimento de apenas 2,7% em 2011. O já citado caráter pró-cíclico do investimento em pesquisa sugere que os investimentos em P&D podem ter caído ainda mais do que a redução do PIB nesses anos.

Além disso, está em curso uma mudança estrutural importantíssima na economia brasileira, traduzida na ampliação da participação de setores tradicionais na estrutura produtiva. Tem havido, no período recente, um movimento muito forte de primarização da pauta de exportações brasileira. Segundo o Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), a participação dos produtos não industriais na pauta de exportações cresceu cerca de 20%, no início desta década, para mais de 40% em 2011.

Esse cenário está gerando efeitos de longo prazo sobre a economia do país. Em primeiro lugar, porque, numa economia mais aberta, o mercado internacional é cada vez

mais relevante para as estratégias das empresas. O bom desempenho das *commodities* no mercado internacional faz com que setores relacionados a elas se deparem com um crescimento da demanda e com uma rentabilidade superior à dos demais, e isso tem impactos diretos sobre as decisões de investimento na economia. Com efeito, o aumento de rentabilidade das exportações de *commodities* faz com que os setores relacionados a elas tenham mais incentivos a investir que o restante da indústria. Não por acaso, parte significativa dos investimentos projetados para a economia brasileira no próximo período, bem como dos investimentos realizados no período recente, é feita em setores como mineração, petróleo, alimentos e metalurgia básica<sup>1</sup>. No longo prazo, isso tende a levar a uma maior participação desses setores na estrutura produtiva brasileira, fato que já vem ocorrendo, embora em intensidade menor do que o observado na pauta de exportações. Essa mudança estrutural, dada a menor intensidade tecnológica dos setores tradicionais, terá efeitos perversos sobre a capacidade endógena de inovação da economia brasileira.

De fato, já existem fortes evidências empíricas de uma redução da inovação na economia brasileira no período recente. A pesquisa “Sondagem da Inovação”, realizada pela ABDI com as grandes empresas brasileiras (aquelas com mais de quinhentos funcionários), tem mostrado uma queda consistente nos indicadores de inovação. A taxa de inovação entre essas empresas caiu de 67,7% no terceiro trimestre de 2010 para apenas 54,2% no terceiro trimestre de 2011, segundo a pesquisa<sup>2</sup>.

A questão recorrente é, portanto, por que o Brasil, mesmo em períodos positivos em termos de crescimento econômico, não consegue inovar e investir o necessário para reduzir a brecha tecnológica em relação aos países centrais. Quais são os principais fatores por trás da baixa inovatividade da economia brasileira, e até que ponto está ao alcance das políticas públicas contribuir para mudar esse cenário. Obviamente, a resposta (ou as respostas) a essas questões não está

1 Um bom indicador sobre isso pode ser obtido junto ao MDIC, em relatório sobre anúncios de investimento elaborado pela Rede Nacional de Informações sobre Investimento (Renai). Disponível em: [http://www.desenvolvimento.gov.br/sistemas\\_web/renai/public/arquivo/arq1299869587.pdf](http://www.desenvolvimento.gov.br/sistemas_web/renai/public/arquivo/arq1299869587.pdf).

2 Resultados disponíveis em: <http://www.abdi.com.br/Paginas/sondagem.aspx>.

neste texto. O que este ensaio procura fazer é, tão somente, levantar algumas hipóteses mais gerais sobre a baixa inovatividade da economia brasileira e trazer alguns elementos, a nosso ver cruciais, sobre o comportamento recente das políticas públicas para ciência, tecnologia e inovação.

## DETERMINANTES TEÓRICOS DA INOVAÇÃO<sup>3</sup>

Como definir inovação tecnológica? Quais são as formas ou mecanismos pelos quais as empresas introduzem inovações no mercado? Por que as empresas decidem investir ou não e o quanto investir em atividades inovativas? Quais são as principais fontes do progresso técnico na economia? Desde as contribuições originais de Schumpeter, a literatura econômica tem se preocupado cada vez mais com essas questões: com a forma pela qual as firmas inovam e com os fatores que condicionam as atividades inovativas das empresas e dos países.

Para começar a discutir essas questões, é preciso ter claro que o *locus* da inovação é, antes de mais nada, a empresa. A heterogeneidade empresarial – do ponto de vista de sua escala de produção, suas capacitações, estratégias, etc. – é um fator importante no desempenho do sistema de inovação de um país, assim como é afetado por ele. Nesse sentido, os mesmos estímulos macroeconômicos e/ou os mesmos ambientes institucionais podem levar a diferentes estratégias em termos de inovação e atividades tecnológicas.

O papel proeminente da firma nos processos inovativos já estava presente na visão de empresário empreendedor da primeira fase do trabalho de Schumpeter (1912), na qual o empresário inovador seria um agente capaz de visualizar as novas oportunidades tecnológicas e, a partir de um novo produto, romper o fluxo circular, desafiando as empresas estabelecidas e se apropriando das rendas extraordinárias derivadas da inovação.

Na segunda fase de Schumpeter (1942), a inovação passa a ser vista não como apenas

resultado do empreendedorismo do empresário inovador, mas sim dos esforços rotineiros de pesquisa e desenvolvimento das grandes corporações. Nesse ponto, as estruturas de mercado passam a ter influência significativa sobre a atividade inovativa, dadas as vantagens que teriam as grandes empresas na organização dessa atividade.

Nelson (1991) também argumenta que as firmas são diferentes e que essas diferenças importam, inclusive do ponto de vista da evolução das tecnologias. Ele mostra as diferenças entre as firmas americanas e japonesas e as considera uma das explicações para a perda de competitividade norte-americana em relação ao Japão. Para ele, as firmas são diferentes em relação às suas estratégias, estruturas e capacitações. A estratégia é definida por ele como o conjunto de compromissos que define e racionaliza os objetivos da firma, bem como as formas de perseguir esses objetivos. Por estrutura, o autor entende a forma como a firma é organizada e governada e como são tomadas as decisões. As capacitações das firmas, por sua vez, constituem tudo aquilo que a firma é capaz de fazer com eficiência e, em certa medida, podem ser alteradas pelas mudanças de sua estratégia e de sua forma de organização. Para o autor, para ser bem-sucedida em um mundo que requer que as firmas inovem e mudem, elas devem ter uma estratégia coerente que as habilite a decidir em que novos empreendimentos se engajar e de quais sair. Também precisam de uma estrutura que as guie e que dê suporte para a construção e a sustentação das capacidades necessárias para implementar sua estratégia eficientemente. Nesse sentido, é inevitável que as empresas assumam estratégias diferentes, fato este que contribuirá para moldar os diferentes ambientes nos quais as firmas atuam.

Essa visão do comportamento da firma é muito próxima à abordagem da firma baseada em recursos, que é focada nas especificidades desses agentes (Foss, 1997). Segundo essa visão, para uma firma manter suas vantagens competitivas ela necessita de um conjunto de capacitações, especialmente tecnológicas.

3 Seção baseada em: De Negri, 2007.

Outro autor que dá especial relevo ao papel da firma no desenvolvimento econômico é Teece (2005). Para ele, “as empresas constituem os motores do desenvolvimento econômico”, e suas vantagens competitivas são determinadas pelos seus processos comerciais, posições de mercado e trajetórias de expansão.

As empresas irão inovar a fim de defender suas posições já estabelecidas ou para adquirir vantagens competitivas derivadas do novo produto. Para Dosi (1988) os agentes irão alocar recursos em atividades inovativas se acreditarem que: a) existem oportunidades científicas e tecnológicas ainda não exploradas; b) existe um mercado para os novos produtos e processos; c) haverá benefícios econômicos advindos da inovação. Ainda segundo o autor, a procura e o desenvolvimento de novos produtos e processos serão resultado da interação de um conjunto de fatores. De um lado estão as capacitações e os estímulos gerados dentro da firma ou da indústria. De outro, os fatores externos à indústria, como o avanço do conhecimento científico, facilidades de comunicação, condições de mercado, oferta de pessoal qualificado, tendências macroeconômicas, entre outras.

Nesse sentido, as diferentes abordagens sobre os fatores determinantes da inovação em um setor ou país passam tanto por questões relativas às características intrínsecas das empresas quanto por questões relacionadas às especificidades setoriais e a outros fatores institucionais e macroeconômicos.

Ao fazer uma revisão da literatura sobre as diferentes interpretações das fontes de progresso técnico, Ruttan (1997) ressalta as que, na sua opinião, são as três mais importantes: a) mudança tecnológica induzida; b) teoria evolucionária; c) *path dependence*.

A abordagem da *mudança tecnológica induzida (induced technical change)* está associada com a tradição da inovação puxada pela demanda, que ressalta a importância do crescimento da demanda na determinação do progresso técnico. Ou seja, a criação – e a introdução nos mercados – de novos produtos e processos seria resultante, preponderantemente, de modificações nos padrões de con-

sumo e do surgimento/ampliação da demanda por produtos inovadores. Ruttan também associa à abordagem da mudança induzida os autores que defendem a importância das modificações nos preços dos fatores como um dos elementos determinantes do progresso técnico. Para eles, a modificação dos preços de um determinado fator de produção seria o estímulo para que os produtores buscassem substituí-lo por outro, mais barato. Nesse sentido, o barateamento dos bens de capital *vis-à-vis* os custos da mão de obra induziria a adoção de novas técnicas de produção, mais intensivas em capital.

As abordagens da inovação puxada pela demanda (*demand-pull*) tiveram importância nos anos 60 e 70, e sua base teórica pode ser encontrada no trabalho de Schmookler (1966). Esse autor procurou demonstrar que os picos e vales da atividade inovativa estavam temporalmente defasados em relação aos movimentos dos investimentos em capital físico. Para ele, essa regularidade significava que o principal estímulo à inovação era decorrente da mudança nos padrões de demanda (Freeman, 1994). Essa visão era uma contrapartida à ideia de que o principal estímulo ao progresso técnico e à inovação era derivado dos avanços da ciência (*technology-push*). Para Freeman, esse debate já foi, em grande medida, superado. Para ele, a inovação não pode ser vista como um processo linear comandado nem pela demanda nem pela evolução científica, mas como um processo derivado da interação entre potenciais usuários, por um lado, e os desenvolvimentos científicos e tecnológicos, por outro.

A principal limitação dos modelos de inovação induzida, para Ruttan, consiste no fato de não olharem para dentro da “caixa-preta” do funcionamento da firma. Esta é, precisamente, uma das maiores contribuições da *teoria evolucionista*, ou seja, analisar como funcionam os processos de geração de inovações dentro da firma e quais os estímulos que favoreceriam ou dificultariam esse processo. Segundo Ruttan, “os dois mecanismos fundamentais dos chamados modelos NW (Nelson-Winter) são a procura por

técnicas melhores e a seleção das inovações bem-sucedidas pelo mercado”.

A abordagem de que a mudança técnica é *dependente da trajetória* (*path dependent*) ressalta a importância dos eventos passados na determinação do processo de busca e das futuras escolhas tecnológicas. Após apresentar as três principais abordagens dos fatores determinantes do progresso técnico, Ruttan (1997) argumenta que é necessário integrar os três modelos em busca de uma teoria mais geral do processo inovativo<sup>4</sup>.

Independentemente de a busca de uma teoria mais geral do processo inovativo ainda não ser algo consolidado na literatura econômica, existem alguns fatores teóricos relevantes para explicar o processo inovativo. Alguns desses fatores, gerais ou setor-específicos, tais como oportunidades tecnológicas, apropriabilidade, estruturas de mercado, escala, recursos humanos qualificados entre outros, serão abordados mais detalhadamente nos próximos parágrafos.

## Especificidades setoriais e oportunidades tecnológicas

A constatação de que os processos inovativos teriam algumas características distintas, em diferentes indústrias, levou Pavitt (1984) a elaborar uma classificação setorial que levasse em conta essas especificidades<sup>5</sup>. Como visto anteriormente, os setores foram classificados, por ele, em: a) dominados por fornecedores; b) intensivos em escala; c) intensivos em ciência. Segundo o autor, cada uma dessas categorias possuía um padrão diferenciado de relação com as fontes de conhecimento e de investimentos em atividades internas de P&D. Os setores que seriam os mais intensivos em P&D são justamente aqueles mais relacionados com a evolução do progresso científico – os intensivos em ciência. Entre eles estariam o setor de fármacos, os equipamentos eletrônicos e de comunicações, a indústria aeroespacial, entre outros. No outro extremo, nos setores dominados por fornecedores, as inovações seriam derivadas, primordialmente, do progresso técnico in-

corporado em máquinas e equipamentos e realizado pelos fornecedores dos bens de capital. O setor têxtil é um dos exemplos mais tradicionais desse tipo de setor.

Dosi (1988), por sua vez, adota o conceito de paradigmas tecnológicos – similar ao conceito de paradigmas científicos de Khün (1991) – para explicar os diferentes padrões de inovação entre as indústrias. Para ele, “um paradigma tecnológico pode ser definido como um padrão de soluções de problemas tecnoeconômicos fortemente baseado em princípios derivados das ciências, juntamente com regras específicas destinadas a adquirir novos conhecimentos e resguardá-los [...] contra a rápida difusão para os competidores”. Um paradigma tecnológico, uma vez estabelecido, determina a trajetória tecnológica ou o caminho a ser seguido pelo progresso tecnológico. As diferenças intersetoriais, nessa visão, decorreriam das diferenças nas trajetórias tecnológicas específicas de cada setor ou ramo de atividade.

Para o autor, cada paradigma tecnológico envolve uma ponderação entre determinantes exógenos da inovação e determinantes que são endógenos ao processo de competição e acumulação tecnológica das firmas e indústrias. Da mesma forma, cada paradigma caracteriza-se por diferentes oportunidades tecnológicas, modos de apropriabilidade e cumulatividade.

As oportunidades tecnológicas, para Dosi, estão fortemente relacionadas à base de conhecimento disponível – ou seja, ao conjunto de alternativas e possibilidades abertas para o avanço tecnológico. A literatura empírica é muito pouco clara na utilização e na mensuração desse conceito, mas pode-se dizer que ele está relacionado tanto com a velocidade da evolução científica em determinados campos da ciência, quanto com o conjunto de fontes de informações disponíveis para as firmas inovadoras. Klevorick et al. (1995) argumentam que existem três fontes principais de oportunidades tecnológicas em uma indústria: 1) o avanço no conhecimento científico; 2) os avanços tecnológicos em outros setores; 3) os avanços tecnológicos

4 Dosi (1997), em resposta ao artigo de Ruttan, argumenta que, na sua opinião, tanto os aspectos ressaltados pela abordagem da mudança tecnológica induzida quanto as abordagens *path dependents* podem ser perfeitamente acomodados na perspectiva evolucionista.

5 Muito embora essa classificação tenha o mérito de prover uma análise mais sistemática dos padrões intersetoriais de inovação, Freeman (1994) faz uma ressalva importante sobre os riscos da utilização de classificações desse tipo. Para ele, os economistas devem estar atentos ao risco de se congelar uma classificação ou uma teoria, que pode se tornar defasada rapidamente pelas incessantes mudanças tecnológicas.

passados, na própria indústria, que trariam novas oportunidades tecnológicas no futuro.

## Apropriabilidade

A apropriabilidade, por outro lado, diz respeito aos mecanismos legais, como patentes, ou informais, como segredo industrial ou custos da imitação, de proteção da inovação contra eventuais imitadores. Arrow (1962) observou que o incentivo das firmas em investir em P&D é atenuado quando o conhecimento gerado pelo investimento é involuntariamente transmitido aos competidores por meio de transbordamentos (Levin, 1988). Note-se que a apropriabilidade está, teoricamente, inversamente relacionada ao potencial de geração de externalidades do investimento em tecnologia. Quanto maiores são as externalidades derivadas desse investimento e, portanto, quanto maior a probabilidade de transbordamentos, mais fracas são as condições de apropriabilidade dos resultados do investimento em tecnologia por parte da firma inovadora.

A relação negativa entre apropriabilidade e investimentos em P&D em um dado setor é, entretanto, questionada por Levin (1988). O autor não encontrou evidências empíricas que comprovassem essa hipótese. Pelo contrário, ele argumenta que a maior geração de externalidades possibilita inclusive, por meio do processo de difusão, avanços tecnológicos mais rápidos em termos setoriais e, em termos das firmas individuais, talvez um incentivo – e não um constrangimento – aos gastos privados em P&D. Como vários dos aspectos relacionados aos determinantes das atividades inovativas, a relação entre apropriabilidade e gastos em P&D ainda é uma questão, em grande medida, em aberto.

## Cumulatividade

De acordo com Breschi, Malerba e Orsenigo (2000) a cumulatividade diz respeito ao fato de que o conhecimento e as atividades inovativas de hoje constituem a base para as inovações de amanhã. Nos termos de Dosi (1988), uma vez estabelecido um paradigma

tecnológico, a evolução da tecnologia é, de certa forma, conduzida dentro de uma trajetória predefinida pelas inovações realizadas anteriormente. A implicação microeconômica, amplamente reconhecida na literatura, desse conceito é que as empresas que hoje são inovadoras também são as mais propensas a serem inovadoras no futuro. Segundo Dosi (1988), dado o caráter tácito da tecnologia e o fato de que ela é, em grande medida, um conhecimento específico à firma, “[...] o processo de busca tecnológica em cada firma é um processo cumulativo também. O que a firma pode fazer no futuro, em termos tecnológicos, é fortemente restringido pelo que ela foi capaz de realizar no passado”<sup>6</sup>. De fato, evidências empíricas, ao nível da firma, que dão suporte a essa constatação estão relacionadas com o fato de que os gastos em P&D realizados pela firma no passado constituem um bom estimador para os dispêndios em P&D atuais. Uma outra explicação para essa persistência pode estar relacionada com a existência de custos irrecuperáveis. Em muitos casos, o investimento em pesquisa envolve a constituição de um departamento de P&D, contratação de pessoal especializado e compra de equipamentos, fazendo com que a decisão de investimento em P&D seja uma decisão de longo prazo e não uma atividade transitória da firma.

## Estrutura de mercado e tamanho da empresa

Um outro aspecto teoricamente importante, embora controverso, para explicar as diferenças intersetoriais nas atividades inovativas deriva, diretamente, da suposta relação positiva entre poder de mercado em inovação. É a ideia de que indústrias mais concentradas seriam, também, mais intensivas em P&D e que o monopólio seria o preço a ser pago por níveis mais altos de atividade inovativa. Esse debate tem origem na percepção de Schumpeter (1942) de que a inovação nas grandes firmas – organizada em departamentos especializados de P&D – estava tendo um papel cada vez maior no progresso tecnológico dos países (Freeman,

6 Tradução livre da autora.

1994). Isso o levou a ver as grandes firmas oligopolistas como agentes importantes no processo de mudança tecnológica.

As grandes firmas teriam algumas vantagens no processo de inovação derivadas, em parte, do elevado custo fixo das atividades inovativas, além do risco associado aos projetos de inovação. Uma grande empresa poderia ter vários projetos simultaneamente, aumentando a probabilidade de sucesso em algum deles e reduzindo o risco global de empreender tais atividades. Outros argumentos utilizados para justificar a vantagem das grandes empresas são as imperfeições no mercado de capitais e as economias de escala nas atividades de P&D (Cohen et al., 1987).

Arrow (1962), por sua vez, defende a hipótese de que a estrutura de mercado que mais favorece a atividade inovativa é a concorrência. Ele faz isso com base na análise dos custos e benefícios associados ao processo inovativo para diferentes tipos de firmas. Por esse modelo, na decisão de inovação, a firma contrapõe o custo necessário para inovar (investimento em P&D) com os ganhos decorrentes da inovação, estes últimos estariam relacionados com a redução do custo marginal da empresa e com o consequente lucro econômico que ela obteria nesse processo<sup>7</sup>. Segundo o autor, o ganho da inovação para firmas em concorrência é maior do que para firmas monopolistas. Intuitivamente, isso resulta do fato de que a empresa monopolista, ao inovar, estaria substituindo ela mesma (ou o seu próprio produto) no mercado (efeito substituição), enquanto uma firma entrante ou em concorrência estaria deslocando os seus concorrentes do mercado.

Gilbert e Newberry (1982) adicionam elementos importantes a essa análise argumentando que, no caso de mercados contestáveis, o ganho do monopolista – caso inovasse primeiro – ainda seria maior do que o ganho da empresa entrante no mercado – caso esta fosse a primeira a inovar. Nesse caso, o incentivo a inovar seria maior para o monopolista e, conseqüentemente, maiores seriam os recursos que ele estaria disposto a investir em atividades inovativas. O mo-

nopolista, assim, garantiria a persistência do seu monopólio. A intuição por trás desse resultado é que o ganho do entrante (e, conseqüentemente, seus incentivos para inovar) seria de apenas uma parcela do mercado do monopolista, enquanto o monopolista, além dos ganhos de eficiência derivados da redução no seu custo marginal, deixaria de perder uma parcela do seu mercado para o entrante.

Por fim, alguns desenvolvimentos recentes acrescentam complexidade a essa análise. Nos modelos denominados de corrida pelas patentes ou *patent races* (Tirole, 1988), o resultado sobre qual a estrutura de mercado que proporciona maiores incentivos à inovação depende de uma série de fatores. Esses fatores são, além da contestabilidade do mercado, assimetria de informações e a diversificação do portfólio de projetos de pesquisa.

A relação entre inovação e estrutura de mercado é, entretanto, uma relação de mão dupla. Não se pode esquecer que uma das principais motivações para que as firmas inovem está relacionada com a obtenção de rendas extraordinárias e de vantagens competitivas derivadas da inovação. Nesse sentido, espera-se que inovações bem-sucedidas rendam à firma inovadora um incremento no seu poder de mercado *ex-post*.

As evidências empíricas sobre a relação entre tamanho, concentração e esforço inovativo são muito variadas (Cohen et al., 1987; Acs & Audretsch, 1987; Bound et al., 1982, entre outros). Vários estudos observam uma relação positiva entre tamanho da firma e intensidade de gastos em P&D. Em alguns essa relação é mais do que proporcional mas, na sua maioria, os estudos mostram que os gastos em P&D aumentam menos do que proporcionalmente ao tamanho da firma (Bound et al., 1982). Segundo Freeman (1994) as firmas grandes ainda respondem pela maior parte das inovações na indústria, e a contribuição das firmas menores tende a ser concentrada em alguns setores. Já Cohen et al. (1987) encontram evidências de que o tamanho da firma não afeta significativamente a intensidade do esforço inovativo entre as empresas que investem em P&D, mas, por outro lado, tem

7 De modo geral, o tipo de inovação analisada por essa literatura é a inovação de processo, cujo principal impacto é a redução do custo de produção. No caso de inovações de produto, a literatura é muito mais vaga no que diz respeito à relação entre estruturas de mercado e incentivos para inovar.

influência significativa sobre a probabilidade de gastar em P&D. Alguns estudos (como o de Bound et al., 1982) também mostram uma relação não linear entre P&D e tamanho da firma. Esses autores mostram (assim como Scherer, 1965) que os dispêndios em P&D são maiores nas firmas pequenas e nas muito grandes, ou seja, a relação entre P&D e tamanho da firma tem a forma de U.

Esses são os padrões mais gerais já encontrados na literatura para explicar as relações entre tamanho e tecnologia. Entretanto, ao fazer uma análise conjunta entre tamanho da firma e estruturas de mercado, Acs e Audretsch (1987) mostram que as empresas maiores possuem vantagens em setores intensivos em capital, mais concentradas e produtoras de produtos diferenciados. Por outro lado, as empresas menores teriam vantagens em setores mais inovadores e com maior proporção de mão de obra qualificada, características que podem estar relacionadas ao ciclo inicial de vida do produto.

## **Recursos humanos qualificados**

Entre os recursos dos quais a firma dispõe para realizar atividades inovativas, os recursos humanos e sua organização dentro da firma são de grande importância. A ideia de que a existência de mão de obra qualificada é um dos fatores relevantes para a mudança tecnológica permeia a literatura tanto sobre os microdeterminantes da inovação quanto sobre o crescimento econômico – particularmente nos modelos de crescimento endógeno, nos quais a variável “capital humano” assume papel fundamental.

Em termos microeconômicos, Penrose (1995), por exemplo, conceituou a empresa moderna como uma organização que administra um conjunto de recursos físicos e humanos. Assim, as pessoas contribuem, não apenas como indivíduos, mas como membros de equipes engajadas em aprender como fazer o melhor uso dos recursos produtivos da empresa – inclusive eles próprios (Lazonick, 2005). Nesse sentido, a disponibilidade de

pessoal qualificado é vista como uma das “condições sociais da empresa inovadora”, segundo Lazonick (2005).

As razões para que a qualificação da mão de obra seja importante para o desempenho inovativo da firma e para sua capacidade de absorção são várias. Entre elas pode-se citar o caráter tácito do conhecimento e o fato de que a tecnologia, em grande medida, é um conhecimento específico à firma. Ou seja, geralmente, a incorporação de tecnologia desenvolvida externamente requer a adaptação e a modificação dessa tecnologia para finalidades específicas dentro da firma. Essas mesmas características também contribuem para que o progresso técnico seja um processo altamente cumulativo.

## **Financiamento da atividade inovativa**

As fontes de financiamento às atividades tecnológicas também podem ser fatores importantes para a decisão de investir em P&D por parte da firma. As empresas podem financiar suas atividades de P&D por meio de recursos próprios, fontes públicas de financiamento ou, ainda, recorrer a créditos de instituições privadas. A relação entre fluxos de caixa (recursos próprios) e investimentos em P&D foi avaliada, empiricamente, por Switzer (1984), por Hall (1992) e por Grabowski e Vernon (2000). Esses estudos encontraram relações positivas entre a disponibilidade interna de fundos, por parte das empresas, e seus investimentos em P&D. Segundo Hall (1992), essas evidências sustentam a hipótese de que os investimentos em P&D são substancialmente restringidos pelo fluxo de caixa das empresas. A hipótese teórica subjacente está relacionada ao problema do risco moral na transferência de informações sobre um projeto, inerentemente arriscado e incerto, da firma para os eventuais investidores. Para Hall (1992), parece plausível supor que o risco desses projetos e os custos e dificuldades de revelar essas informações façam com que a firma prefira o financiamento dessas atividades com recursos internos.

## ALGUNS ELEMENTOS PARA ANALISAR A BAIXA INOVATIVIDADE DA ECONOMIA BRASILEIRA

Alguns dos elementos teóricos citados na seção anterior podem ser utilizados para analisar o processo de inovação na economia brasileira e quais seriam, entre esses elementos, os principais gargalos à inovação no Brasil. A partir da análise desses elementos será possível, na próxima seção, tecer algumas considerações sobre a política científica e tecnológica e sua capacidade de superar esses gargalos.

Do ponto de vista das teorias da mudança tecnológica induzida pela demanda (*demand-pull*), pode-se argumentar que duas décadas de baixo crescimento econômico – anos 80 e 90 – não propiciaram à estrutura industrial brasileira os incentivos adequados à busca pela inovação. O baixo crescimento da renda e da demanda doméstica nesse período, aliado a padrões de consumo muito menos sofisticados do que aqueles observados nos países desenvolvidos, não gerava demanda por produtos com características inovadoras. Dessa forma, os incentivos à inovação pelas empresas industriais brasileiras, durante todo esse período, seriam muito reduzidos. O baixo crescimento econômico desse período também contribuiria para explicar o baixo nível de investimento, de modo geral, e não apenas o baixo investimento em inovação. Um padrão de consumo pouco sofisticado ainda é um argumento frequentemente utilizado, de forma mais pontual, para explicar a baixa inovatividade de alguns setores específicos na economia brasileira.

Entretanto, esse argumento perde poder explicativo nos anos 2000, quando a economia brasileira parece ingressar em uma rota de crescimento sustentado, especialmente a partir da incorporação, por meio das políticas sociais, de um grande número de pessoas ao mercado de consumo. De fato, entre 2000 e 2008, exceto pela crise energética de 2001, o país apresentou taxas de crescimento do produto bastante superiores às observadas

nas duas décadas anteriores. Da mesma forma, o padrão de consumo do brasileiro se diversificou e incorporou bens e serviços cada vez mais sofisticados tecnologicamente. Essa sofisticação dos padrões de consumo é patente quando observamos a produção de alguns setores industriais, como o de informática, produtos eletrônicos e de comunicações, cujo crescimento expressivo nos últimos anos foi puxado, principalmente, pelo aumento da demanda doméstica. Também é patente quando observamos a composição da pauta de importações brasileira e sua concentração em produtos de alta intensidade tecnológica.

Ainda assim, e apesar do crescimento absoluto nos esforços inovativos da economia brasileira, em relação ao resto do mundo nossos avanços foram nada ou pouco expressivos, como já mostramos na primeira seção deste texto. No caso brasileiro, o crescimento econômico não parece ter sido suficiente para ensejar uma dinâmica inovativa mais virtuosa na indústria brasileira.

Ao invés de olharmos a inovação como induzida pela demanda, ou de forma complementar a isso, podemos pensar nos elementos científicos e tecnológicos necessários para a inovação. Nesse caso, a inovação seria impulsionada pela oferta de novas tecnologias (*technology push*) e pelas oportunidades tecnológicas abertas pela evolução do conhecimento científico. Desse ponto de vista, poderíamos buscar, nas deficiências ou insuficiências da ciência brasileira, a explicação para as baixas taxas de inovação na indústria.

Esse também é um argumento que perde força no período recente. Efetivamente, entre 1996 e 2010, a participação brasileira na produção científica mundial cresceu entre 180% e 200% (dependendo da fonte de informação considerada), o que traduz um crescimento anual médio entre 7% e 8%. Entretanto, o crescimento das publicações não tem se refletido em um crescimento no número de patentes solicitadas por empresas e inventores brasileiros, tanto no escritório brasileiro quanto no escritório norte-americano de patentes (Gráfico 1). De fato, a posição brasileira no *ranking* mundial de publicações

é muito melhor do que a posição do país em termos de inovação, seja a inovação mensurada pelo número de patentes, pela taxa de inovação ou pelos investimentos em P&D.

Alguns autores argumentam, entretanto, que existe um limite mínimo necessário acima do qual a produção científica começa a dar origem a novas tecnologias e patentes. Segundo Bernardes e Albuquerque (2003), analisando a experiência de vários países em desenvolvimento, esse limite mínimo seria próximo a 150 publicações por milhão de habitantes. Atualmente (dados de 2010), o Brasil já alcançou a marca de 246 publicações indexadas por milhão de habitantes, o que sugere que já teríamos consolidado uma base científica suficientemente robusta para que começássemos a ampliar nossa produção tecnológica.

Uma outra consideração que pode ser feita no contexto *technology push* diz respeito à fraca interação entre universidades, ICTs e empresas, frequentemente citada como uma deficiência do sistema de inovação brasileiro e como causa da baixa inovação na economia. Não nos parece que essa baixa interação seja uma causa, mas sim a consequência do

baixo dinamismo inovativo da economia. Parece-nos que, onde existe capacidade científica e, principalmente, onde existem empresas desenvolvendo inovações, essa interação acontece por necessidade e como consequência do próprio processo inovativo na indústria. Um bom exemplo nesse sentido é o caso da Petrobras e de outras grandes empresas brasileiras, que possuem inúmeros projetos sendo realizados em parceria com vários grupos de pesquisa em todo o país.

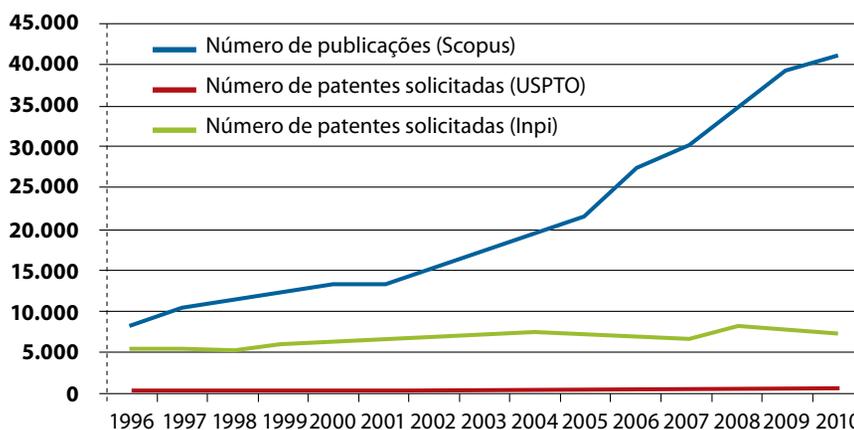
Entretanto, na linha da inovação impulsionada pelo progresso científico (*technology push*), existe um argumento que pode, sim, representar um gargalo importante à produção de tecnologia no país. Esse argumento está relacionado ao fato de que a base científica brasileira está, em termos temáticos, distante da mundial, ou, em outros termos, que essa base científica está concentrada em áreas mundialmente menos dinâmicas do ponto de vista tecnológico. Uma análise da especialização científica brasileira realizada por Chaves e Póvoa (2009)<sup>8</sup> mostra que o Brasil possui vantagens comparativas<sup>9</sup> na produção científica nas áreas de ciências

8 Trabalho realizado no âmbito do trabalho de avaliação do FNDCT, coordenado pelo Ipea e pelo Cedeplar (UFMG).

9 O índice de especialização tecnológica é muito similar ao indicador de vantagens comparativas reveladas. Um país possui vantagem comparativa em um campo se a participação das publicações naquele campo naquele país for maior que a participação das publicações mundiais naquele campo.

GRÁFICO 1

NÚMERO DE PUBLICAÇÕES EM PERIÓDICOS INDEXADOS E NÚMERO DE PATENTES SOLICITADAS POR BRASILEIROS JUNTO AO INPI E AO USPTO: 1996 A 2010



Fonte: Coordenação Geral de Indicadores – Assessoria de Acompanhamento e Avaliação (MCTI). Disponível em: [www.mct.gov.br/indicadores](http://www.mct.gov.br/indicadores)

Obs.: no caso do Inpi, contabilizou-se o número de patentes solicitadas por residentes no país

biológicas, da saúde e agrárias. Do ponto de vista mundial, Lemos et al. (2009) mostram que as áreas científicas mais citadas nas patentes mundiais são as engenharias, a física, a química inorgânica, as ciências dos materiais, entre outras. Ou seja, nosso padrão de especialização científico é bastante diferente daquele padrão que, mundialmente, corresponde ao padrão necessário para a geração de inovações tecnológicas. Vale observar que o padrão observado por Lemos et al. (2009), como parte da análise das patentes registradas no USPTO, está fortemente condicionado à produção tecnológica mundial, para a qual alguns setores, como o das telecomunicações, têm desempenhado um papel crucial.

Essa especialização científica brasileira não implica, entretanto, uma restrição crucial, afinal, muitos setores de atividade estão relacionados e dependem de uma produção científica forte nas áreas nas quais o Brasil possui vantagens. Pode-se citar, por exemplo, o setor de fármacos, para o qual as competências científicas brasileiras em biológicas e em saúde seriam fundamentais.

Em certa medida, a restrição relacionada à especialização científica brasileira tem relação com um outro fator importante, que é a disponibilidade de recursos humanos qualificados. Essa é uma questão que afeta a competitividade e a capacidade tecnológica do país no longo prazo e para a qual o país ainda tem inúmeros desafios. No caso brasileiro, além das questões mais gerais relacionadas à qualificação e à baixa qualidade do ensino em vários níveis, temos, adicionalmente, uma estrutura de ensino superior bastante concentrada nas ciências humanas e sociais. Esta não costumava ser uma restrição relevante para o crescimento do país até agora. No período recente, o crescimento continuado por vários anos começou a revelar, especialmente em alguns setores, que a disponibilidade de mão de obra qualificada pode ser um desafio importante. Entretanto, este não parece ser um fator que, por enquanto, esteja limitando de forma decisiva a capacidade de inovação da economia brasileira. Outros fatores são preponderantes.

Dadas essas considerações preliminares, a hipótese que este ensaio quer levantar é que, no caso brasileiro, os principais gargalos para a inovação no setor produtivo residem na interação de três fatores principais. Eles são a estrutura setorial concentrada em setores pouco dinâmicos tecnologicamente; a baixa escala de produção das empresas, especialmente em setores mais intensivos em conhecimento; e a elevada internacionalização da estrutura produtiva brasileira, que desloca o núcleo de geração de conhecimento para fora do país.

A ideia de que a estrutura setorial da indústria impõe limites ao desenvolvimento tecnológico já permeia a literatura sobre inovação nos países latino-americanos há algum tempo. É claro que esse fator não explica, isoladamente, todo o déficit de inovação da economia brasileira. Tampouco uma estrutura produtiva mais concentrada em setores de alta intensidade tecnológica é condição suficiente para a superação desse déficit, haja vista o caso mexicano que, embora tenha uma estrutura produtiva composta de setores intensivos em tecnologia, possui indicadores de inovação muito inferiores aos do Brasil (De Negri, 2007).

Entretanto, é claro que a estrutura industrial e a especialização produtiva de um país impõem limites ao desenvolvimento tecnológico e à intensidade de utilização de novas tecnologias pela indústria (Erber, 2001; Sheehan & WyckoQ, 2003; Maloney & Rodríguez-Clare, 2007). Basta considerarmos o fato de que parcela significativa da P&D mundial é realizada em dois setores principais, fármacos e tecnologias da informação e da comunicação, para compreendermos os limites impostos ao processo inovativo em um país onde nenhum desses setores tem participação relevante na estrutura produtiva.

De Negri e Ribeiro (2010) mostram, por exemplo, que o setor de tecnologia da informação e comunicação é responsável por 35% dos investimentos privados em P&D na economia norte-americana (0,31% do PIB) enquanto, no Brasil, o investimento em P&D desse setor corresponde a 0,1% do PIB.

O papel da chamada “mudança estrutural” no crescimento e no desenvolvimento tecnoló-

gico dos países também é ressaltado por Katz (2006). Segundo ele, “*una economía en crecimiento es aquella que se hace más compleja y sofisticada con la creación de nuevos sectores de actividad económica y el ingreso de empresas nuevas, que utilizan el conocimiento de manera más intensiva*”. Em outras palavras, o que os autores dessa tradição procuram demonstrar é que o processo de desenvolvimento econômico é um processo de transformação da estrutura produtiva, marcado pela emergência de novas atividades e novas empresas, mais intensivas em conhecimento.

O agravante é que a participação dos setores menos intensivos em tecnologia na estrutura produtiva brasileira vem aumentando no período recente, por força da valorização mundial nos preços de *commodities* aliada com o baixo crescimento dos países centrais. Fatalmente, a modificação na composição setorial da indústria terá (já está tendo, como demonstramos na primeira seção) reflexos sobre a capacidade inovativa do país no longo prazo. Nesse cenário, o espaço de atuação das políticas de inovação e, principalmente, os seus efeitos ficam reduzidos.

Aliado a uma estrutura produtiva em setores de baixa intensidade tecnológica, somamos a questão da escala de produção das empresas brasileiras. A despeito das controvérsias teóricas sobre o efeito de diferentes estruturas de mercado na inovação, a síntese que se pode extrair daquele debate é que, em diversas ocasiões, mas não sempre, o poder de mercado é sim um fator que impulsiona o desenvolvimento tecnológico. Além disso, e esta é uma questão bem menos controversa teoricamente, também é fato que empresas menores têm mais dificuldades em assumir o elevado custo fixo e o alto risco de projetos de inovação. Em empresas maiores, esse risco pode ser diversificado por meio de uma carteira variada de projetos.

No caso brasileiro, de modo geral, empresas maiores estão concentradas nos setores tradicionais, a exemplo dos setores de mineração, siderurgia, petróleo, construção, alimentos. Nesses setores estão as empresas brasileiras mais competitivas internacional-

mente e com maiores competências empresariais. Em setores mais intensivos em tecnologia, por outro lado, as empresas brasileiras não possuem escala de produção compatível com o que se observa em termos mundiais. Ou seja, de modo geral, temos um padrão produtivo caracterizado por baixa escala de produção onde há elevada intensidade tecnológica, e alta escala de produção onde há baixa intensidade tecnológica.

Talvez o único setor que escape a esse padrão seja o setor aeronáutico, setor extremamente intensivo em tecnologia no qual o Brasil possui uma grande empresa. Esse é, a propósito, o grande exemplo de sucesso brasileiro em termos tecnológicos.

Tomemos novamente o exemplo dos setores ligados às TICs (que incluem setores como equipamentos de informática; equipamentos e serviços de telecomunicações; *software* e serviços de informática e equipamentos de precisão). Kubota, Domingues e Milani (2010) mostraram que as grandes empresas do setor, em termos mundiais, possuem investimentos em P&D da ordem de alguns bilhões de euros. Microsoft e Nokia juntas (só para citar as duas empresas que mais investem em P&D) gastam, por ano, mais de 10 bilhões de euros em P&D. No mesmo artigo, os autores mostram que a escala de produção das firmas brasileiras (de capital nacional) no setor de equipamentos de telecomunicação, por exemplo, corresponde a cerca de 2% da escala de produção das empresas estrangeiras instaladas no Brasil.

Esse exemplo nos leva ao terceiro ponto que, embora pouco tratado nas teorias sobre os determinantes da inovação em termos mundiais, é crucial na nossa análise: a origem de capital. Historicamente, a estrutura produtiva brasileira possui um elevado grau de internacionalização, expresso na elevada participação do capital estrangeiro, desde o processo de industrialização brasileira. Como veremos, isso tem impactos sobre a capacidade endógena de geração de conhecimento e inovação na economia brasileira.

As atividades inovativas mundiais são extremamente concentradas nos países de-

envolvidos e, embora recentemente seja possível perceber uma tendência de desconcentração, ela ainda é muito pouco significativa e está bastante restrita a um pequeno grupo de países. Além de geograficamente, essas atividades também são concentradas em um pequeno número de grandes corporações<sup>10</sup>.

A questão que se coloca para um país como o Brasil, entretanto, é: será que é possível apostar na tecnologia estrangeira como o principal canal de desenvolvimento tecnológico dos países em desenvolvimento? Ou, por outro lado, seria imprescindível desenvolver capacitações (científicas, empresariais, etc.) locais para um processo bem-sucedido de *catch up*?

Segundo Pearce (1999), até recentemente, as atividades de P&D das multinacionais eram vistas como sendo destinadas, primordialmente, para a adaptação de produtos e processos produtivos aos mercados locais. Assim, as atividades “mais nobres” de pesquisa estariam centralizadas na matriz da corporação. Os motivos apontados para essa centralização das atividades de P&D são vários. Em primeiro lugar, a existência de economias de escala nas atividades inovativas, que poderia não tornar viável economicamente a existência de vários laboratórios de P&D em outros países. Em segundo lugar, as economias de aglomeração e as vantagens de localizar os laboratórios de P&D em locais onde eles possam se beneficiar de sinergias derivadas da proximidade com a comunidade científica e com outras instituições de pesquisa. Por fim, uma outra possível razão estaria relacionada aos problemas de coordenação e de controle e, derivados deles, à preocupação com a segurança dos novos projetos de pesquisa. Nesse caso, as transnacionais prefeririam reter os investimentos em P&D nos seus próprios países quando os custos de comunicação são elevados<sup>11</sup> e quando o país receptor possui um regime de propriedade intelectual fraco (UNCTAD, 2005).

Na mesma direção, apontam as teorias de “ciclo de produto” (Vernon, 1966). Segundo elas, a propensão da firma a internalizar a produção das novas tecnologias no seu próprio

país seria maior para produtos inovadores do que no caso de produtos ou tecnologias maduras. Assim, o desenvolvimento tecnológico se daria no mercado de origem, de onde a firma começaria a exportar o novo produto. Com o amadurecimento da tecnologia, o próximo passo na internacionalização da empresa seria a produção daquele bem em outros países.

A questão é que o fato de os investimentos em P&D serem extremamente concentrados em empresas estrangeiras coloca uma limitação importante ao desenvolvimento tecnológico local. A decisão de onde e quanto investir na produção de novas tecnologias depende, sempre, de um processo de negociação das subsidiárias locais com suas respectivas matrizes, o que, nem sempre, gera uma inserção relevante da subsidiária no processo de desenvolvimento de produto. Ou seja, apostar exclusivamente na transferência de tecnologia de empresas estrangeiras, que sejam líderes tecnológicas no seu setor, pode não levar a um maior desenvolvimento tecnológico nos países que estão distantes da fronteira.

Uma das razões para isso é que a tecnologia não é um bem facilmente transferível, por não ser apenas codificada em manuais ou incorporada em bens de capital. Para Pavitt (1985), a tecnologia é, em grande medida, uma aplicação específica à firma, no sentido de que uma tecnologia desenvolvida externamente quase sempre necessita ser adequada à disponibilidade de fatores e às especificidades dos processos produtivos de cada empresa. Além disso, a aquisição de conhecimento não se dá apenas por meio de informações codificadas, mas envolve o desenvolvimento, dentro da firma, de habilidades específicas e de *know-how*. Nesse sentido, o que as empresas podem fazer hoje, em termos tecnológicos, é condicionado pelas habilidades e pelo *know-how* desenvolvidos no passado, o que caracteriza o que se costuma chamar de “cumulatividade”.

Em síntese, existem limitações importantes para o desenvolvimento tecnológico de um país/setor quando esse desenvolvimento está assentado, essencialmente, na produção de conhecimento e nas tecnologias geradas por empresas estrangeiras.

10 Segundo estudo da UNCTAD (2005), se tomarmos as setecentas maiores firmas com gastos em P&D no mundo – entre as quais 90% são transnacionais – elas respondem por quase metade do total dos gastos em P&D mundiais e por cerca de 69% dos gastos empresariais em P&D.

11 O avanço recente nas telecomunicações tem sido um dos fatores bastante citados na literatura a impulsionar o desenvolvimento de atividades inovativas em outros países, por reduzir os custos de coordenação e monitoramento dessas atividades.

Em primeiro lugar porque a descentralização do P&D dessas empresas é limitada e sujeita a uma série de condicionantes tanto internas à corporação (estratégias tecnológicas, negociações entre matriz e subsidiárias locais, economias de escala da pesquisa tecnológica, etc.) quanto relativas ao ambiente institucional dos países hospedeiros do investimento estrangeiro.

Em segundo lugar porque, mesmo havendo um processo consistente de descentralização das atividades tecnológicas dessas empresas, o aprendizado e a efetiva transferência de conhecimento para os países hospedeiros dependem da criação de capacitações locais. Capacitações essas expressas na produção científica e tecnológica do país e na existência de empresas nacionais capazes de absorver o conhecimento gerado pelas líderes do setor.

Voltemos ao padrão produtivo brasileiro que, como argumentamos, combina baixa escala de produção em setores intensivos em tecnologia e elevada escala em setores de baixa intensidade tecnológica. Um outro elemento que deveríamos acrescentar a esse padrão é, portanto, a origem de capital. Em setores com maior intensidade tecnológica e onde a economia brasileira dispõe de grandes empresas, essas empresas não são de capital nacional.

O exemplo das TICs mostra que as empresas estrangeiras instaladas no país possuem tamanho substantivamente superior ao das empresas de capital nacional. Outro exemplo é o setor automotivo, que costuma ser classificado como um setor de média-alta intensidade tecnológica mas onde a decisão sobre a produção de tecnologias e inovações no Brasil passa pela estratégia das corporações internacionais que dominam o setor.

Novamente, talvez o único setor que combine escala de produção, intensidade tecnológica e uma empresa âncora de capital nacional seja o setor aeronáutico. O setor de petróleo em si não é propriamente um setor intensivo em tecnologia – embora no Brasil seja um dos maiores responsáveis pelos investimentos agregados em P&D –, mas nele o país combina elevada escala de produção e uma empresa âncora de capital nacional.

Entretanto, os segmentos mais intensivos em tecnologia da cadeia parapetroléira são, como evidenciam De Negri et al. (2011), os fornecedores de serviços e equipamentos especializados. Nesses segmentos, a participação de empresas de capital nacional é marginal e, novamente, a escala de produção dessas empresas é muito inferior à das multinacionais.

É essa estrutura produtiva, em que é muito raro aliar intensidade tecnológica e escala de produção em empresas de capital nacional, que constitui um dos principais gargalos ao processo de inovação da economia brasileira. Nesse sentido, e esse é o tema da próxima seção, essa estrutura limita e condiciona o papel das políticas públicas, tanto as políticas industriais, em sentido mais geral, quanto as de suporte à inovação.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS: O PAPEL DAS POLÍTICAS PÚBLICAS**

É ingênuo acreditar que apenas as políticas públicas possam, nos dias atuais, modificar radicalmente a estrutura industrial existente ou que sejam capazes de resolver todos os gargalos moldados historicamente. Entretanto, dado que essa estrutura condiciona de forma significativa a capacidade de geração de tecnologia pelo país, espera-se que as políticas públicas atuem no sentido de amenizar esses gargalos e de contribuir para o crescimento de uma base industrial intensiva em tecnologia, com escala de produção relevante e com alguma capacidade endógena de decisão tecnológica. Ao contrário do que pensam alguns analistas<sup>12</sup>, o melhor negócio que um país pode fazer com tecnologia é desenvolvê-la, e não “roubar, copiar e comprar”.

Uma análise do desempenho das políticas públicas no Brasil, no último período, mostra, entretanto, sinais contraditórios e ações que, muitas vezes, reforçam a estrutura produtiva existente ao invés de tentar modificá-la. Embora a necessidade de apoiar o processo de inovação nas empresas seja uma espécie de consenso difuso na opinião pública brasileira, parafraseando Cavalcante

12 Ver Dagnino, 2012.

(2011), as ações concretas para tal são muito menos eloquentes.

A Lei de Inovação, de 2004, e a chamada Lei do Bem, de 2005, efetivamente constituíram marcos importantes na evolução das políticas de inovação no Brasil. A primeira delas possibilita, regulamenta e estimula a interação entre instituições de ciência e tecnologia brasileiras e empresas privadas para o desenvolvimento de inovações. Além disso, também abre a possibilidade de que o poder público, por meio das agências de fomento, incentive a inovação nas empresas “mediante a concessão de recursos financeiros, humanos, materiais ou de infraestrutura”. A segunda estabelece, entre outras coisas, incentivos fiscais para empresas que investirem em P&D no Brasil. Atualmente, mais de seiscentas empresas utilizam os benefícios fiscais dessa lei para realizar inovação. Parece pouco, mas essas empresas representam parcela significativa do total investido em P&D no país, dado que essas empresas investiram, em 2009, R\$ 8,3 bilhões em P&D<sup>13</sup>.

De fato, o arcabouço criado no Brasil, nos últimos anos, para o estímulo à inovação é bastante completo do ponto de vista do cardápio de instrumentos existentes: subvenção, crédito subsidiado, incentivos fiscais, etc. Entretanto, o volume de recursos e o grau de profundidade e abrangência dessas políticas ainda são muito inferiores aos que se observa nos países desenvolvidos. Cavalcante (2011) elenca um conjunto de obstáculos institucionais ao aprofundamento das políticas de inovação no país. Esses obstáculos vão desde uma visão linear do processo de inovação, ainda expressa em alguns instrumentos de apoio – que privilegiam mais o desempenho acadêmico do que o desempenho tecnológico –, até a excessiva pulverização de recursos, passando pela maior legitimidade social da alocação de recursos nas universidades *vis-à-vis* nas empresas.

De fato, embora prioritária no discurso público, ciência, tecnologia e inovação têm recebido um pouco menos prioridade quando se trata da alocação de recursos públicos, esse sim sinal definitivo de priorização. Um exemplo disso se expressa na participação da

CT&I no orçamento da União. Análise realizada pela Assessoria de Acompanhamento e Avaliação, do Ministério da Ciência e Tecnologia<sup>14</sup>, mostra que a participação do ministério no total dos recursos discricionários da União está, atualmente, no mesmo nível em que estava em 1995 (Gráfico 2). Ou seja, a “fatia do bolo” que o ministério tem para aplicar em CT&I não se ampliou, a despeito do discurso público de priorização à inovação.

Vale lembrar que, durante esse período, especificamente em 1999, foram criados os fundos setoriais, cujo objetivo primordial era ampliar o volume de recursos disponíveis para a CT&I no país e torná-los menos dependentes de oscilações no orçamento da União e de restrições fiscais. O que se observa, entretanto, é que os fundos setoriais conseguiram apenas reverter o processo de queda de participação da CT&I no orçamento público que ocorreu no período 1996 a 1999. Desde então, vem ocorrendo uma progressiva substituição de orçamento pelos recursos dos fundos setoriais, cuja participação no orçamento total do MCTI já chega a quase 50%.

Do ponto de vista dos recursos alocados para inovação nas empresas, a situação não é mais confortável. O principal recurso novo disponível, nos últimos anos, está relacionado com a renúncia fiscal decorrente dos incentivos da Lei do Bem – que foi de R\$ 1,4 bilhão em 2009 – e com uma ampliação no volume de crédito para a inovação, especialmente por meio de repasses do Programa de Sustentação do Investimento (PSI) para a Finep. No caso do crédito, foram repassados cerca de R\$ 3 bilhões adicionais para a Finep. É um avanço considerável na política de apoio à inovação, mas ainda é uma parcela relativamente pequena do volume de recursos disponibilizados, pelo Tesouro, ao PSI nos últimos anos, que foi de R\$ 100 bilhões em 2009, R\$ 110 bilhões em 2010 e R\$ 55 bilhões em 2011, segundo o Ministério da Fazenda<sup>15</sup>.

Além disso, a parcela do orçamento em ciência e tecnologia que é efetivamente alocada em inovação nas empresas, apesar dos avanços recentes, ainda é reduzida. De fato, De Negri et al. (2009) mostraram que, dos

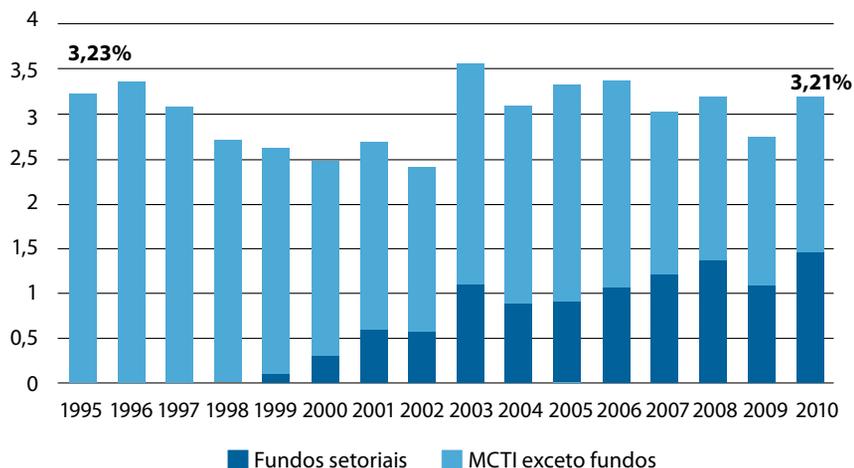
13 Segundo informações do Relatório Anual de Utilização dos Incentivos Fiscais. Disponível em: [www.mct.gov.br](http://www.mct.gov.br).

14 Disponível em: <http://sigmct.mct.gov.br/index.php/content/view/609.html>.

15 Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2011/03/03/mantega-anuncia-aporte-de-r-55-bilhoes-ao-bndes-e-r-75-bilhoes-para-o-psi-3>.

GRÁFICO 2

PARTICIPAÇÃO DO MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NO TOTAL DAS DESPESAS DISCRICIONÁRIAS DA UNIÃO: 1995 A 2010



Fonte: Assessoria de Acompanhamento e Avaliação (ASCAV) – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). Disponível em: <http://sigmct.mct.gov.br/index.php/content/view/609.html>. Elaboração da autora.

recursos dos fundos setoriais (que correspondem a cerca de metade do orçamento discricionário de ciência e tecnologia), apenas 35% são empregados em projetos com a participação direta de empresas. Isso corresponde a algo próximo a R\$ 1 bilhão ao ano, já incluídos aí os recursos da subvenção – que somam aproximadamente R\$ 300 milhões/ano.

Apesar do crescimento recente dos recursos destinados à CT&I – em valores absolutos, pois, como demonstramos, em termos relativos esse recurso não cresceu –, não há dúvida de que a escala de investimento no mundo é de outra ordem. Estudo recente da National Science Foundation mostra que os investimentos em P&D dos principais países do mundo são da ordem de centenas de bilhões de dólares.

Claramente, os recursos do Brasil para investimentos em P&D são muito mais escassos, daí a importância de focalização desses investimentos e de integração entre as políticas científicas tecnológicas e as políticas industriais. Instrumentos de apoio à inovação podem ser efetivos na geração de novos produtos e processos, mas para que esses novos produtos alcancem o mercado

– brasileiro e mundial – de forma competitiva, é necessário escala de produção. Nesse sentido, o financiamento da operação da empresa na fase posterior ao desenvolvimento do produto é fundamental para que essa nova tecnologia se torne um produto competitivo.

Nesse aspecto, o Brasil ainda tem muito a avançar. A política de desenvolvimento produtivo, por exemplo, lançada em 2008, previa uma desoneração de aproximadamente 21 bilhões para o período 2008-11. Pouco desse incentivo fiscal se destinou a aumentar o conteúdo tecnológico da indústria brasileira. É claro que uma parcela desses recursos pode ter contribuído para a inovação tecnológica no país, por meio de medidas como a depreciação acelerada, por exemplo. Entretanto, vários dos estímulos previstos eram desonerações tributárias sem vinculação com requisitos de inovação tecnológica. Exemplo relevante é o valor previsto da desoneração do IPI para o setor automotivo, que foi da ordem de R\$ 3 bilhões.

Não é difícil perceber – e o debate recente sobre a política industrial brasileira é bastante profícuo – que essas políticas aca-

baram por incentivar, de maneira mais incisiva, os setores tradicionais, tanto por meio de desonerações fiscais quanto por meio de financiamentos públicos. Nesse sentido, essas políticas falharam em aproveitar o período de crescimento econômico para estimular mudanças na estrutura produtiva do país. Ao contrário, mostraram ser extremamente permeáveis aos interesses estabelecidos e às pressões empresariais que refletem, obviamente, a estrutura setorial instalada no país.

Ao que tudo indica, a política industrial brasileira se absteve de fazer essas escolhas

no momento em que elas eram possíveis e factíveis. Na atual conjuntura, de redução do crescimento econômico, as pressões por recursos públicos e políticas favoráveis tornam-se muito mais fortes e difusas. Com base no que acreditamos sejam os seus principais gargalos, uma mudança significativa na capacidade de inovação da economia requer políticas muito mais focalizadas e agressivas. É preciso que se façam escolhas mais incisivas, priorizando interesses emergentes ao invés das pressões de grupos estabelecidos.

## BIBLIOGRAFIA

- ABDI. *Sondagem de Inovação*. Brasília, terceiro trimestre de 2011.
- ACS, Z. J.; AUDRETSCH, D. B. "Innovation, Market Structure, and Firm Size", in *The Review of Economics and Statistics*, v. 69, nº 4, 1987, pp. 567-74.
- ARROW, K. "Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention", in Harold M. Groves, Chairman, Universities-National Bureau Committee for Economic Research. *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*. National Bureau of Economic Research, 1962, pp. 609-26.
- BERNARDES, A. T.; ALBUQUERQUE, E. M. "Cross-over, Thresholds, and Interactions Between Science and Technology: Lessons for Less-developed Countries", in *Research Policy*, v. 32, nº 5, 2003, pp. 865-85.
- BOUND, J.; CUMMINS, C.; GRILICHES, Z.; HALL, B. H.; JAFFE, A. "Who Does R&D and Who Patents?", in *Working Paper* n. 908. National Bureau of Economic Research (NBER), jun./1982.
- BRESCHI, S.; MALERBA, F.; ORSENIGO, L. "Technological Regimes and Schumpeterian Patterns of Innovation", in *The Economic Journal*, v. 110, 2000, pp. 388-410.
- CAVALCANTE, L. R. M. T.; DE NEGRI, F. "Pintec 2008: Análise Preliminar e Agenda de Pesquisa", in *Boletim Radar*, nº 11, dez./2010.
- CHAVES, C. V.; PÓVOA, L. M. C. "Caracterização da Rede de Ciência e Tecnológico no Brasil". 2009 (mimeo.).
- CIMOLI, M.; KATZ, J. "Structural Reforms, Technological Gaps and Economic Development: a Latin American Perspective", in *Serie Desarrollo Productivo*, nº 129, Santiago, Cepal, 2002.
- COHEN, W. M.; LEVIN, R. C.; MOWERY, D. C. "Firm Size and R&D Intensity: a Re-Examination", in *The Journal of Industrial Economics*, v. 35, nº 4, 1987, pp. 543-65.
- DAGNINO, R. "Inovação: o Problema Não É Falta de Dinheiro", in *Folha de S. Paulo*, 15 de março de 2012.
- DE NEGRI, F. et al. "Perfil das Empresas Integradas ao Sistema Federal de CT&I no Brasil e aos Fundos Setoriais: uma Análise Exploratória". 2010 (mimeo.).
- DE NEGRI, F. *Investimento Direto e Transferência de Tecnologia: Argentina, Brasil e México*. Tese de doutorado apresentada à Universidade Estadual de Campinas. Campinas, Instituto de Economia da Unicamp, 2007.
- DE NEGRI, F.; RIBEIRO, L. C. "Tendências Tecnológicas Mundiais em Telecomunicações", in *Boletim Radar*, nº 10, Ipea, out./2010.

- DE NEGRI, J. A. et al. *Poder de Compra da Petrobras: Impactos Econômicos nos Seus Fornecedores*. Brasília, Ipea, 2011.
- DOSI, G. "Opportunities, Incentives and the Collective Patterns of Technological Change", in *The Economic Journal*, v. 107, nº 444, 1997, pp. 1.530-47.
- \_\_\_\_\_. "Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation", in *Journal of Economic Literature*, v. 26, 1988, pp. 1.120-71.
- ERBER, F. S. "Perspectivas da América Latina em Ciência e Tecnologia", in *Parcerias Estratégicas*, nº 8, 2000.
- FOSS, N. J. *Resources, Firms, and Strategies: a Reader in the Resource-based Perspective*. Oxford, Nova York, Oxford University Press, 1997.
- FREEMAN, C. "Critical Survey: The Economics of Technical Change", in *Cambridge Journal of Economics*, v. 18, 1994, pp. 463-514.
- GILBERT, Richard J.; NEWBERY, David M. G. "Preemptive Patenting and the Persistence of Monopoly", in *The American Economic Review*, vol. 72, nº 3, jun./1982, pp. 514-26.
- GRABOWSKI, H.; VERNON, J. "The Determinants of Pharmaceutical Research and Development Expenditures", in *Journal of Evolutionary Economics*, v. 10, 2000, pp. 201-15.
- HALL, B. H. "Investment and Research and Development at the Firm Level: Does the Source of Financing Matter", in *Working Paper* n. 4096. National Bureau of Economic Research (NBER), jun./1992.
- KATZ, J. "Cambio Estructural y Capacidad Tecnológica Local", in *Revista de la Cepal*, nº 89, agosto/2006, pp. 59-73.
- KHÜN, T. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. São Paulo, Perspectiva, 1991.
- KLEVORICK, A. K.; LEVIN, R. C.; NELSON, R. R.; WINTER, S. G. "On the Sources and Significance of Interindustry Differences in Technological Opportunities", in *Research Policy*, v. 24, 1995, pp. 185-205.
- The Oxford Handbook of Innovation. Oxford, Oxford University Press, 2005.
- LEMOS et al. "Fundos Setoriais e Sistema Nacional de Inovação: uma Avaliação Exploratória", 2009 (mimeo.).
- LEVIN, R. C. "Appropriability, R&D Spending, and Technological Performance", in *The American Economic Review*, v. 78, nº 2, 1988, p. 424.
- PAVITT, K. "Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and a Theory", in *Research Policy*, vol. 13, nº 6, 1984, pp. 343-73.
- PEARCE, R. D. "Decentralised R&D and Strategic Competitiveness: Globalised Approaches to Generation and Use of Technology in Multinational Enterprises (MNEs)", in *Research Policy*, v. 28, 1999, pp. 157-78.
- PENROSE, E. *The Theory of the Growth of the Firm*. 3ª ed. Oxford, Oxford University Press, 1995 (1ª ed. 1959).
- RUTTAN, Vernon W. "Induced Innovation, Evolutionary Theory and Path Dependence: Sources of Technical Change", in *The Economic Journal*, vol. 107, nº 444, 1997, pp. 1.520-29.
- SWITZER, L. "The Determinants of Industrial R&D: a Funds Flow Simultaneous Equation Approach", in *The Review of Economic and Statistics*, v. 66, nº 1, 1984, pp. 163-8.
- TEECE, D. J. "As Aptidões das Empresas e o Desenvolvimento Econômico: Implicações para as Economias de Industrialização Recente", in L. Kim & R. R. Nelson (orgs.). *Tecnologia, Aprendizado e Inovação: as Experiências das Economias de Industrialização Recente*. Campinas, Editora da Unicamp, 2005.
- UNCTAD. "Transnational Corporations and Internalization of R&D", in *World Investment Report*. Geneva, United Nations, 2005.