

UFRJ/IEI  
357  
4621-1

# TEXTO PARA DISCUSSÃO

SÉRIE TEXTOS PARA DISCUSSÃO  
Nº 357

SISTEMA NACIONAL DE  
INOVAÇÃO (SNI)<sup>1</sup>: UMA  
PROPOSTA  
DE ABORDAGEM TEÓRICA

LUIZ MARTINS DE MELO\*

ABRIL DE 1996

Instituto de Economia Industrial  
Universidade Federal do Rio de Janeiro

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE ECONOMIA INDUSTRIAL**

SÉRIE TEXTOS PARA DISCUSSÃO - Nº 357  
SISTEMA NACIONAL DE INOVAÇÃO (SNI)<sup>1</sup>: UMA PROPOSTA  
DE ABORDAGEM TEÓRICA  
ABRIL DE 1996

LUIZ MARTINS DE MELO\*



43 - 016788

---

\*Prof. Adjunto Depto. de Economia/UFRJ

## 1. INTRODUÇÃO

O processo de inovação necessita de estruturas organizacionais e mecanismos institucionais que possam coordenar as interações entre as várias instituições que o compõem. Incluir ou excluir instituições em um conceito é uma tarefa que envolve análise histórica e considerações teóricas, porque, em distintos períodos históricos, diferentes partes do sistema econômico ou diferentes interfaces entre os subsistemas podem desempenhar o papel mais importante no processo de inovação.

Em virtude disso, existem diferentes abordagens para a análise do SNI. Freeman (1987; 1988c) baseou-se no conceito de organização específica dos subsistemas de uma nação e na interação entre eles<sup>2</sup>. A organização da produção e da P&D nas firmas, as inter-relações entre elas, o nível de concentração e centralização do capital (estrutura conglomerada da indústria) e suas relações com o sistema financeiro estão no cerne da sua análise. Freeman (op. cit.) centrou sua discussão sobre a interação entre o sistema produtivo e o processo de inovação e aplica uma combinação de teoria da organização industrial e de teoria da inovação para desenvolvê-la.

Nelson (1988) foca sua análise no caráter privado da produção de tecnologia e na inter-relação entre as firmas, o governo e as universidades na geração de tecnologia com apropriação privada. Ele ressalta que, em diferentes setores industriais, as firmas usam diferentes métodos para se apropriar em dos benefícios das suas inovações. A abordagem de Nelson (op.cit.) é menos abrangente que a de Freeman (op. cit.), e centrada principalmente sobre a produção e apropriação do conhecimento e da inovação, mais interessada nas relações entre o sistema legal e o sistema econômico, visando encontrar uma solução para o dilema entre a apropriação privada ou pública do conhecimento e da inovação. Outra

diferença importante entre eles é que Freeman está analisando o SNI do Japão, enquanto Nelson analisa o dos EUA.

A abordagem teórica seguida por Lundvall (1992) e seu grupo do Instituto de Produção da Universidade de Aalborg, na Dinamarca, baseia-se nas interações entre produtores e usuários, que se estabelecem durante o processo de inovação – o que eles chamam de rede de inovadores. Esta rede é muito mais do que um conjunto de instituições apoiando a inovação. Ela envolve todos os tipos de relacionamento entre firmas, produtores e usuários – tácitas e explícitas, formais e informais –, sistemas de incentivos e de apropriação, relações de trabalho e políticas e instituições de governo<sup>3</sup>.

A despeito da análise de Porter (1990a: 1990b) não ser uma direta análise do SNI, sua estrutura teórica pode ser utilizada para este propósito. Ele aponta quatro determinantes que afetam a competitividade de uma indústria nacional: as estratégias das firmas, a dotação dos fatores de produção, as condições de demanda e as indústrias de apoio. Ele refere-se a esses condicionantes como um sistema e argumenta que o plano no qual ele opera é mais fortemente nacional do que internacional. Neste sentido, pode-se dizer que a definição mais ampla de SNI incorpora as principais características assinaladas por Porter.

Patel e Pavitt (1994) classificaram os SNIs em dois tipos:

i) **Míopes:** aqueles que tratam os investimentos nas atividades tecnológicas como qualquer outro investimento. Eles são realizados em resposta a uma demanda bem definida do mercado e incluem uma taxa de desconto, em função do risco e do tempo de maturação do investimento. Exemplos desses sistemas seriam os dos EUA, da Inglaterra e o do Brasil.

ii) **Dinâmicos:** aqueles que reconhecem que, em adição aos resultados tangíveis na forma de produtos, processos e lucros, as atividades tecnológicas também acarretam im-

portantes sub-produtos intangíveis, na forma de processos de aprendizado – tecnológicos, organizacionais e mercadológicos – irreversíveis e cumulativos, que capacitam as empresas e os países a realizarem investimentos subseqüentes e, algumas vezes, criarem novas demandas de mercado<sup>4</sup>. Exemplos de sistemas dinâmicos seriam a Alemanha e o Japão e, em termos de NICs, Coréia e Formosa.

Nelson (1992: 368) argumenta:

*Nationhood matters and has a pervasive influence. In all the study cases, a distinctive national character pervades the firms, the educational system, the law, the politics, and the government, all of which have been shaped by a shared historical experience and culture.*

O nível dos gastos em P&D é um importante indicador da sua intensidade em uma firma ou um país, embora ele não consiga captar a totalidade dos gastos realizados no processo de inovação como um todo. Porém, não significa que um SNI seja mais eficiente do que outro, pela simples diferença do nível de gastos em P&D<sup>5</sup>. A argumentação de Freeman (1987: 3) esclarece esse ponto:

*However, the rate of technical change in any country and the effectiveness of companies in world competition in international trade in goods and services, does not depend simply on the scale of their research and development and other technical activities. It depends upon the way in which the available resources are managed and organised, both at the enterprise and at the national level. The national system of innovation may enable a country with rather limited resources, nevertheless, to make very rapid progress through appropriate combinations of imported technology and local adaptation and development. On the other hand, weakness in the national system of innovation may lead to more abundant resources being squandered by the pursuit of inappropriate objectives or the use of infective methods<sup>6</sup>.*

A análise do SNI aqui desenvolvida centra-se no conceito de firma. É a partir dele que os demais níveis de análise estão organizados, bem como as relações entre os atores do SNI<sup>7</sup>. Se é verdade que a inovação e o crescimento das empresas influenciam-se mutuamente, torna-se necessário expandir o conceito de firma, porque defini-la apenas como um *locus* de acumulação de capital e produtora de lucros não dá conta de todas as suas dimensões. É necessário que se incorpore o conceito de competência da firma, que é constituído de dois outros conceitos: ativos centrais ou essenciais e ativos complementares.

Competência da firma significa a capacidade de ser bem sucedida em seus mercados. O conceito de ativos centrais é definido como o domínio das tecnologias essenciais pela firma, para que ela possa inovar. Produzir e vender um conjunto de produtos competitivamente, durante um determinado tempo, não é suficiente para garantir a sobrevivência da firma. Para acumular capital e gerar lucros de forma sustentada, ela tem que evitar que seus conhecimentos tecnológicos fiquem defasados. O domínio desses conhecimentos *softs* constituem uma base necessária para o uso eficiente de cada nova safra de bens de capital, e ambos variam juntos. Esses ativos formam uma capacitação específica da firma e interna a ela, que permite a execução de um conjunto de atividades de inovação – que de outra forma ela não executaria –, com mais confiança e sucesso.

Ativos complementares são aqueles sem os quais os ativos centrais não conseguem produzir em toda sua plenitude. Sem que a firma tenha controle ou acesso a eles, a competência da firma não se desenvolve nem alcança um nível de eficiência e eficácia elevado. Os ativos complementares permitem que as firmas lucrem com as inovações de modo mais seguro e, dessa forma, tirem a maior vantagem possível delas. Assim, toda vez que o conceito de competência da firma for usado, ele inclui os conceitos de ativos essenciais ou centrais e ativos complementares<sup>8</sup>.

Essa discussão sobre algumas concepções e tipologias que tratam do conceito de SNI permite que se possa definir quais os principais traços gerais para a análise do SNI: o papel do Estado; o papel da estratégia de P&D das empresas; o papel da educação e do treinamento dos pesquisadores, técnicos e trabalhadores, e das instituições sociais relacionadas a eles; a estrutura conglomerada da indústria, a organização interna das firmas e as relações inter-firmas; a organização institucional e a estrutura do setor financeiro.

## 2. O PAPEL DO ESTADO

Os limites para a intervenção do Estado na promoção da inovação estão postos pelos sistemas sociais e políticos de cada país<sup>9</sup>, que refletem a influência da história nacional no ambiente institucional, político e social. Isto significa que as políticas governamentais podem reproduzir as fraquezas desses sistemas ou introduzir elementos incompatíveis com a lógica deles, caso esse ponto não seja levado em consideração<sup>10</sup>. Portanto, não existe um padrão uniforme que molde a intervenção do Estado no desenvolvimento industrial.

Os economistas estão acostumados a usar o conceito de falhas de mercado como a linha mestra de separação entre a intervenção ou não do Estado. Mas o problema com esta abordagem é a ubiquidade das falhas de mercado no processo de inovação.

Na linha de argumentação das falhas de mercado, supõe-se que estas são maiores em determinadas atividades do que em outras. Conseqüentemente, imagina-se que a atividade governamental seja mais produtiva nas áreas onde as falhas de mercado são maiores. Por este critério, a intervenção do Estado em pesquisa básica é eficiente, eficaz e justa, ao passo que na área de P&D industrial, direcionada para o

desenvolvimento e introdução de inovações, seria ineficiente, ineficaz e injusta, porque interfere nos mecanismos de mercado, causando mais problemas do que resolvendo-os (Nelson, 1959; Arrow, 1962).

Melhor do que o conceito de falhas de mercado, como critério para decidir sobre a intervenção do Estado, é o conceito de primeiro a inovar (*first mover*). Este nem sempre auferir todos os ganhos da inovação, especialmente no desenvolvimento de produtos radicalmente novos, onde a melhor configuração ainda não foi plenamente alcançada, e onde o aprendizado a partir dos erros dos competidores líderes pode ser relativamente barato e rápido. Entretanto, empresas retardatárias têm tido, algumas vezes, combinações bem sucedidas de políticas públicas e privadas, capacitando-as para rapidamente se igualarem com as mais desenvolvidas<sup>11</sup>.

O problema da liderança tem importantes implicações para a política de inovação. Primeiro, a liderança na inovação pode não refletir uma superioridade de longo prazo em capacidade tecnológica e na eficiência produtiva, mas ser um resultado do acaso ou de vantagens de localização das firmas. A liderança das firmas americanas em semicondutores, aviação civil e lançamentos espaciais, nos anos sessenta e início dos setenta, foi um resultado direto dos imensos gastos governamentais em P&D para defesa e atividades espaciais. Entretanto, os governos não são particularmente felizes em escolher inovações bem sucedidas, o que não deve constituir-se em uma surpresa, dada a natureza dos requerimentos dos usuários e as consideráveis incertezas envolvidas sobre a melhor maneira de realizá-las. Além disso, os governos são particularmente vulneráveis aos grupos de pressão e acham politicamente difícil parar programas, mesmo quando eles se tornaram um fracasso tecnológico ou comercial<sup>12</sup>.

Segundo, a justificativa para apoiar as firmas atrasadas relaciona-se com a natureza do domínio das tecnologias estratégicas. Mas o que significa estratégica? Em um mundo

no qual o conhecimento é cumulativo, diferenciado e o desenvolvimento tecnológico é específico em cada companhia, as firmas têm diferentes perspectivas em relação a seu crescimento futuro e seus lucros, dependendo de suas trajetórias tecnológicas e suas competências. Nesse sentido dinâmico, o desenvolvimento e a produção de bananas é menos estratégico do que o desenvolvimento e a produção de *chips*. Firmas atrasadas, perseguindo as líderes através de curvas íngremes de aprendizado, não terão um imediato e óbvio incentivo para investir no desenvolvimento de longo prazo da inovação. Nesse caso uma política governamental de inovação é justificada, embora permaneça a difícil questão de reconhecer que tecnologias são estratégicas e como as escolher (Dosi et alli, 1992; Introdução).

A manutenção de um ambiente macroeconômico estável é uma atribuição direta do governo, pelo controle que ele exerce sobre algumas variáveis – chave para o funcionamento da economia, como a taxa de juro, a taxa de câmbio e gasto público (poder de compra do Estado). A estabilidade econômica exerce um efeito positivo sobre a inovação, na medida em que diminui a incerteza e fortalece a confiança das firmas na atuação do governo, pelo conhecimento das regras do jogo. As políticas fiscal, monetária e cambial têm sido usadas para fortalecer a performance inovadora das firmas, para aumentar seus investimentos, a competição nos mercados nacionais e internacionais e dirigi-las para a exportação. Nos países onde essas políticas tornaram exportar difícil e sem atração, as firmas, em dificuldades, precisaram de proteção. Ao mesmo tempo em que as firmas competem internacionalmente, elas trabalham em um mercado interno protegido, porém competitivo, como no Japão, na Coreia e em Formosa. Esses países combinaram com sucesso o desenvolvimento orientado para o exterior e a forte proteção ao mercado interno<sup>13</sup>.

Existe um amplo conjunto de políticas direcionadas mais diretamente ao avanço tecnológico. Começando com o estímulo

lo a fusões e aquisições, passando pelos acordos entre firmas e pela legislação para o estabelecimento de *joint-ventures*, concessão de subsídios para firmas e indústrias selecionadas e um amplo incentivo fiscal para todas as firmas que estão investindo em atividades consideradas prioritárias, os governos estão mostrando claramente uma preocupação em manter a competitividade das suas firmas. Essas políticas são diversas e diferem de país para país, em intensidade e extensividade (OCDE, 1992a: 16-17 e Box 1 e Table 1 e 2):

i) os países diferem significativamente na forma e no grau em que o governo diretamente financia P&D; ii) a maioria de tais programas tendem a concentrar-se em uma estreita faixa de indústrias de alta tecnologia, como microeletrônica, aeroespacial, química e farmacêutica, biotecnologia e novos materiais. Aeroespacial, computadores, eletrônica e componentes, fármacos, instrumentos científicos e maquinaria elétrica constituem aproximadamente 60% dos gastos totais em P&D na OCDE, nos anos oitenta; iii) os programas desta espécie variam significativamente e têm sido colocados em ação por diferentes razões. Embora a P&D militar responda por muitas dessas diferenças, as firmas para as quais se dirige a demanda militar tendem a ser P&D intensivas, seja vendendo para os militares ou para os civis (Nelson, 1992a: 508)<sup>14</sup>. É fácil mostrar este fato porque a indústria aeroespacial, de computadores e componentes eletrônicos são responsáveis por 50,6% do gasto total em P&D na área da OCDE; iv) o apoio governamental para a P&D civil em telecomunicações, eletrônica e aviação pode se sobrepor aos apoios dados a estas mesmas áreas para o desenvolvimento de P&D militar e aeroespacial pois, em muitos casos, o apoio vai para as mesmas companhias<sup>15</sup>.

Esses programas civis tendem a ter a mesma mistura de apoio industrial e proteção da competição externa que possuem os programas militares. Entretanto, existem algu-

mas diferenças relevantes: comparados aos fundos militares, os recursos para os programas civis são, invariavelmente, muito menores nos orçamentos governamentais, exceto no Japão e na Alemanha; as firmas envolvidas em P&D civil têm muito mais a dizer em relação ao modo como os fundos públicos são gastos. Os gastos civis estão sujeitos a um gerenciamento e a uma supervisão do público muito maiores do que os projetos de defesa; esses programas são direcionados para firmas e produtos nos mercados civis de alta tecnologia. Embora exista proteção por um período de tempo, a suposição é de que as firmas serão capazes, após esse período, de se manterem por elas mesmas. Esses programas têm muito em comum com os programas de proteção à indústria nascente, muitos dos quais cresceram sem vinculações com a segurança nacional. Proteção à indústria nascente, subsídios e direção governamental são instrumentos de políticas, que vêm sendo usados há muito tempo<sup>16</sup>.

A intervenção do Estado é um elemento de coordenação e regulação do mercado, isto é, serve como um guia para o mercado, mas não deve procurar substituí-lo. Métodos baseados no preço e em outras variáveis devem ser usados para canalizar os investimentos de atividades não-prioritárias para aquelas que aumentarão a capacidade tecnológica e industrial da economia, como expandir a capacidade de inovação das firmas nacionais, fortalecer suas ligações com as firmas estrangeiras e dar forte apoio para setores industriais selecionados<sup>17</sup>. Essas intervenções precisam estar baseadas em um plano amplo e geral, para o desenvolvimento da indústria nacional e do comércio internacional e devem, forçosamente, realimentar-se pela evolução do mercado. Os governos não devem ajudar indústrias e firmas não competitivas indefinidamente; devem condicionar essa ajuda à obtenção de determinados resultados, sem os quais a ajuda será cortada. A assistência em termos de deduções tarifárias, incentivos fiscais e crédito seletivo devem ser condicionais à performance das empresas aquinhoadas pelo governo.

Com tal poder discricionário, pode haver abuso ou uso incompetente dos instrumentos de política. Qualquer tipo de assistência industrial gera demandas por favores do Estado para os mal sucedidos ou bem relacionados. Em todos esses países, o Estado tem sido um ator ativo na arena industrial, tentando suprir outros incentivos para as firmas industriais, além daqueles que normalmente são estabelecidos pelo livre funcionamento do mercado, como baixos salários e dotação de fatores, ambos pobres ou espúrios elementos para a competitividade das firmas no mercado internacional<sup>18</sup>.

O grau no qual as firmas nacionais estão competindo no mercado internacional e internalizando os efeitos dessa performance para o mercado interno é uma importante condição para testar a hipótese do sucesso da intervenção. Juntamente com isso, o mercado interno deve ser considerado como uma reserva para a acumulação de capital e capacitação tecnológica das empresas nacionais, e não como um espaço aberto sem qualquer tipo de controle. A presença de companhias transnacionais (TNCs) deve ser considerada mais como um complemento para as companhias nacionais do que como um substituto para elas<sup>19</sup>.

Entretanto, em algumas situações, os custos da intervenção governamental provavelmente podem superar seus benefícios. Isso ocorre, principalmente, quando existe uma ausência de autoridade do Estado ou quando uma parte do aparato estatal foi privatizado, isto é, há o controle pelo setor privado sobre o aparelho do Estado, fazendo com que seus interesses prevaleçam sobre o interesse público. Esse tema, para o caso brasileiro, está bem desenvolvido em Cardoso (1985).

A despeito dessas diferenças, os países avançados têm um conjunto similar de políticas direcionadas explicitamente para influenciar a taxa e a direção da mudança técnica: subsídios públicos para a pesquisa básica, infra-estrutura de C&T e apoio para educação e treinamento do trabalhador;

adoção de padrões técnicos para interfaces e redes de informação; penalidades ou restrições para mudança técnica que danifique a saúde, a segurança e o meio-ambiente; melhoria dos fluxos de informação e conhecimento tecnológico para as pequenas empresas, em setores industriais onde a inovação é gerada exogenamente e entra no setor embutida nas máquinas e equipamentos; políticas destinadas a manter a competição, isto é, a estrutura institucional e legal para monitorar e fazer valer a competição; programas destinados a financiar a inovação e as atividades a ela relacionadas nas firmas.

### 3. O PAPEL DA ESTRATÉGIA DE P&D DAS EMPRESAS

Uma das mais importantes inovações organizacionais que ocorreram na virada do século passado foi o estabelecimento dos laboratórios de P&D nas grandes empresas (Freeman, 1982: cap. 1). O processo de inovação ficou, dessa forma, umbilicalmente ligado ao sistema de P&D das empresas e na dependência dos seus recursos, competências e organização, e transformou-o em elemento crucial na competitividade das empresas e em uma das mais importantes partes do SNI.

A estrutura institucional é uma importante dimensão do sistema de inovação porque ela fornece algumas linhas mestras para as ações das firmas. O conceito de rotinas é decisivo para o entendimento do impacto das instituições. As rotinas guiam as ações correntes na produção, distribuição e consumo e fornecem os parâmetros para a mudança<sup>20</sup>. Em um mundo caracterizado pela incerteza, a existência de instituições torna possível para os agentes econômicos a obtenção de parâmetros para a sua ação e sobrevivência pelo investimento.

Rotinas necessitam de tempo para funcionar, porque elas precisam estar automaticamente na cabeça das pessoas. Conseqüentemente, uma das características fundamentais das instituições é sua relativa estabilidade no tempo; assim, elas fornecem essa estabilidade aos agentes econômicos em seu esforço de busca de inovações. A despeito disso, freqüentemente é necessário compatibilizar a estrutura institucional com o processo de mudança tecnológica em andamento, para evitar que a rigidez e atrasos do comportamento convencional criem obstáculos para a inovação e a difusão de tecnologias.

As firmas e organizações de pesquisa investem tempo e recursos na expansão dos seus conhecimentos, criando constantemente insumos para o seu sistema de inovação. A geração e difusão de tecnologia não é nem automática nem fácil. Cada vez mais, as atividades de desenvolvimento tecnológico estão se tornando especializadas, complexas e dependentes de um conhecimento tácito gerado internamente nas empresas. O investimento deliberado nas atividades geradoras de mudanças tecnológicas e organizacionais tem sido, crescentemente, o meio encontrado pelas firmas para fazer face ao ritmo acelerado do progresso técnico. A crescente divisão do trabalho que acompanha o ritmo da difusão das inovações tecnológicas tem acarretado, como conseqüência, o fato de que as atividades que geram as mudanças tecnológicas e organizacionais nas empresas não são mais um simples subproduto do processo de produção. Elas necessitam de um contínuo e caro investimento em desenho do produto, engenharia da produção, controle de qualidade, treinamento de pessoal, pesquisa e desenvolvimento, teste de protótipos e plantas-piloto.

O processo de construção dessas competências tecnológicas e organizacionais nas firmas requer um amplo e constante acesso às fontes de informações básicas para o desenvolvimento dessas competências. Mas isso só não basta. É preciso transformar as informações em conhecimento das

empresas, para que elas possam desenvolver seus próprios sistemas de aprendizado tecnológico e organizacional. Para isso, é necessário que as empresas tenham acesso, também, aos meios para a transformação dessas informações em conhecimento e em competências das firmas (Patel e Pavitt, 1994: 3). Dessa forma, torna-se vantajoso o estabelecimento de departamentos específicos, permanentemente engajados em atividades de P&D.

As atividades de pesquisa científica, dentro e fora das firmas, produz um outro insumo, que é menos direcionado a um objetivo definido e menos orientado para o lucro. A pesquisa científica, algumas vezes, produzirá resultados que não foram previstos nem estavam sendo diretamente procurados pelas empresas. Isso adiciona, para a mudança tecnológica, uma dimensão de dinamismo e radicalidade extremamente importante, que resulta em descontinuidades nas trajetórias tecnológicas cumulativas, criando as bases para o surgimento de novos paradigmas tecnológicos, com mudanças nas rotinas básicas de funcionamento das empresas<sup>21</sup>.

Entretanto, é importante ter em mente que nem todas as atividades e investimentos feitos pelas firmas em inovação são realizadas pelos laboratórios de P&D ou são contadas como P&D. Dependendo do setor industrial, do tamanho das empresas e do tipo de atividades de inovação na qual as firmas estão engajadas, uma maior ou menor parte dos gastos em inovação serão computados ou não.

Um importante paradoxo surge no apoio governamental para a pesquisa básica, tradicionalmente justificado porque produz um tipo de conhecimento que não é apropriado nem exaurido privadamente e, em conseqüência, está sujeito ao subinvestimento das empresas. O caráter universal do conhecimento não exaurível pelo uso, faz com que os benefícios públicos da pesquisa básica superem seus benefícios privados e as firmas relutem em aumentar seus gastos nesta fase da inovação. Mas, ao mesmo tempo, sua crescente

importância para as novas tecnologias genéricas faz com que as firmas lentamente aumentem sua participação nesses gastos.

A importância do processo de aprendizado nas firmas tem, na possibilidade de apropriação do conhecimento produzido pelas fontes externas a elas, uma das suas mais importantes fontes. Dessa maneira, é possível dizer que: firmas aprendem com sua própria experiência de pesquisa, engenharia, desenho, produção e *marketing* e, também por uma variedade de fontes externas, tanto no país quanto no estrangeiro; firmas aprendem com outras organizações – universidades, laboratórios governamentais, agências de fomento para P&D, consultores, licenciadores, licenciados e outros; firmas aprendem com seus competidores, através dos contatos informais e da engenharia reversa.

A importância do processo de aprendizado a partir da produção e do *marketing*, juntamente com a P&D e desenho, ajuda a explicar porque a subcontratação da P&D não foi mais extensiva. Mowery (1983) mostrou, historicamente, como e porquê as firmas americanas confiaram crescentemente na sua P&D interna, mais do que contrataram os institutos de pesquisa científica e tecnológica externos à firma, que já eram bastante fortes nos EUA no final do século dezenove<sup>22</sup>.

Gibbons e Johnston (1974) mostraram a importância dos contatos informais entre os cientistas, na academia, e os pesquisadores e engenheiros das firmas, em várias indústrias, realçando que a profundidade e a frequência dessa interação variam com a natureza do processo de inovação em cada setor industrial. Winter (1987) vai mais adiante e ressalta o papel do conhecimento tácito e das destrezas dos técnicos das firmas, assinalando que as inovações incrementais, de um modo geral, passam despercebidas no processo de acumulação geral do conhecimento tecnológico nas empresas<sup>23</sup>. Stiglitz (1987) argumentou que a inovação

nas firmas é objeto de um contínuo processo de aprendizado interativo. Na mesma linha, Bessant (1993) enfatizou a importância do processo contínuo de inovação incremental. Freeman (1993a) analisou as indústrias química e de instrumentos científicos, concluindo que a habilidade para fazer uso das fontes externas de consultoria científica e tecnológica foi um dos maiores determinantes do sucesso das firmas nessas indústrias, isto é, foi específica de cada firma.

O processo de aprendizado tem revelado a importância dos fluxos de informação e conhecimento entre as firmas e nas firmas, a partir das fontes de conhecimento científico e tecnológico externas e dos usuários dos seus produtos e processos (e das firmas para eles). Mesmo estas características sendo gerais, deve-se tomar cuidado ao usá-las, porque algumas delas são mais específicas em certos setores industriais do que em outros.

Um outro ponto importante neste processo de inovação contínua é que os novos produtos e processos são consideravelmente modificados durante o processo de difusão<sup>24</sup>. A existência de inovações secundárias faz com que, em muitos casos, os ganhos das firmas derivem desse processo de aprendizado e das pressões competitivas engendradas por esses efeitos de atrelamento à inovação vitoriosa (Rosenberg, 1982b; Kline e Rosenberg, 1986: 294-299). Em muitos casos, essas modificações nas inovações de produto e processo são o resultado da interação entre fornecedores e usuários ou entre a oferta e a demanda, como Gibbons e Metcalfe (1986) mostraram.

Esta característica sistêmica do processo de inovação é um aspecto especial que deve ser enfatizado. Inovações não são eventos discretos ou produtos isolados, mas fazem parte de um sistema tecnológico que inclui habilidades técnicas, padrões de compatibilidade entre produtos, relações entre fornecedores e usuários, relações institucionais etc. Não somente as características técnicas e de engenharia são

cruciais, mas a infra-estrutura que apoia estas atividades é também decisiva para a velocidade de difusão da inovação. A despeito disso, as taxas de difusão variam em grande medida, entre as firmas, as indústrias e os países, especialmente por causa dos fortes laços sistêmicos da maioria das inovações – o que significa que nem sempre a firma e o país inovador é aquele mais rápido na difusão (Rosenberg, 1982b; Nelson, 1992).

As razões pelas quais o grosso das atividades de P&D é financiado e executado pelas firmas são as seguintes: depois que a tecnologia fica em uso por um período de tempo, para que o desenvolvimento da inovação prossiga de modo frutífero, precisa-se do conhecimento detalhado de suas forças e fraquezas, e das áreas onde os melhoramentos pagariam os retornos mais altos. Este conhecimento tende a residir naqueles que usam a tecnologia, geralmente as firmas e seus clientes e fornecedores: lucrar com a inovação requer a coordenação entre P&D, produção e comercialização, que tendem a ser muito mais efetivas dentro de uma organização que executa todas estas funções; a inovação incremental difere das inovações radicais pela sua própria natureza e nível de incerteza – incerteza também governa em relação aos impactos econômicos da inovação.

Este último ponto é decisivo devido ao impacto do processo de inovação sobre a performance econômica das firmas. Um novo produto pode falhar por razões técnicas ou por razões de mercado. Atender as necessidades dos seus potenciais usuários torna o produto um sucesso, aplicável em várias outras partes da economia. Por esta razão, algumas inovações, incrementais em termos técnicos, têm um impacto muito grande na economia. Por outro lado, uma inovação que é muito radical tecnicamente, podendo sinalizar potencialmente para um novo paradigma tecnológico, pode, por razões econômicas, ser prematura e ter um impacto muito limitado na economia. Segue dessa argumentação que muitas inovações serão radicais em apenas uma dimensão,

permanecendo secundárias na outra dimensão. Por isso, o processo de inovação nem é totalmente acidental, nem totalmente predeterminado pela estrutura econômica e a organização institucional<sup>25</sup>.

#### 4. O PAPEL DO SISTEMA EDUCACIONAL E DE TREINAMENTO

Existem grandes diferenças entre os países em seus sistemas formais e informais de educação e treinamento, que afetam suas capacidades de inovar. Essas diferenças incluem investimento em educação, matrícula de alunos nos cursos de ciência e engenharia, investimento em treinamento e educação de trabalhadores etc<sup>26</sup>. Outras diferenças são qualitativas e derivam das normas sociais e dos sistemas de valores, e do grau de igualitarismo versus elitismo de cada sociedade.

Sistemas de educação e treinamento fornecem para as firmas um fluxo de pessoas com os necessários conhecimentos e destrezas. Historicamente, o sistema educacional foi um dos pilares sobre o qual se baseou o processo *catching-up* da Inglaterra pelos EUA e Alemanha no final do século dezenove<sup>27</sup>. Uma das principais razões por que os dois últimos países se distanciaram do primeiro, nas indústrias emergentes da época, foi que os seus sistemas educacionais respondiam muito mais às necessidades da indústria (Lazonick, 1991: 31-32). Esta é uma função primordial desses sistemas, responsável pela forte capacidade do aprendizado cumulativo da Alemanha e do Japão (Patel e Pavitt, 1994). Pode-se dizer o mesmo da Coreia e Formosa, com relação ao Brasil.

Enquanto a capacidade de inovação em setores de alta tecnologia depende fundamentalmente da disponibilidade de pessoal treinado em pesquisa nas universidades, a indústria

necessita de uma enorme oferta de pessoal, competentemente educada, para ser treinada em um grande número de funções técnicas que não estão diretamente voltadas para a P&D. Este treinamento pode ser feito pelas próprias empresas ou por um sistema de treinamento externo às firmas fisicamente, mas em contato próximo com elas quanto ao conteúdo dos cursos. A forte base educacional é responsável pela maior capacidade de readaptação dos trabalhadores, em função do desemprego tecnológico, ou da necessidade de readaptação funcional, em presença de mudanças técnicas que acarretam novas habilidades.

Além disso, as universidades e instituições afins são o local onde uma considerável quantidade de pesquisa científica é feita nas disciplinas básicas, para as tecnologias em uso e para as futuras tecnologias, providenciando, dessa forma, o treinamento em pesquisa dos cientistas e engenheiros que serão contratados pela indústria (Nelson, 1992a: 352).

O benefício social da pesquisa científica, portanto, não é somente produzir uma grande quantidade de trabalhos científicos de alta qualidade (Nelson e Rosenberg, 1993: 362; Braben, 1989). Embora isso seja crucial tanto para os países na fronteira científica e tecnológica como para os que estão em processo de *catching-up*, a oferta conhecimentos técnicos incorporados em pessoal treinado em pesquisa é fundamental para a atividade de resolução de problemas, típica da inovação (Senker e Faulkner, 1991).

Essas habilidades técnicas, adquiridas pelo treinamento em pesquisa, são muito menos móveis internacionalmente do que a informação em artigos científicos e técnicos. Sendo assim, os países que investem no desenvolvimento dessas destrezas provavelmente se beneficiarão mais do que os que não o fizerem. Pesquisas recentes mostram que as companhias – mesmo os grandes oligopólios – fazem uso mais intensivo da base local de conhecimento público, no lugar daquela localizada fora do país (Hicks et alli, 1992a; Hicks

et alli, 1992b). Cientistas em instituições de pesquisas públicas são, também, uma fonte de assistência e ajuda para o trabalho técnico. Isto freqüentemente ocorre em áreas de desenvolvimento de métodos experimentais e instrumentação, os quais são setores de sobreposição e interação entre a pesquisa acadêmica e industrial (Price, 1984; OCDE, 1992b: cap. 1).

Mansfield (1991; 1992) chamou a atenção para o fato de que as inovações radicais neste século teriam sido impossíveis sem a anterior acumulação de conhecimento científico. Atualmente, alguns recentes avanços científicos jogaram um papel crítico durante o estágio de desenvolvimento da inovação, o que fortaleceu o papel do treinamento científico e das habilidades técnicas dos engenheiros.

Capacidade em pesquisa não é somente muito importante para inovações radicais; também o é para as inovações incrementais, por causa da necessidade de contínuo melhoramento, desenvolvimento e modernização dos produtos e processos que estão em uso. A diferença é que, para a inovação incremental, os resultados da pesquisa básica mais recente raramente serão significativos, exceto em umas poucas tecnologias, como a biotecnologia, onde a ciência é praticamente indistingüível da tecnologia.

Alguns países no final do século dezanove, como EUA e Alemanha e, atualmente, o Japão, foram capazes de igualarem-se aos líderes e, a partir daí, tomarem a dianteira, sem necessariamente liderar em pesquisa básica (Mowery, 1992b; Freeman, 1987; Hicks et alli, 1992a). Entretanto, vários estudos mostraram que os países em processo de *catching-up* necessitam da espécie de capacidade em ciência básica e educação enfatizada nesta seção – treinamento de pessoal técnico e alto nível em pesquisa e em engenharia, como parte dos seus SNI (Pavitt, 1993)<sup>28</sup>.

Em resumo, o papel das universidades e das instituições de treinamento é particularmente importante como um fornecedor de conhecimento incorporado em pessoas, isto é,

destrezas, métodos de pesquisa e resolução de problemas, que iluminam a importância do treinamento científico e técnico e facilitam a transferência de tecnologia. Se um país está em uma fase de *catching-up*, este papel será mais estratégico ainda, tendo em vista a importância da engenharia reversa e dos processos de aprendizado.

##### 5. A ESTRUTURA CONGLOMERADA DA INDÚSTRIA, A ORGANIZAÇÃO INTERNA DAS EMPRESAS E O RELACIONAMENTO ENTRE ELAS

Patel e Pavitt (1993), analisando as estratégias tecnológicas das grandes companhias – 686 maiores companhias tecnologicamente ativas do mundo –, mostraram que: elas dominaram o desenvolvimento tecnológico nos setores químico, elétrico-eletrônico e automobilístico; elas são fortemente influenciadas pela suas competências tecnológicas acumuladas e pelas características dos seus países de origem; as decisões dos gerentes influenciam os recursos financeiros e organizacionais destinados à acumulação de conhecimento e exploração da tecnologia pela companhia.

Em função disso, as estratégias de inovação das grandes firmas têm um considerável impacto nas atividades tecnológicas dos países, particularmente em setores onde a concentração industrial é elevada. Embora durante o processo de acumulação de capacidade inovativa elas tenham sido influenciadas pelo SNI do seu país natal, uma vez que elas tornaram-se líderes mundiais, as firmas passaram a ter uma forte influência na direção da trajetória tecnológica e das atividades de inovação em seus países de origem e nos países hospedeiros.

Os dados levantados por Patel e Pavitt (1992; 1994) mostraram que estas firmas conseguiram, nos anos oitenta,

mais de 50% das patentes concedidas nos EUA. A participação delas no total das patentes americanas foi de mais de 60% na maioria dos setores intensivos em tecnologia – química, eletrônica e automóveis – e em torno de 40% na maioria das áreas de engenharia mecânica. Além disso, a partir do final dos anos sessenta até a metade dos oitenta, as firmas tecnologicamente mais ativas executaram 90% das suas atividades tecnológicas, como função das patentes concedidas nos EUA, nos seus países de origem<sup>29</sup>.

É importante notar duas coisas na tabela 1: primeiro, praticamente todas as atividades de inovação das firmas japonesas são realizadas no Japão. Segundo, a proporção das atividades de inovação realizadas pelas firmas americanas no exterior é baixa, apesar de elas serem as firmas transnacionais dominantes desde a década dos vinte e trinta deste século, o que confirma seu conceito como firmas nacionais com operações internacionais, elaborado por Hu (1992), ao menos no que se refere a inovação. Na mesma linha de argumentação, Cantwel (1992) mostrou que a participação da produção externa das companhias transnacionais tem sido sempre maior do que a participação das atividades tecnológicas externas.

O comportamento estratégico das grandes firmas guarda uma estreita correlação com os níveis agregados e tendências das atividades tecnológicas nos seus países de origem, e constitui um mecanismo institucional de influência recíproca entre o SNI e as grandes firmas. Resumindo, a maioria da P&D das grandes firmas é realizada domesticamente e a taxa e a direção da acumulação tecnológica são, ambas, pesadamente influenciadas pelos mecanismos de indução locais.

Apesar da ausência de uma satisfatória teoria para explicar a performance tecnológica das grandes, médias e pequenas firmas, alguns pontos podem ser levantados a este respeito, seguindo as indicações de Nelson (1991), Chandler

**TABELA 1**  
**ORIGEM DAS PATENTES DAS GRANDES FIRMAS**

| Nacionalidade das firmas | no país | no exterior | das quais: |        |       |        |
|--------------------------|---------|-------------|------------|--------|-------|--------|
|                          |         |             | USA        | EUROPA | JAPÃO | OUTROS |
| Japão (143)              | 98,9    | 1,1         | 0,8        | 0,3    | -     | 0,0    |
| USA (249)                | 92,2    | 7,8         | -          | 6,0    | 0,5   | 1,3    |
| Itália (7)               | 88,1    | 11,9        | 5,4        | 6,2    | 0,0   | 0,3    |
| França (26)              | 86,6    | 13,4        | 5,1        | 7,5    | 0,3   | 0,5    |
| Alemanha (43)            | 84,7    | 15,3        | 10,3       | 3,8    | 0,4   | 0,7    |
| Finlândia (7)            | 81,7    | 18,3        | 1,9        | 11,4   | 0,0   | 4,9    |
| Noruega (3)              | 68,1    | 31,9        | 12,6       | 19,3   | 0,0   | 0,0    |
| Canadá (17)              | 66,8    | 33,2        | 25,2       | 7,3    | 0,3   | 0,5    |
| Suécia (13)              | 60,7    | 39,3        | 12,5       | 25,8   | 0,2   | 0,8    |
| Reino Unido (56)         | 54,9    | 45,1        | 35,4       | 6,7    | 0,2   | 2,7    |
| Suíça (10)               | 53,0    | 47,0        | 19,7       | 26,1   | 0,6   | 0,5    |
| Holanda (9)              | 42,1    | 57,9        | 26,2       | 30,5   | 0,5   | 0,6    |
| Bélgica (4)              | 36,4    | 63,6        | 23,8       | 39,3   | 0,0   | 0,6    |
| Todas as Firms (587)     | 89,0    | 11,0        | 4,1        | 5,6    | 0,3   | 0,9    |

Fonte: Patel e Pavitt (1993,1994). Adaptação do autor.

(1992), Patel e Pavitt (1992) e Teece (1992b): o propósito central das atividades de inovação da maioria das companhias é aprender sobre a performance e as características básicas dos produtos e processos que são novos para elas e, ocasionalmente, novos para o mundo; as competências para

realizar tais atividades desenvolvem-se cumulativamente e são parcialmente tácitas, na maioria das vezes, embora em alguns casos de inovações radicais existam claras descontinuidades; os resultados são incertos; é sempre mais acurado falar sobre tecnologias do que de tecnologia; conhecimentos e habilidades têm se tornado altamente especializados e suas aplicações altamente diferenciadas. Exemplo desta característica é o fato de que a habilidade para desenhar fármacos ajuda pouco no desenho de computadores ou automóveis e até mesmo de plásticos.

Como consequência destas características, a busca por inovações nas firmas são fortemente cumulativas e localizadas. O que as firmas fizeram no passado restringe a escolha do que elas podem fazer, com menos incerteza, no futuro. Desse modo, as firmas acumulam competências em diferentes velocidades e em diferentes direções, dependendo de onde elas começam, das suas capacidades para o aprendizado, dos incentivos e pressões dos competidores, fornecedores, usuários e das políticas governamentais (Mansfield, 1985; Dosi 1988a; Bell e Pavitt, 1992; Lazonick, 1993).

Se é verdade que as firmas e os países partilham suas competências tecnológicas, é importante verificar se algumas políticas e características institucionais influenciam ou obstruem a evolução das competências das firmas. Freeman (1987: 49-54), discutindo o SNI japonês, argumentou que o objetivo do MITI foi proteger, sem reduzir a competição entre as firmas japonesas, para criar as companhias mais fortes e com o maior capacidade competitiva possível<sup>30</sup>.

O sistema de estrutura conglomerada dos grandes grupos japoneses une as firmas industriais a um banco principal e a um grande número de outras empresas, formando uma rede de fornecedores e clientes, integrada do ponto de vista da produção, finanças e P&D. Esses conglomerados produziram uma grande vantagem sobre as outras formas de organização das grandes firmas. Estas vantagens estão relaciona-

das ao acesso ao financiamento para o investimento de longo prazo, renegociação dos débitos e estabilidade gerencial, o que facilita a inovação pela diminuição das incertezas. A maneira pela qual estes conglomerados estão organizados levaram-nos a alcançar as vantagens da integração vertical da organização Fordista (Chandler, 1962; 1990a), com a flexibilidade da descentralização. Seu objetivo é o estabelecimento de cooperação e troca de informação mútuas, a despeito da rígida hierarquia interna das empresas. É natural para as firmas afilhadas partilhar com cada banco uma visão comum sobre seus interesses. Os membros de um grupo industrial são coordenados através de suas ligações acionárias e equipes gerenciais de trabalho<sup>31</sup>. Assim, elas são capazes de partilhar instalações de pesquisa, pessoal técnico e capacidade de produção. Esta prática tem produzido um padrão no qual os membros do grupo, coletivamente, possuem um interesse em cada uma das empresas do grupo, o que, tacitamente, independentemente da formalidade legal, bloqueia a propriedade estrangeira<sup>32</sup>.

Os *keiretsu* e *chaebol* desenvolveram formas de relacionamento entre as empresas do grupo, não necessariamente nos mesmos setores industriais, o que, além de permitir uma coordenação das atividades entre fornecedores e clientes, propiciou uma coordenação entre firmas de diferentes indústrias, aumentando a coordenação das atividades de investimento na economia como um todo (Aoki, 1986; OTA, 1990, chap.5; OCDE, 1992b: cap.4 e 8; Ferguson, 1988,1990; Amsden, 1989, cap.5; Wade,1990, pp. 42-47 e 300-325; Hobday, 1990, 1993b).

As técnicas japonesas de gerenciamento da inovação parecem ter sido particularmente bem sucedidas no melhoramento contínuo de produtos e processos. A integração entre produção, comercialização e P&D tem originado o encurtamento dos tempos de vida e lançamento das inovações, e isto tem corrido cada vez mais como melhoramento da qualidade dos produtos para um nível superior ao de seus

concorrentes (Mansfield, 1988; Graves 1992; Womack et alli, 1992: cap. 2). Mas a maneira de adquirir estas competências gerenciais difere de acordo com o tamanho da firma. Nas grandes firmas, as competências específicas são profissionalizadas e especializadas. Uma tarefa essencial da gerência é a combinação delas em unidades efetivas para a inovação. Os principais fatores associados com uma bem sucedida integração inter-profissional (dentro da função P&D) e inter-funcional (entre P&D, produção e comercialização) são: amplas comunicações horizontais, rompendo com os limites formais da organização; proximidade física dos participantes; flexibilidade na definição das tarefas; ligações com fontes externas de conhecimento técnico, com os usuários e os fornecedores; autoridade claramente definida; ampla experiência profissional e conhecimento funcional da firma como um todo por parte dos gerentes, em adição à qualidade das atividades puramente técnicas.

O foco em uma integração muito próxima da produção com a P&D significa que a inovação de processo pode ser intimamente relacionada com inovação de produto, e que o projeto conjunto de ambas pode ser a principal contribuição das técnicas gerenciais japonesas para o processo de inovação. Aoki (1988; 1990) e Dore (1987) argumentaram que os métodos japoneses de gerenciamento são específicos e diferentes em muitos aspectos dos usados em firmas americanas e européias. Entretanto, um aspecto importante que está faltando na análise de ambos é que os métodos de gerenciamento japoneses estão bem adaptados para uso no paradigma da informática/microeletrônica, ao passo que as firmas européias e americanas estavam com seus métodos e estruturas organizacionais mais adaptados ao paradigma fordista. Womack et alli (1992: cap.1) também chamaram atenção para o fato de que ambos, o paradigma da produção enxuta ou "Toyotismo" e o paradigma da produção em massa ou Fordista, são nomes que se referem aos pioneiros da introdução desses métodos revolucionários na indústria

automobilística, que se tornaram os padrões universais de produção eficiente<sup>33</sup>.

Neste sentido, a chave para o poderio tecnológico das grandes firmas pode estar baseado nos laboratórios de P&D (produtos farmacêuticos, químicos e eletro-eletrônicos), no desenho e operação de sistemas complexos de máquinas e equipamentos (produção em massa, processos contínuos e equipamentos para grandes escalas de produção) e, crescentemente, no desenho e operação de sistemas complexos de processamento das informações<sup>34</sup>.

Até agora a importância da grande corporação foi ressaltada. Entretanto, existem algumas condições na evolução da estrutura industrial, nas quais as firmas menores são capazes de atuar competitivamente também. Nos estágios iniciais de uma nova estrutura industrial, as "novas firmas de base tecnológica" (NFBTs) executam um trabalho sem igual. Mas, na medida em que a tecnologia amadurece, os custos de P&D aumentam, fusões e aquisições acontecem e, em consequência, o processo de competição leva para uma concentração renovada da estrutura industrial<sup>35</sup>.

Além disso, existem problemas complexos na definição e classificação de pequenas e médias empresas (PMEs). A despeito desses problemas, quase todos os programas de governo que visam definir uma política de inovação industrial estão repletos de recomendações para elas, sem especificar o que se entende por PMEs ou NFBT's<sup>36</sup>.

As PMEs são tipicamente menos diversificadas em suas atividades tecnológicas e em suas cestas de produtos, do que as grandes firmas. Uma alta proporção de suas atividades de inovação são executadas formalmente fora dos locais destinados a P&D, isto é, com maior flexibilidade organizacional. As NFBTs são encontradas em setores que concentram as inovações de produto e têm sua dinâmica tecnológica baseada na sua habilidade em igualar a tecnologia que dominam com as necessidades dos clientes, usu-

almente com aplicações de alta performance. As tarefas centrais para a gerência estratégica são encontrar e manter um estável nicho de mercado, integrar a nova tecnologia progressivamente no desenho e desenvolvimento do produto e beneficiar-se sistematicamente da experiência dos avanços dos seus usuários.

A cooperação entre as firmas é um necessário suplemento para a competição. Uma forma de cooperação é a interação entre fornecedor e usuário. Em um crescente número de indústrias intensivas em conhecimento, outras formas de cooperação entre as firmas tendem a tornarem-se crescentemente importantes, como a interação entre as firmas no contexto dos relacionamentos das redes de inovação, incluindo a troca informal de conhecimento técnico (Hobday, 1990; 1993; Florida e Kenney, 1990, 1991, Saxenian, 1990, 1991; Teece, 1992a).

Nas firmas, a estrutura da produção define um conjunto de relacionamentos entre usuários e fornecedores, que condicionam o escopo e a direção do processo de inovação. Metcalfe (1988) chamou a atenção para o papel dos fornecedores no melhoramento do produto, na diversificação de novos modelos, no alargamento do mercado, trazendo novos temas para a P&D, no treinamento de usuários potenciais, e lidando com barreiras institucionais.

Um outro importante determinante do sucesso do processo de inovação coloca-se na natureza da intensidade da relação com os atuais e futuros usuários da inovação. No caso das inovações incrementais, este é um fator decisivo; para as inovações radicais, também é importante, porque os usuários podem, freqüentemente, tomar a liderança no estímulo e organização da inovação (Hippel, 1978; 1980; 1988; Cassiolato, 1992). Fluxos informais de inovação entre usuários e fornecedores são tão relevantes quanto os arranjos formais – e as firmas fazem uso de vários arranjos formais e informais, simultaneamente (Acs e Audretsch, 1990).

As novas tecnologias genéricas – informática, biotecnologia e novos materiais – levaram a uma explosão de novos arranjos cooperativos nos anos oitenta – com a informática sendo responsável pela maior parte – intensificaram a interface entre ciência e tecnologia e aumentaram a importância das redes externas para o processo de inovação (OCDE, 1992b: cap.3; Hagedoorn, 1990; Lastres, 1992).

As características de cada rede variam com o tipo de tecnologia e de inovação (produto, processo, serviço, organização, incremental ou radical), com o setor industrial e com o sistema nacional de inovação. Grande parte da evidência empírica aponta para a noção de que as redes podem ser explicadas mais em termos do comportamento estratégico das firmas do que em termos dos custos de transação (Hagedoorn e Schakenraad, 1990; 1992). O padrão preciso das redes de aprendizado tecnológico, externas e internas à firma, varia com o seu tamanho, mas todas as firmas, em maior ou menor grau, fazem uso dessas redes.

Outra forma de cooperação é o papel das redes de empresas inovadoras (rede dinâmica). Hobday (1993b:20) argumenta que a rede dinâmica do Vale do Silício é incapaz de realizar as principais recompensas das suas inovações. A rede dinâmica pode ser apropriada para os estágios iniciais do ciclo de vida do produto, mas faltam-lhe os necessários ativos complementares para assegurar que os lucros gerados revertam em favor da firma e sirvam para os estágios seguintes de crescimento e maturidade. Ressente-se de um processo intensivo de capacidades complementares, de escoadouro de mercado globais e dos grandes recursos financeiros para capturar as recompensas das inovações do mercado de massa, porque esses ativos tendem a estar incorporados em corporações amplamente integradas.

A posição de Hobday (1993b) critica a nova versão radical do conceito de redes dinâmicas, proposta por Miles e Snow (1986) e mais tarde usada por Saxenian (1990;

1991) para descrever a região do Vale do Silício. O conceito de rede dinâmica ressaltado por estes autores é uma nova forma de organização da produção, substancialmente diferente das formas anteriores e capaz de gerar uma estrutura industrial altamente competitiva, superior aquelas originadas pelo conglomerado Chandleriano ou pelo *keiretsu*. Estes autores propõem uma taxonomia da evolução histórica das firmas que é a seguinte: final do século dezoito / início do século dezenove: proprietário-gerente; meio do século dezenove / início do século vinte: integração vertical; metade do século vinte / até anos oitenta: estrutura divisional e matricial das organizações adequada para a produção em massa de bens industriais; anos oitenta: a rede dinâmica tornou-se a forma apropriada de organização industrial para a produção de alta tecnologia, constituindo um rompimento com as formas do passado.

A rede dinâmica é uma estrutura industrial verticalmente desintegrada<sup>37</sup>. Suas funções produtivas – desenho do produto, P&D, produção e distribuição – são executadas por firmas independentes cooperando conjuntamente. Intermediários ligam os parceiros, fornecendo as informações para os membros da rede e coordenando todas as operações. Os membros da rede dinâmica beneficiam-se de estruturas quase horizontais de organização e baixos níveis de burocracia. A estrutura organizacional permite que as firmas explorem suas distintas competências e tarefas para serem levadas a cabo com baixas despesas administrativas gerais quando comparadas com as estruturas verticalmente integradas. A rede é mantida junta pelos mecanismos de mercado, através de contratos por serviços e pagamentos por resultados<sup>38</sup>.

A idéia de rede dinâmica, o novo modelo flexível de produção, é contrastado com o conceito de eficiência industrial de Chandler (1990b) e Porter (1990b), baseado na exploração de economias de escala e escopo e produção em massa. Estas características das grandes organizações são consideradas como desvantagens no mercado, porque levam

à inércia burocrática, ao enrijecimento do processo de inovação, à aversão ao risco e a pobres respostas às necessidades do consumidor.

Entretanto, o funcionamento do mercado real recusa-se a ser submetido a alguma análise apressada. A despeito do crescimento do Vale do Silício, as firmas americanas produtoras de *chips* perderam um considerável terreno para as firmas japonesas, durante os anos oitenta (Ferguson, 1988; Hobday, 1990; 1993b): em 1986, o Japão ultrapassou os EUA nas vendas de semicondutores, um importante fator do poder competitivo das firmas. Em 1970, as firmas americanas detinham 80% das vendas de *chips*; em 1990, caiu para 34% e as japonesas alcançaram 46%; em 1989, as firmas japonesas produtoras de *chips* ocupavam quatro das cinco primeiras posições mundiais (NEC, Toshiba e Hitachi assumiram a liderança na indústria). Em memórias de acesso dinâmicas aleatórias (memórias de execução de rotinas-DRAMs), quatro das cinco líderes do mercado eram japonesas e uma coreana, com a indústria americana sofrendo uma deterioração da sua posição em relação ao Japão; em 1992, as firmas americanas – Intel<sup>39</sup>, AMD e Motorola – ganharam uma maior parte do mercado de *chips*. Intel tornou-se a maior produtora de *chip* do mundo, ultrapassando a japonesa NEC.

Intel, AMD e Motorola, porém, são grandes firmas. Elas possuem as competências para explorar um novo produto em larga escala, isto é, a combinação da tecnologia incorporada na inovação, ativos complementares e disponibilidade de financiamento. Indústrias de alta tecnologia necessitam crescentemente de estruturas de custo intensivas em capital, dominadas por gastos de P&D, redes de computadores, sistemas de produção altamente flexíveis e organização mundial para a comercialização e apoio técnico ao usuário. O padrão histórico de comportamento industrial sugere que as grandes companhias normalmente dominam os setores intensivos em tecnologia e os mercados globais em setores industriais es-

tabelecidos (Chandler, 1990b; Teece, 1986; Lazonick, 1991; Ferguson, 1988; 1990). Como Hobday argumentou (1993b:4):

*Whether or not the US will maintain its new found lead over Japan will depend on the capabilities of its Chandlerian corporations, rather than Silicon Valley and its network of innovators.*

## 6. A ORGANIZAÇÃO INSTITUCIONAL E A ESTRUTURA DO SETOR FINANCEIRO

A relação entre o sistema financeiro e o processo de inovação foi fortemente enfatizada por Schumpeter (1961) e, recentemente, King e Levine (1993: 734 -735) argumentaram que Schumpeter estava certo no que se refere a importância do financiamento e que os intermediários financeiros tornam possível a inovação tecnológica e o desenvolvimento econômico.

Os sistemas financeiros que pretendem influenciar positivamente o processo de inovação devem, primeiramente, conferir um grande peso à performance de longo prazo das firmas. Em segundo lugar, eles devem adquirir o conhecimento das firmas e reter a competência para a avaliação dos ativos intangíveis específicos das firmas. Isso significa que os sistemas financeiros que trabalham mais intimamente ligados com empresas produtivas serão capazes de preencher esses requisitos mais adequadamente do que aqueles baseados em uma relação mais distante. Em uma primeira aproximação, pode-se dizer que os sistemas financeiros japonês e alemão (Corbett 1990; Mayer, 1991b) preenchem esses requisitos entre os países avançados, assim como o coreano entre os NICs (Amsden, 1989: cap.6).

Outra característica é a relação muito próxima entre bancos e indústria, característica dos países de capitalismo tardio, como Alemanha e Japão, ou em rápido processo de diminuição das distâncias industriais e tecnológicas, como a Coreia do Sul (Ferguson, 1988; 1990; OTA, 1990). O relacionamento próximo entre firmas e instituições financeiras permite um maior conhecimento por parte destas últimas sobre o gerenciamento das firmas, seus objetivos de longo prazo e suas fontes de competitividade.

As ligações com os bancos permitiram que eles intervissem quando houvesse sinais de má administração ou riscos de falência. Estas operações de salvamento podem acarretar a remoção completa da alta gerência ou sua substituição por uma outra equipe de executivos de confiança do banco principal do grupo, trazendo com ela novos fundos para levar a cabo os investimentos necessários para a recuperação da empresa, e com autonomia para proceder as mudanças necessárias ao novel do processo de produção e da estrutura organizacional, para uma profunda reestruturação da empresa (Henderson, 1992).

A forma de organização em grupo ou conglomerada permite o uso de imensos recursos financeiros quando necessário, comprometidos com a performance de longo prazo da companhia, diminuindo a incerteza e a fragilidade financeira<sup>40</sup>. Isso exige que os bancos tenham um alto nível de conhecimento das operações das firmas, para que possam prestar sua ajuda antes que a fragilidade financeira se torne irreversível. Em contraste, as firmas operando em sistemas financeiros baseados em mercado de capitais não seriam capazes de levantar recursos para seus programas de investimento de longo prazo com tamanha facilidade, devido às pressões mais fortes do mercado de capitais para melhorar suas performances de curto prazo<sup>41</sup>.

Os grandes conglomerados japoneses podem dedicar mais recursos, como percentagem das suas vendas, do que

suas contrapartes americanas. O baixo custo do capital para o investimento de longo prazo em áreas estrategicamente importantes fez com que eles investissem pesadamente em instalações, equipamentos e P&D, para executar rapidamente as mudanças necessárias nas tecnologias<sup>42</sup>.

A avaliação de curto prazo das firmas pelas instituições financeiras, baseadas nos instrumentos convencionais de análise econômico-financeira para a concessão dos financiamentos, é completamente inapropriada para esta tarefa. Inovação é um ativo constituído de incerteza, longo período de tempo até produzir resultados, contínuo investimento em fatores intangíveis da firma e executado sem uma precisa noção da futura demanda de mercado. Os critérios convencionais de análise avaliarão negativamente estes fatores, porque eles levam em conta somente os resultados já alcançados, e não os processos em vigor na firma para a realização dos seus objetivos. Eles ignoram também os consideráveis benefícios intangíveis para a firma do desenvolvimento da inovação, em termos de aprendizado incorporado nas pessoas e nas instituições envolvidas, que capacitarão a companhia para futuros desenvolvimentos em um ambiente de trajetória dependente e de investimentos irreversíveis. Critérios convencionais baseados em técnicas de desconto de fluxo de caixa ou taxa interna de retorno são inapropriados, como no caso dos investimentos em inovação, que mudam o ambiente pré-existente, na medida em que produzem seus resultados.

Firmas – emergentes ou estabelecidas – não têm completa liberdade de escolha entre estratégias especializadas ou de amplo escopo, entre competição via preço ou qualidade, nem entre ser uma líder ou uma seguidora. Isto significa que, em muitos casos, não está claro, antes da inovação ocorrer, quem está na competição, onde ela começa e acaba, ou mesmo sobre o que é a corrida exatamente. Mesmo quando está claro, a firma pode começar pretendendo ser líder e acabar atrás, como seguidora. Conseqüentemente, na práti-

ca, os sofisticados algoritmos e modelos matematicamente complexos para um processo de tomada de decisão ótima são de utilidade limitada (Office of Science and Technology, 1993: 9). A explicação para isso é a considerável e irreduzível incerteza e a conseqüente inexatidão nas estimativas de custos, benefícios e probabilidades de sucesso da P&D e outras atividades de inovação. Cientistas e engenheiros preferem, na prática, ao invés disso, aderir a estimativas aproximadas, fórmulas simples, ao exercício do julgamento profissional e a contínuas revisões à luz da experiência (Freeman, 1982: cap.7; Keynes, 1973: cap. 12, Patel e Pavitt, 1992).

Se os critérios convencionais são aplicados acriticamente, eles resultarão em subinvestimento em tecnologia, privilegiando aquelas atividades mais próximas do mercado. Este talvez seja o caso nas firmas dos países anglosaxões. Mansfield (1989), comparando o investimento feito em robôs, nas firmas americanas e japonesas, centra-se neste ponto. A despeito disso, o uso de tais instrumentos financeiros inadequados é conseqüência, não causa, de modelos teóricos e de uma estrutura institucional míope e enviesada para o curto prazo<sup>43</sup>.

## 7. CONCLUSÃO

A continuidade nos SNIs é considerável, pelo menos no grau em que os objetivos básicos nacionais e as condições em que eles foram definidos tenham continuidade. Na França, Alemanha, Japão e Reino Unido, a continuidade institucional é marcante. As mesmas características institucionais, atualmente presentes, já estavam lá em 1890, apesar das grandes transformações econômicas e políticas que esses países sofreram depois da segunda guerra mundial. Os avanços nos padrões de vida, as mudanças na estrutura industri-

al, tudo isso não impediu que Japão e Alemanha se transformassem em potências econômicas de primeira grandeza (Chesnais, 1993, para a França; Keck, 1993, para a Alemanha; Odagiri e Goto, 1993, para o Japão). Nelson (1993: 509) ressalta os mesmos aspectos dos autores anteriores e, concordando com Walker (1993), argumenta que:

*Britain in 1990 continues many of the institutional characteristics fo Britain in 1890, although they seemed ro work better then than now.*

Mowery e Rosenberg (1993) e Mowery (1992a) assinalaram que, dos países com longas histórias de SNI, aquele que mudou mais institucionalmente foi os EUA. O papel do governo no financiamento da pesquisa nas universidades e na P&D militar só aconteceu depois da segunda guerra mundial, tendo pouco precedente anterior, e mudando profundamente a natureza do sistema de inovação americano.

A despeito dessas continuidades institucionais, permanecer competitivo não significa a mesma coisa em diferentes contextos nacionais e em diferentes setores industriais. Nos países desenvolvidos, para uma firma ser competitiva, é preciso ter continuamente um produto significativamente mais atrativo ou um melhor processo de produção do que as firmas dos outros países desenvolvidos. Isso não é necessariamente verdadeiro para as firmas dos países em desenvolvimento, porque elas não operam na fronteira tecnológica, ao menos durante o período de tempo em que durar o atraso. De fato, a maior parte do processo de inovação nos países em desenvolvimento envolve um processo de aprendizado da tecnologia estrangeira e sua adaptação para as condições locais de produção e demanda. Entretanto, em qualquer das duas categorias de países, estar competitivo requer um processo contínuo de inovação<sup>44</sup>.

Lundvall (1988) e Porter (1990b) propuseram que as firmas nas indústrias de um país competitivo tendem a ter fortes ligações interativas com seus fornecedores, que são

também firmas nacionais, e um imenso mercado interno para seus produtos.

O mercado interno, em todos os casos de sucesso competitivo, tem se mostrado um poderoso apoio para as firmas ganharem escala, experiência e segurança. Isto não quer dizer que a competição internacional não seja importante; pelo contrário. Mas vale ressaltar que a maioria da produção das firmas em um país está voltada para o seu mercado interno e que, como mostrado anteriormente, a maioria da P&D das TNCs é realizada nos seus países de origem. Uma das falhas da política de informática no Brasil foi não ter conseguido construir firmas fortes na indústria eletrônica, pela falta de uma concentração maior do setor e ausência de relações entre fornecedores e usuários. Na área onde isso foi possível - automação bancária -, as firmas brasileiras alcançaram nível internacional, sendo fator importante as relações entre bancos e firmas de automação bancária, inclusive pela propriedade destas últimas pelos bancos, em vários casos (Cassiolato, 1992). Entretanto, esse padrão parece ser bastante específico de cada setor industrial: as companhias farmacêuticas nos EUA e na Alemanha não parecem ter qualquer ligação particularmente forte com fornecedores, internacionais ou nacionais (Nelson, 1992). Na indústria aeronáutica, os produtores de componentes, crescentemente, estão localizados em outros países que não os das companhias projetistas e montadoras (Mowery, 1992; Hobday, 1993a).

Assim, como uma tentativa de iluminar essa discussão e torná-la mais prática, vale a pena comparar algumas características gerais dos SNIs da Coreia e Formosa com o do Brasil.

Os SNIs têm uma grande influência nas atividades tecnológicas das firmas, grandes, médias e pequenas, através das políticas explícitas para influenciar o desenvolvimento tecnológico e das políticas implícitas - muitas vezes mais importantes que as explícitas, ao formar um clima geral pro-

pício para a inovação. As políticas de regulação da competição, normas gerais de funcionamento do sistema financeiro, a qualidade do sistema educacional e de treinamento, e a orientação profissional dos gerentes formam uma base institucional que conforma a estratégia das empresas e o padrão de competição nos mercados. Estas e outras influências evoluirão no futuro, mas não diminuirão a importância dos SNIs em moldar a taxa e a direção da mudança tecnológica.

Uma economia onde as estratégias das firmas são determinadas, principalmente, pelos interesses de curto prazo dos acionistas, e o valor das firmas avaliado pelo mercado de ações, funciona diferentemente de um sistema econômico no qual as estratégias de longo prazo das firmas são determinadas pela alta direção e em que as transações financeiras são realizadas principalmente através dos bancos. A intervenção governamental é provável de ser mais eficaz no segundo tipo de economia, o capitalismo organizado, no conceito de Tavares et alii (1991), do que no primeiro tipo, o capitalismo anglo-saxão. Em grande parte por essas razões, o capitalismo organizado, instituído de um modo geral no Japão e na Alemanha, constituiu-se em uma forma mais competitiva de capitalismo, para os países em fase de *catching-up*.

Um ponto final diz respeito ao papel do SNI em um mundo cada vez mais globalizado. Em um mundo caracterizado por uma mudança nas suas fundações econômicas e com ausência de hegemonia<sup>45</sup> mundial, a habilidade dos sistemas nacionais em lidar com a mudança técnica e explorar as oportunidades que daí surgem parece ser muito divergente (Freeman e Perez, 1988). As diferenças e as performances divergentes dos SNIs são uma das causas das diferenças na competitividade tecnológica das empresas nos países avançados, assim como naqueles em desenvolvimento (Lundvall, 1992: Introdução; Freeman, 1993b; Patel e Pavitt, 1994: 24-26).

A imitação tecnológica deve ser um elemento central em uma estratégia de *catching-up*, mas a cópia ingênua deve ser evitada e o aprendizado institucional através das fronteiras deve ser estimulado, como fonte de criatividade e aprendizado. Especificamente, o histórico estabelecimento e desenvolvimento do moderno estado nacional foi um pré-requisito necessário para a aceleração do processo de aprendizado e para propiciar o processo de industrialização no século passado<sup>46</sup>. Hoje em dia, o processo de globalização está desafiando o papel dos estados nacionais, mas ainda está longe o dia do governo global. Fatores específicos dos países criam não somente as condições que determinam, quase por completo, o volume das atividades tecnológicas, como também os mecanismos de indução específicos que determinam as direções do processo de inovação. Isso confere vantagens específicas às firmas nacionais, que são refletidas nos padrões internacionais de comércio, produção e atividades tecnológicas relacionadas. Nesse contexto, as TNCs são corporações nacionalmente baseadas, produzindo e vendendo em muitos países, isto é, com operações internacionais (Hu, 1992). Entender e explicar seu comportamento requer o conhecimento específico do país de origem, do país hospedeiro, dos mercados de produto em que atuam e, particularmente, das tecnologias em que são dominantes.

## NOTAS

1. Os comentários e críticas que foram formulados no seminário "Sistema Nacional de Inovação: uma abordagem teórica", realizado no IEI/ UFRJ em 06/10/95, foram de extrema relevância para a melhoria do texto. As falhas e omissões que permaneceram são de exclusiva responsabilidade do autor.
2. É interessante notar que Lundvall (1992:16) afirma que Freeman foi o primeiro autor a usar explicitamente o conceito de SNI. Por outro lado, Freeman (1993b: 2) cita Lundvall como o primeiro a usar a expressão SNI.
3. Um interessante ponto, sugerido pelo Prof. Fábio Erber em seminário realizado no IEI/UFRJ, é a ligação teórica entre o conceito de produtor-usuário e o de baixa/alta tolerância da cadeia produtiva desenvolvida por Hirschman (1958).
4. Essa é a razão pela qual os métodos convencionais de alocação de recursos são incorretos e enganosos, quando aplicados para atividades que seguem trajetórias e que são irreversíveis.
5. Neste trabalho, quando for mencionado o termo P&D, ele estará significando a parte quantificável do processo de inovação, por definição mais estrita que a inovação como um todo.
6. Para o caso brasileiro ver Melo (1990; 1994; cap. 6), Coutinho e Suzigan (1991), Erber (1992), Fristchak e Guimarães (1993), Velloso (1993) , Villaschi (1992); Tigre (1993). Para os "Tigres Asiáticos" e o Japão ver: Amsden (1989), Wade (1990), Tavares et al. (1991), Burlamaqui (1989), Torres Fo. (1992), Lastres (1992), Hobday (1993a), Odagiri e Goto (1993), Kim (1993) ; Hou e Gee (1993); Evans (1993), Mowery (1993); Dahlman e Nelson (1993).
7. O autor reconhece a importância do conceito de setor industrial e complexo industrial para a noção de SNI e de política industrial. Porém, face à sua ampla utilização na literatura brasileira sobre este tema, e à pouca discussão sobre o conceito de firma nesta mesma literatura, apesar de sua importância, optou-se pela utilização deste último conceito como o organizador da análise.

8. Para uma discussão mais detalhada deste conceito, ver Melo (1994; cap. 5).

9. Esse é um tema recorrente na disputa teórica e empírica entre as diversas correntes de economistas, praticamente desde Adam Smith, que, pode-se dizer, a inaugura, com sua crítica aos mercantilistas. Para a discussão sobre a intervenção do estado na área da inovação industrial, consultar Erber (1988), que elabora uma estrutura teórica geral para o entendimento do padrão de intervenção governamental, no paradigma "Fordista", e estabelece uma conceituação para a intervenção no paradigma atual, casando o enfoque da teoria da regulação com o da competição neoschumpeteriana. Com relação aos NICs asiáticos ver: Amsden (1989, cap. 4 e 6), Wade (1990, cap. 1, 3 ed 4), para o Japão, Johnson (1982; 1988), Tavares et alli (1991) e Torres Fo. (1992). Freeman (1993b) e Reinert (1993) fornecem um amplo resumo histórico deste debate, especialmente em relação ao Estado como elemento constituinte do SNI. Coutinho e Suzigan (1991: cap. 5), Coutinho e Ferraz ( 1993: parte IV ) e Erber (1992) discutem o caso brasileiro.

10. A diversidade das formas de organização é uma característica essencial do padrão de evolução do capitalismo. Esta diversidade reflete um amplo espectro de formas organizacionais, que foram criadas de forma descentralizada, e a partir da qual as firmas se desenvolveram e cresceram influenciadas pelas tecnologias básicas, localização geográfica, tamanho do mercado, número de produtos etc. A diversidade organizacional, que é uma das características da heterogeneidade estrutural, é uma importante parte da dinâmica do processo de inovação e requer um entendimento especial da sua relação com as instituições financeiras (Birdzell e Rosenberg, 1987, caps 4 e 8; Rosenberg ,1992 ). Para uma detalhada análise de como funciona o SNI em quatorze países, ver Nelson (1993).

11. Para uma discussão sobre esses pontos ver: Rosenberg (1982b) e Teece (1986) para as vantagens e desvantagens dos *first-movers*. Para os processos de *catching-up* ver: Abramovitz (1986); Dosi e Freeman (1992); Mowery (1993), Wade (1990), Amsden (1989) e Hobday (1993a). Marx (1983: Vol. III: Tomo 1: 80) já havia ressaltado este ponto:

Os custos muito maiores com que, de modo geral, é operado um estabelecimento baseado em novas invenções, comparado com os do estabelecimento posterior, que se ergue sobre suas ruínas, *ex suis ossibus*. Isso vai até o ponto de os primeiros empresários geralmente abrirem falência e só florescerem os posteriores, a cujas mãos prédios, maquinaria etc. chegam mais baratos.

12. Zysman (1983: cap. 3; 1986 ) chamou a atenção para o fato de que os governos nem sempre têm sido bem sucedidos em *picking-up winners* na área de alta tecnologia. Cita o exemplo da indústria de informática na França, como caso de fracasso de uma política que foi usada em outros setores pelo Estado francês, com sucesso. No caso da informática, Zysman (op. cit.) argumentou que o dinamismo do setor e a necessidade de respostas ágeis por parte da empresas, assim como a estreita relação com os clientes, foram fatores que tornaram difícil para uma empresa estatal ter sucesso, ao contrário dos setores de industrialização pesada, onde a necessidade de capital é o fator fundamental na competição.

13. Para uma visão geral desse debate veja: Ferguson (1990); Engineering Management Review (1991); Harvard Business Review (1992); Dertouzos et alli (1990); Zysman (1992); Teece (1992a); Nelson (1992); Lazonick (1993); Krugman (1994). Veja Branscomb (1992) para uma análise, pasmem, da política tecnológica do governo Reagan.

14. Danigno (1993) estima em 20% do orçamento público para P&D, os gastos militares. Além disso, afirma o autor, se comparado com o gasto militar americano, dados os tamanhos relativos de ambas as economias, os gastos militares brasileiros seriam dez vezes os dos EUA.

15. Na área de aviação militar e civil é muito fácil de ver, pois as companhias Boeing, Macdonnel Douglas, Lockheed, British Aerospace, Dassault desenvolvem, de uma maneira geral, produtos militares e depois os adaptam para uso civil (Rosenberg, 1982: cap. 8 e Nelson , 1992: 363).

16. Freeman (1993b) argumenta que o trabalho de List (1831) foi o pioneiro na definição de SNI com as características atuais. Reinert (1993: 8-13) descreve o processo de domínio pela Inglaterra das tecnologias desenvolvidas na Europa continental, no final

do século dezessete, como um processo de *catching-up*, com forte intervenção da coroa inglesa. Além disso, aponta a obra de um pensador italiano, Antonio Sierra, de 1613, como um modelo dinâmico para a criação de riqueza sem os benefícios dos recursos naturais.

17. Sobre esse ponto, veja Amsden (1889: cap. 6), Wade (1990: cap. 1), e Cassiolato e Schmitz (1992: cap. 1). Para o reconhecimento do papel da intervenção do Estado, por uma fonte insuspeita, veja World Bank (1993b). Manter os preços errados é a abordagem para a intervenção governamental proposta por Amsden (1989) e Wade (1990).

18. Em Fajzynber (1988) encontra-se uma discussão do conceito de competição espúria e uma comparação da performance dos países da América Latina – Brasil, México e Argentina – com os países do Sudeste Asiático.

19. Patel e Pavitt (1992:7) argumentam que:

*...home countries matter to the technological strategies of large companies, which continue to perform most of their technological activities at home.*

20. O conceito de rotinas usado aqui é similar ao conceito de convenção de Keynes(1973: 152):

*The essence of this convention - though it does not, of course, work out quite so simply - lies in assuming that the existing state of affairs will continue indefinitely, except in so far as we have specific reasons to expect a change. This does not mean that we really believe that the existing state of affairs will continue indefinitely . We know from experience that this is most unlikely.*

Vale a pena comparar a citação de Keynes com a de Nelson e Winter (1982: 134-135), para uma comparação com a posição neoschumpeteriana:

*As a first approximation, therefore, firms may be expected to behave in the future according to the routines they have employed in the past. .... As a second approximation, firms may be expected to behave in the future in ways that resemble the behavior that would be produced if they simply followed their routines of the past.*

Em ambas as definições, convenção e rotinas, o comportamento dos agentes é guiado pela percepção de que o seu meio ambiente permanecerá inalterado. Mudança significa a capacidade de adaptação ao desconhecido. Envolve, portanto, incerteza quanto ao futuro, requer flexibilidade, isto é, o oposto do comportamento de rotina ou de convenção, porque ele acarreta uma situação na qual o novo conhecimento é necessário para lidar com a situação e, talvez, dependendo da radicalidade da mudança, o velho conhecimento é bastante inadequado para isso.

21. Rosenberg (1982c: 159) afirma:

*Technological considerations , I have argued, are a major determinant of the allocation of scientific resources. Thus, I suggest that a promising model for understanding scientific advances is one that combines the ÖlogicÔ of scientific progress with a consideration of costs and rewards that flow from daily life and are linked to science through technology.*

22. Custo de transação é uma explicação insuficiente. Mesmo nas firmas onde a contratação da P&D e o licenciamento de tecnologia são uma prática comum, elas são complementares à P&D interna, mais do que substitutas desta. De fato, um dos mais importantes achados da teoria neoschumpeteriana é a demonstração de que, raramente, o conhecimento tecnológico pode ser obtido pela retirada de uma tecnologia da prateteleira. Além disso, quase sempre requer um processo de modificação para ser usada eficazmente (Bell e Pavitt, 1992).

23. As principais fontes apontadas para a acumulação tácita de conhecimentos são: revistas técnicas, histórias das firmas e patentes. Fontes secundárias são: círculos de qualidade, prêmios para inventores e inventos etc. Essas são algumas das razões pelas quais as medidas formais de P&D são insatisfatórias para captar a medida exata das atividades de inovação (Winter, 1987; Bell, 1991; OCDE, 1991; Freeman, 1993a). Existe a necessidade de medir um conjunto mais amplo de serviços técnicos e científicos, incluindo desenho do produto, engenharia, levantamento de oportunidades, serviços de informação técnica e científica, consultoria, treinamento etc, para se construir um indicador mais confiável dos esforços de inovação.

24. Os modelos iniciais de difusão, dos anos cinqüenta e sessenta, que assumiam um produto inalterado difundindo-se através de um ambiente também inalterado, têm sido largamente deslocados por modelos mais complexos que incorporam as possibilidades de mudança, tanto no produto, quanto no ambiente. (Freeman e Perez, 1986; Freeman , 1987).

25. Uma ampla discussão do conceito de incerteza e expectativas relacionado com o processo de inovação é desenvolvida em Freeman (1982: cap.7), Rosenberg (1982c) e Dosi e Egidi (1991). Para ressaltar esse ponto, vale a pena citar esta passagem de Kline e Rosenberg (1986: 31):

*In the 1950s when the computer was still in its infancy, it was authoritatively predicted that all of America's future needs would be adequately catered by fewer than a dozen computers. Even earlier, Thomas J. Watson Sr., president of IBM and perhaps the most experienced person in the business, believed that a single computer (the Selective Sequence Electronic Calculator, built in 1947 and in operation at IBM's New York headquarters) could solve all the important problems in the world involving scientific calculations. He was reported to believe that computers had no commercial possibilities.*

26. Ver Villaschi, (1992: 284-289) para o Brasil; Patel e Pavitt (1994: 21-22) para países da OCDE .

27. O sistema educacional alemão, ainda hoje, é considerado o melhor da Europa e uma das fontes da sua vantagem competitiva, pela alta qualidade dos seus engenheiros e dos seus trabalhadores qualificados (Patel e Pavitt, 1994: 21-22 ).

28. Mais recentemente, a nova teoria do crescimento neoclássica aceitou o papel-chave do investimento intangível no desenvolvimento econômico (Romer, 1993; World Bank, 1991).

29. Porter (1990b) chega a conclusões similares sobre os fatores que determinam a vantagem competitiva. Mesmo para companhias competindo globalmente, as condições do país natal ainda importam enormemente para suas performances competitivas, porque uma alta proporção das atividades tecnológicas da corporação é realizada nacionalmente. Desse modo, as condições que

governam a oferta de dos recursos tecnológicos, as demandas nacionais pela mudança técnica e o grau de rivalidade competitiva, todos eles juntos, têm uma grande influência no "diamante" dos fatores competitivos de Porter (1990b), que realça esta idéia de poder interno de uma nação.

30. A intervenção do MITI pode ser melhor entendida pelo trabalho da *National Basketball Association (NBA)* nos EUA, que estabeleceu regras sobre o tamanho dos times, recrutamento dos melhores jogadores e o regulamento do jogo, para que atingisse uma maior igualdade entre os times e assegurasse um alto nível da competição.

31. As leis japonesas não permitem que os bancos possuam mais do que 5% das ações com direito a voto de uma empresa industrial. Entretanto, não existem regras para a participação acionária cruzada dentro de um grupo, nem para a propriedade de ações sem direito a voto.

32. Este é um ponto sempre esquecido na discussão. Se as firmas transnacionais são firmas nacionais com operações internacionais (Hu, 1992) e suas atividades de inovação são principalmente desenvolvidas nos seus países de origem, a nacionalidade das firmas é crucial, especialmente na fase de *catching-up*. Sobre este ponto, ver: Amsden (1989: cap.2) e Burlamaqui (1989) para a Coréia; Wade (1990: cap. 5) para Formosa; Coutinho e Suzigan (1991: cap.3 ) para o Brasil; Tavares et alli (1991) e Torres (1992) para o Japão; e Hobday (1993a; 1993b) para os países do Sudeste Asiático.

33. Ou vantagem do atraso, como foi batizado (Landes, 1969:229-230). Desde os anos setenta, foram realizados vários estudos mostrando que as condições para um processo de inovação bem sucedido estavam freqüentemente baseadas em um bom acoplamento entre desenho, desenvolvimento, produção e comercialização, sendo que muitas falhas podem ser atribuídas para a falta de comunicação e trabalho mais integrado entre P&D, produção e *marketing* (Freeman, 1982; Rothwell, 1974).

34. O autor está consciente dos perigos de analisar firmas sem referência aos seus setores industriais (Cassiolato, 1992; Erber, 1983).

35. Deve ser notado que a contribuição das pequenas firmas é exagerada em alguns relatórios de pesquisa, pelo engano em não distinguir as "pequenas" subsidiárias, formadas pelo processo de tercerização das grandes firmas, que não são independentes destas, das pequenas firmas verdadeiras. Assim como falham em distinguir as inovações que são novas, para as firmas, daquelas que são novas para o mundo. Esta é uma distinção importante, realçada tanto por Nelson (1992), quanto por Freeman (1993a: 28).
36. Não cabe aqui uma discussão exaustiva sobre esse tema. Sobre o problema de definição, ver Amsden (1989: 161). Para uma discussão do papel das grandes firmas e PMEs no processo de inovação, ver Acs e Audretsch (1990), Patel e Pavit (1993) e Geroski (1991).
37. Saxenian (1990; 1991) argumentou que, na crise da metade dos anos 80, mais de 85 novas firmas de semicondutores surgiram, criando 25000 novos empregos e atingindo vendas de 2 bilhões de dólares, a despeito da queda de 35% nas vendas dos produtores de *chips*, dispensas de mais de 7000 empregados diretos e 20000 em empresas fornecedoras. Essa destruição criadora, no Vale do Silício, serviu de base para o conceito de rede dinâmica.
38. Em muitos aspectos, a rede dinâmica corresponde à idéia de especialização flexível (Piore e Sabel, 1984; Piore, 1993). Nos anos sessenta, existiram trabalhos que discutiram alguns desenvolvimentos que guardavam aspectos similares ao conceito de rede dinâmica (Hobday, 1993b). Freeman (1991) realiza uma extensa análise da bibliografia sobre redes de inovadores. Mas, como ressaltado por Hobday (1993b: 10), existem ao menos quatro tipos de redes discutidas na bibliografia, e se não houver uma discussão sobre sua distinção, haverá mais confusão do que entendimento sobre o conceito.
39. Atualmente a maior produtora mundial.
40. O conceito de fragilidade financeira é desenvolvido por Minsky (1982a ; 1982b)
41. Mayer (1991a) e Corbett (1990) também enfatizaram este ponto. Ainda mais, eles ressaltaram que um meio ambiente mais

- tranquilo facilita a estabilidade do controle das firmas, diminuindo as ameaças de perda do controle por grupos externos às mesmas. Goto (1982) explicou, em termos de custos de transação, o relacionamento das firmas dentro do *keiretsu*, ressaltando os seguintes pontos: a redução dos custos de acesso à informação em um período de rápida mudança estrutural; ineficiência do mercado nas transações para bens intermediários, quando especificações detalhadas variam e as negociações podem ser longas e complexas e a incerteza alta; fraqueza de um dos dois, mercado de capitais externos ao grupo ou dentro das firmas organizadas em divisões, em relação ao conhecimento sobre as oportunidades de investimento e as escalas dos recursos para os novos desenvolvimentos. A análise de Goto é muito influenciada por Williamsom (1975).
42. Não existem produtores especializados de semicondutores no Japão. Eles são desenvolvidos e produzidos por grandes firmas eletro-eletrônicas integradas e não por pequenas ou médias firmas especializadas, típicas da indústria americana, o que tem sido apontado como uma das razões da sua perda de liderança para as conglomeradas firmas japonesas. Essa característica tem permitido que as firmas japonesas tenham investido de 20% a 25% das vendas em P&D consistentemente cada ano, explicando seu sucesso na área de circuitos integrados (Hobday, 1990; OTA, 1990, Ferguson 1990). O mesmo comentário pode ser feito sobre os grupos coreanos.
43. Para uma discussão do financiamento da inovação industrial, ver Melo (1994).
44. Para uma discussão do caso brasileiro de aprendizado tecnológico, ver: Erber(1983), Araújo Jr. (1985) e Tigre (1993).
45. O significado do conceito de hegemonia foi tomado emprestado de Teixeira (1993: 19-20). Ele significa a capacidade de um país difundir por todo o mundo seu padrão de organização da produção, distribuição, consumo e relações industriais, assim como abrir um espaço econômico e comercial para as economias subordinadas. Na política, significa a capacidade para dirigir o mundo por seu poder político de regulação dos conflitos, implícita ou explicitamente, o que torna a resolução dos conflitos uma questão de negociação, mais do que de guerra. O sistema capitalista atual está sofrendo um processo que separou as partes

política e militar da hegemonia, da sua parte econômica (as duas primeiras mantidas pelos EUA e a última pelo Japão). Dessa maneira, torna-se difícil falar de qualquer ordem internacional estável, com qualquer sentido significativo.

46. Ver Reinert (1993) e Freeman (1993).

## REFERÊNCIAS

- Abramovitz, M. (1986) Catching-up, forging ahead, and falling behind, Journal of Economic History, no. 46, 385-406.
- Acs, Z. J. e Audretsch, D. B. (1988) Innovation in large and small firms: an empirical analysis. American Economic Review, vol. 78, no. 4: 678-690.
- Acs, Z. J. e Audretsch D. B., (1990) Innovation and Small Firms Cambridge MA: Massachusetts Institute of Technology.
- Amsden, H.A. (1989) Asia's Next Giant. Oxford: Oxford University Press.
- Aoki, M. (1988) Information, Incentives and Bargaining in the Japanese Economy. New York: Cambridge University Press.
- Aoki, M. (1990) Towards an economic model of the Japanese firm. Journal of Economic Literature, vol.28, pp. 1-27.
- Araujo Jr., J. T. (1985) Tecnologia e Mudança Estrutural: a experiência brasileira recente, Rio de Janeiro, IPEA.
- Arrow, K., 1962, The economics implications of learning by doing, Review of Economic Studies, vol. 29, no. 80.
- Bell, M. (1991) Science and technology policy research in the 1990s: key issues for developing countries, Brighton: University of Sussex/SPRU.

- Bell, M. and Pavitt, K. (1992), National Capacities for Technological Accumulation: Evidence and Implications for Developing Countries, Paper presented to the World Bank annual Conference on Development Economics, Washington, D.C., April 30 and May 1.
- Bessant, J. (1993) The lessons of failure: learning to manage new manufacturing technology. Int. J. Technology Management, Special Issue on Manufacturing Technology: Diffusion, Implementation and Management vol. 8, nos.2/3/4, pp. 197-215.
- Birdzell, L. E., and Rosenberg, N., 1987, A História da Riqueza do Ocidente, Rio de Janeiro, Record.
- Braben, D. W. (1989) Science and economic growth. Interdisciplinary Science Reviews, vol.14, no. 4, pp.341-144.
- Branscomb, L.M. (1992) Does America need a technology policy. Harvard Business Review, March-April, pp. 24-31.
- Burlamaqui, L., 1989, Condicionantes Socio-Políticos e Política Industrial na Coréia do Sul: Uma Avaliação Preliminar, Texto para Discussão no. 223, Rio de Janeiro, IEI/UFRJ.
- Cantwell, J. (1992) The internationalisation of technological activity and its implications for competitiveness. In: Grandstrand, O. et. al., Technology Management and International Business, Chichester: Wiley.
- Cardoso, F. H. (1985) Autoritarismo e Democratização. Rio de Janeiro: Paz e Terra.
- Carlsson, B. and Stankiewicz, R. (1991) On the nature, function and composition of technological systems. Journal of Evolutionary Economics, vol.1, pp. 93-118.
- Cassiolato, J. (1992) The user-producer connection in high-tech: a case study of banking automation in Brazil. In: Cassiolato and Schmitz (eds.) (1992) High-Tec for Industrial Development: Lessons from the Brazilian Experience in Electronics and Automation, London: Routledge.

- Chandler, A. D. (1962) Strategy and Structure: Chapters in the History of the Industrial Enterprise. Cambridge, MA: MIT Press.
- Chandler, A. D. (1977) The Visible Hand. Cambridge MA: Harvard University Press
- Chandler, A. D. (1990a) Scale and Scope: The Dynamics of Industrial Capitalism. Cambridge MA: Harvard University Press.
- Chandler, A. D. (1990b) The enduring logic of industrial success. Harvard Business Review March/April.
- Chandler, A. D. (1992) What is a firm? European Economic Review vol. 36, pp. 483-493.
- Chesnais, F. (1992) National systems of innovation, foreign direct investment and the operations of multinational enterprises, In: Lundvall (ed.) National Systems of Innovation. London, Pinter Publishers.
- Chesnais, F. (1993) The French national system of innovation, In: Nelson, R. R. (ed) National Systems of Innovation: a comparative analysis. Oxford: Oxford University Press.
- Corbett, J. (1990), Policy Issues in the Design of Banking and Financial Systems for Industrial Change, St. Anthony's College/University of Oxford and Nissan Institute for Japanese Studies, mimeo.
- Coutinho, L. G. e Ferraz J. C. (1993) Estudo da Competitividade da Indústria Brasileira. Campinas: MCT/FINEP/PADCT.
- Coutinho, L. G. e Suzigan, W. (1991) Desenvolvimento Tecnológico da Indústria e a Constituição de um Sistema Nacional de Inovação no Brasil. Campinas, Instituto de Economia, Universidade Estadual de Campinas.
- Dahlman, C.J. e Nelson, R.R. (1993) Social Absorption Capability, National Innovation Systems and Economic Development. Paper prepared for the United Nations University Institute for New Technologies (UNU/INTECH), Maastricht, June 21-23.

- Danigno, R. (1993) To the barracks or into labs? military programs and the Brazilian S&T policy. SPRU/University of Sussex, mimeo.
- Dertouzos, M. L., Lester, R. K. and Solow, R. M., coord.(1990) Made in America. New York, Harper Collins Publishers.
- Dore, R. (1987) Taking Japan Seriously: A Confucian Perspective on Leading Economic Issues. London: Athlone Press.
- Dorfman, N. S. (1983) Route 128: the development of a regional high technology economy, Research and Policy, vol. 12, 299-316.
- Dosi, G. (1988a) Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation, Journal of Economic Literature. vol. XXVI, 1120-1171.
- Dosi, G. e Egidi (1991) Substantial and procedural uncertainty, Journal of Evolutionary Economics, no. 1: 145-168.
- Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G. and Soete, L. (1988) Technical Change and Economic Theory, London, Pinter Publishers.
- Dosi, G. e Orsenigo, L. (1988) Coordination and transformation: an overview of structures, behaviours and change in evolutionary environments, in Dosi et alli (eds) Technical Change and Economic Theory, London, Pinter Publishers.
- Dosi, G. et alli, (1992) Technology and Enterprise in a Historical Perspective, Oxford: Clarendon Press.
- Dosi, G. e Freeman. C. (1992) The diversity of development patterns: on the processes of catching-up, forging ahead and falling behind. Paper prepared for the International Economics Association meeting, Varenna, 1-3 October.
- Engineering Management Review (1991) "Summary of the white paper on science and technology 1991. Engineering Management Review 19(4), Winter.
- Erber, F.S. (1983) Technological learning revisited. Texto para Discussão no. , Rio de Janeiro, IEI/UFRJ.

- Erber, F. S. (1988) A Transformação dos Regimes de Regulação: Desenvolvimento Tecnológico e Intervenção do Estado nos Países Industrializados e no Brasil, Tese de Prof. Titular, FEA/UFRJ.
- Erber, F.S. (1992) Desenvolvimento industrial e tecnológico na década de 90 - uma nova política para um novo padrão de desenvolvimento, Ensaio FEE, vol. 13, no. 1, pp.9-42.
- Evans, P. (1993) Three Tales of NICs and Computers: Reflections on the Political Dynamics of Technology Policy. Paper prepared for the United Nations University Institute for New Technologies (UNU/INTECH), Maastricht, June 21-23.
- Gibbons, M. e Johnston, R.D. (1974) The roles of science in technological innovation, Research and Policy, vol.3, no. 3, 220-242.
- Fajnzylber, F. (1988) Competitividad internacional: evolucione lecciones, Revista de la CEPAL, no. 36.
- Ferguson, C. H. (1988) From the people who brought you voodoo economics: beyond entrepreneurialism to US competitiveness, Harvard Business Review, May-June, pp. 55-62.
- Ferguson, C. H. (1990) Computers and the coming of U.S. keiretsu. Harvard Business Review, July-August, p. 55-70.
- Florida, R. L. and Kenney, M. (1988) Venture capital-financed innovation and technological change in the U.S.A. Research and Policy, vol. 17, 119-137.
- Florida, R. and Kenney, M. (1990) Silicon Valley and Route 128 won't save us. California Management Review, vol.33, no. 1: 68-88, Fall.
- Florida, R. and Kenney, M. (1991) W(h)ither flexible specialization, California Management Review. vol.33, no. 3: 136-142, Spring.
- Freeman, C. (1982) The Economics of Industrial Innovation. London: Frances Pinter.
- Freeman, C., e Perez, C. (1986) The diffusion of technical innovation and changes of techno-economic paradigms, Conference on Innovation Diffusion, Venice, May, mimeo.
- Freeman, C. (1987) Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan. London: Pinter Publishers.
- Freeman, C., (1988a) Diffusion: the spread of new technology to firms, sectors, and nations, in Heertje ed., Innovation, Technology and Finance, Oxford, Basil Blackwell.
- Freeman, C., (1988b) Introduction, in Dosi, G., et alli, ( eds), Technical Change and Economic Theory. London: Pinter Publishers.
- Freeman, C. (1988c) Japan: a new national system of innovation? in: Dosi, G., et al. (eds) Technical Change and Economic Theory. London, Pinter Publishers.
- Freeman, C. (1991) Networks of innovators: A synthesis of research issues, Research and Policy, vol. 20, p. 499-514.
- Freeman, C., (1993a), The economics of technical change: a critical survey article. Paper submitted to Cambridge Journal of Economics. February.
- Freeman, C., (1993b), The national system of innovation in historical perspective. Paper submitted to Cambridge Journal of Economics., May.
- Frischtak, R. e Guimarães, E. A. (1993) O sistema nacional de inovação. Trabalho apresentado no V Fórum Nacional . Rio de Janeiro, 03 a 06 de maio, mimeo.
- Geroski, P. A. (1991) Innovation and the sectoral sources of UK productivity growth, Economic Journal, vol.101, November, p. 1438-1451.
- Gibbons, M. e Johnston, R.D. (1974) The roles of science in technological innovation. Research and Policy, vol.3, no. 3, 220-242.

- Gibbons, M. and Metcalfe, J.S. (1986) Technological variety and the process of competition. Paper presented at Conference on Innovation Diffusion, Venice, May, mimeo.
- Goto, A. (1982) Business groups in a market economy. European Economic Review. pp. 53-70.
- Graves, A. (1992) International competitiveness and technological development in the world automobile industry. DPhil. thesis, Brighton: University of Sussex/SPRU.
- Hagedoorn, J. and Schakenraad, J. (1990) Strategic partnership and technological cooperation. In: Freeman, C. and Soete, L. (eds) New Explorations in the economics of Technical Change, London: Frances Pinter.
- Hagedoorn, J. and Schakenraad, J. (1992) Leading companies and networks of strategic alliances in information technologies, Research and Policy, 21 (2) pp. 163-191.
- Henderson R. (1992) Underinvestment and incompetence as responses to radical innovation: evidence from the photolithographic alignment equipment industry, Rand Journal of Economics, vol.24, no 2, Summer.
- Harvard Business Review (1992) Technology policy: is America in the right track? Harvard Business Review, 140-157: May-June.
- Hicks, D., et al. (1992a) Japanese corporations, scientific research and globalisation, DRC Discussion Paper 91, ESCR Research Centre, Brighton: University of Sussex/SPRU.
- Hicks, D. et al. (1992b) Science in Japanese companies. Japan Journal for Science, Technology and Society, vol.1: 108-149.
- Hilferding, R. (1985) O Capital Financeiro, São Paulo, Abril Cultural.
- Hippel, von E. (1978) A customer-active paradigm for industrial product idea generation. Research Policy, vol.7, p.240-266.
- Hippel, von E. (1980) The user's role in industrial innovation. In: Burton, D. and Godhar, J. (eds), Management of Research and Innovation, Amsterdam: North-Holland.

- Hippel, von E. (1988) The sources of Innovation. Oxford: Oxford University Press.
- Hirschman, A. (1960) A Estratégia do Desenvolvimento Econômico. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura.
- Hobday, M. (1990) Semiconductors: creative destruction or US industrial decline? Futures, July/August pp.571-585.
- Hobday, M., (1993a), Strategies of East Asian NICs in New technologies: Catching up in Electronics, Paper prepared for the project " Competitive Analysis of the Brazilian Economy", Finep/PADCT.
- Hobday, M. (1993b) The Limits of Silicon Valley: a critique of network theory, University of Sussex/SPRU, April, mimeo.
- Hou, C. e Gee. S. (1993) National systems supporting technical advance in industry: the case of Taiwan. In: Nelson, R. R. (ed) National Systems of Innovation: a comparative analysis, Oxford: Oxford University Press.
- Hu, Y. (1992) Global or stateless corporations are national firms with international operations. California Management Review, vol.34, no. 2, Winter, p. 107-126.
- Johnson, C. (1982) MITI and the Japanese Miracle: The growth of Industrial Policy, 1925-1975. Stanford, Calif.: Stanford University Press.
- Johnson, C. (1988) The Japanese political economy: A crisis in theory. Ethics and International Affairs, vol.2, pp. 79-98.
- Keck, O. (1993) The national system of technical innovation in Germany. In: Nelson, R. R. (ed) National Systems of Innovation: a comparative analysis, Oxford: Oxford University Press.
- Keynes, J. M. (1973b) vol. VII, in Moogdridge, D., The Collected Writings of John Maynard Keynes, London: Macmillan.
- Kim, L. (1993) National systems of innovation: dynamics of capability building in Korea. In: Nelson, R. R. (ed) National Systems of Innovation: a comparative analysis, Oxford: Oxford University Press.

- King, R. G. and Levine, R. (1993) Schumpeter might be right, World Bank working papers/WPS 1083, February.
- Kline, J. S. and Rosenberg, N. (1986) An overview of innovation. In: Landau and Rosenberg. The Positive Sum Strategy. Washington: National Academy Press.
- Krugman, P. (1990) Rethinking International Trade. Cambridge MA: MIT Press.
- Krugman, P., (1993) Comment on "Toward a counter-counterrevolution in development theory, in: The World Bank Proceedings of the world Bank annual Conference on Developments Economics 1992, The World Bank: Washington D.C.
- Krugman, P. (1994) Competitiveness: a danger obsession. Foreign Affairs: 28-40, March-April.
- Landes, D. S. (1969) The Unbound Prometheus, Cambridge: Cambridge University Press.
- Landau, R. and Rosenberg, N. (1986) The Positive Sum Strategy, Washington, National Academy Press.
- Lastres, H. (1992) Advanced materials and the Japanese national system of innovation, DPhil thesis, Brighton: University of Sussex:SPRU.
- Lazonick, W. (1991) Business Organisation and the Myth of the Market Economy. Cambridge. Cambridge University Press.
- Lazonick, W. (1993) Industry clusters versus global webs: organizational capabilities in the American economy. Industrial and Corporate Change, vol.2, no.1, 1-24.
- List, G. F. (1983) Sistema Nacional de Economia Política São Paulo: Abril Cultural.
- Lundvall, B. A., (1988) Innovation as an interactive process: from the user-producer interaction to the national system of innovation, in: Dosi et al. (eds) Technical Change and Economic Theory. London: Pinter Publishers.
- Lundvall, B. A., (ed.) (1992) National Systems of Innovation. London, Pinter Publishers.
- Lundvall, B. A., (1992), Introduction, in: Lundvall, (ed.) National Systems of Innovation: towards a Theory and of Innovation and Interactive Learning London: Pinter Publishers.
- Lundvall, B.A., (1993) User-producer relationships, national systems of innovation and internationalization, in: Foray and Freeman, (eds.) Technology and the Wealth of Nations, London and New York, Pinter Publishers.
- Mansfield, E. (1985) How rapidly does new industrial technology leak out? Journal of Industrial Economics, Vol. XXXIV, no. 2, 217-223.
- Mansfield, E., (1988) Industrial innovation in Japan and the United States, Science, vol. 241: 1769-1774.
- Mansfield, E. (1989) The diffusion of industrial robots in Japan and the United States, Research and Policy, vol. 18, pp. 1683-192.
- Mansfield, E. (1991) Academic research and industrial innovation, Research and Policy, vol.20, pp. 1-12.
- Mansfield, E. (1992) Academic research and industrial innovation; a further note, Research and Policy, vol.21, pp. 295-296.
- Marx, K. (1983) O Capital. São Paulo, Abril Cultural.
- Mayer, C. (1991a) Stock Markets, Financial Institutions and Corporate Performance, London, City University Business School, mimeo.
- Mayer, C. (1991b) The Functioning of the UK Financial System: What's Wrong with London?, London: City University Business School, mimeo.
- Melo, L. M. (1990) Sistemas nacionais de ciência e tecnologia. Anais das Primeras Jornadas Latino-Americanas y del Caribe sobre el Factor Tecnológico, las Estrategias de Desarrollo y el rol de la Preinversion. Programa BID/OPALC/CFI, Buenos Aires, março.

- Melo, L. M. (1994) O Financiamento da Inovação Industrial. Tese de doutorado. IEI/UFRJ. mimeo.
- Metcalfe, J. (1988) The diffusion of innovations: an interpretative survey. In: Dosi et al. (eds), Technical Change and Economic Theory, London: Pinter Publishers.
- Miles, R.E. and Snow, C.C. (1986) Organisations: new concepts for new forms. California Management Review, vol. 28, no. 3, Spring.
- Minski, H. P. (1982a) Inflation, Recession and Economic Policy. Brighton: Wheatsheaf.
- Minsky, H.P. (1982b) The financial-instability hypothesis: capitalist processes and the behavior of the economy, in: Kindleberger C. P. and Lafargue, J. P. (eds) Financial Crises: Theory, History and Policy. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mowery, D. C. (1983) The relationship between intrafirm and contractual forms of industrial research in American manufacturing, 1900-1940. Explorations in Economic History, 20, 351-374.
- Mowery, D. C. (1992a) The US national innovation system: origins and prospects for change. Research and Policy, vol.21, no. 2, p.125-145.
- Mowery, D. C. (1992b) Finance and corporate evolution in five industrial economies, 1900-1950, Industrial and Corporate Change. vol.1, no.1, 1-36.
- Mowery, C. D. (1993) Inward Technology Transfer and Competitiveness: The Role of National Systems of Innovation. Paper prepared for the United Nations University Institute for New technologies (UNU/INTECH), Maastrich, June 21-23.
- Mowery, C. D. e Rosenberg, N. (1993) The US national innovation system. In: Nelson, R. R. (ed) National Systems of Innovation: a comparative analysis, Oxford: Oxford University Press.
- Nelson R. R. (1959) The simple economics of basic scientific research, Journal of Political Economy. vol. 67, p. 297-306.
- Nelson, R. R. and Winter, S. G . (1982) An Evolutionary Theory of Economic Change. Cambridge, MA:, Harvard University Press.
- Nelson, R. R. (1988) Institutions supporting technical change in the United States, in: Dosi et al. (eds) Technical Change and Economic Theory, London, Pinter Publishers.
- Nelson, R. R. (1991) The role of firms differences in an evolutionary theory of technical change, Science and Public Policy, 16, no. 8, December, 347-352.
- Nelson, R. R. (1992a) National innovation systems: a retrospective on a study, Industrial and Corporate Change, vol.1, no.2, p. 347-374.
- Nelson, R. R. (ed) (1993) National Systems of Innovation: a comparative analysis, Oxford: Oxford University Press.
- Nelson, R. R. and Rosenberg, N. (1993) Technical innovation and national systems. In: Nelson, R.R. (ed.) National Systems of Innovation: a comparative analysis, Oxford: Oxford University Press.
- Odagiri H. and Goto, A. (1993) The japanese system of innovation: past, present and future. In: Nelson, R. R. (ed) National Systems of Innovation: a comparative analysis. Oxford: Oxford University Press.
- OCDE (1991) Science and Technology Indicators, Paris:OCDE.
- OCDE, (1992a) Industrial Policy in OECD Countries: Annual Review. Paris/OCDE.
- OCDE (1992b) Technology and the Economy: the key relationships. Paris: OCDE.
- Office of Science and Technology (1993) Returns to Reserach and Development. London: HMBS.

- Office of Technological Assesment (OTA) (1990), Making Things Better: Competing in Manufaturing. Washington D.C.
- Oxford Review of Economic Policy (1987), no.3 and no.4.
- R&D problemsnology Strategies and National Systems of Innovation, SPRU/University of Sussex, mimeo.
- Patel, P. and Pavitt, K. (1992), Corporate Technology Strategies and National Systems of Innovation, SPRU/University of Sussex, mimeo.
- Patel, K. and Pavitt, K. (1993) Corporate Technology Strategies and National Systems of Innovation, SPRU/University of Sussex, March , mimeo.
- Patel, P. e Pavitt, K. (1994) The nature and economic importance of national innovations systems. STI Review, no. 14: 9-32.
- Pavitt, K. (1992) Internationalization of technological innovation, Science and Public Policy, vol.19, no. 2119-123.
- Pavitt, K. ( 1993) What do firms learn from basic research? in: Foray and Freeman, eds., Technology and the Wealth of Nations, London and New York, Pinter Publishers.
- Perez, C., 1985, Microeletronics, long waves and world structural change: new prespectives for developing countries, World Development, vol.13 no. 3, 441-463.
- Perez, C. (1988) The Institutional Implications of the Present Wave of Technical Change for Developing Countries, Paper presented to the World Bank Seminar on Technology and Long Term Economic Growth, mimeo.
- Piore, M.J. e Sabel, C.F. (1984) The Second Industrial Divide, New York; Basic Books.
- Piore, M. J. (1993) The revival of prosperity in industrial economies: technological trajectories, organizational structure, competivity, In: Foray and Freeman, (eds.) Technology and the Wealth of Nations, London and New York, Pinter Publishers.

- Porter, M. E.(1985) Estratégia Competitiva. Rio de Janeiro, Ed. Campus.
- Porter, M. E. (1990a) The Competitive Advantage of Nations. New York: Free Press.
- Porter, M. E. (1990b) The competitive advantage of nations. Harvard Business Review, March-April: 73-93.
- Porter. M., (1992) Capital disadvantage: America's failing system, Harvard Business Review, September/October: 65-82.
- Price, D. S. (1984) The science/technology relationship, the craft of experimental science, and policy for the improvement of high technology innovation. Research and Policy, Vol. 13, 3-20.
- Reinert, E. S. (1993) Catching up from behind - a third world perspective on first world history. Paper prepared for the Conference on Catching up, Forging Ahead and Falling Behind - On the Dynamics of Technology, Trade and Growth, Oslo, May 14-16.
- Romer, P.M., (1993a), Two strategies for economic development: using ideas and producing ideas, in: The World Bank Proceedings of the world Bank annual Conference on Developments Economics 1992, The World Bank: Washington D.C.
- Rosenberg, N. (1976) Karl Marx on the economic role of science, In: Rosenberg, N., Perspectives on Technology. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rosenberg, N. (1982) Inside the Black-Box: Technology and Economics. Cambridge: Cambridge Univesity Press.
- Rosenberg, N. (1982b) On technological expectations, In: Rosenberg, N., Inside the Black-Box: Technology and Economics .Cambridge: Cambridge Univesity Press.
- Rosenberg, N.(1982c) How exogenous is science?. In: Rosenberg, N., Inside the Black-Box: Technology and Economics .Cambridge: Cambridge Univesity Press.
- Rosenberg, N., 1990, Why do firms do basic research (with their own money)? Research and Policy no. 19, 279-294.

- Rosenberg, N. (1992) Economic experiments. Industrial and Corporate Change Vol.1, no. 1, pp.181-203.
- Rothwell, R. et al. (1974) SAPPHO updated. Research and Policy, vol.3, no.5.
- Saxenian, A. (1990) Regional networks and the resurgence of Silicon Valley. California Management Review, vol. 33, no.:89-112,.
- Saxenian, A. (1991) A response to Richard Florida and Martin Kenney, "Silicon Valley and Route 128 won't save us", California Management Review, vol.33, no.3: 136-142, Spring.
- Schumpeter, J. A. (1961) The Theory of Economic Development. Cambridge, Mass., Harvard University Press
- Schumpeter, J. A. (1984) Capitalismo, Socialismo e Democracia. Rio de Janeiro, Zahar.
- Senker, J. and Faulkner, W. (1991) Industrial use of public sector research in advanced technologies. Brighton: University of Sussex/SPRU, mimeo.
- Stiglitz, J. (1987) Learning to learn: localised learning and technological progress. In: Dasgupta and Stoneman (eds) Economic Policy and Technological Progress, Cambridge: Cambridge University Press.
- Tavares, M. C., et al. (1991) Japão - Um Caso Exemplar de Capitalismo Organizado. Brasília:IPEA/CEPAL.
- Teece, D. J. (1986) Profiting from technological innovation; implications for integration, collaboration, licensing, and public policy. Research and Policy. 15, 285-305.
- Teece, D. J. (1992a) Foreign direct investment and technological development in Silicon Valley, California Management Review, vol. 34, no. 2 pp.88-106.
- Teece, D. J. (1992b) The dynamics of industrial capitalism: perspectives from Alfred Chandler's Scale and Scope. Paper presented at the MERIT Conference, Convergence and Divergence in Economic Growth and Technical Change. Maastricht; 10-12 December.

- Teixeira, A. (1993) O Ajuste Impossível: um estudo sobre a desestruturação da ordem econômica mundial e seu impacto sobre o Brasil. Rio de Janeiro: Edição do autor.
- Tigre, P. (1993) Industrial Policies in a Changing World: Brazilian Transition to a New Paradigm. Paper prepared for the United Nations University Institute for New technologies (UNU/INTECH), Maastrich, June 21-23.
- Torres Fo., E.T. (1992) A Economia Política do Japão- Reestruturação Econômica e seus Impactos sobre as Relações Nipo-Brasileiras. Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Economia Industrial da UFRJ. Rio de Janeiro: mimeo.
- Velloso, J. P. R. (1993) Inovação e Sociedade, artigo apresentado no V Forum Nacional, São Paulo, 03-06 maio.Mimeo.
- Villaschi, A., (1992), The Brazilian National System of Innovation: Opportunities and Constraints for Transforming Technological Dependency. D. of Phil. Thesis, University of London.
- Wade, R. (1990), Governing the Market: Economic Theory and the Role of Government in East Asian Industrialization. New Jersey: Princeton University Press.
- Walker, W. (1993) National innovation systems: Britain, In: Nelson, R. R. (ed.) National Systems of Innovation: a comparative analysis. Oxford: Oxford University Press.
- Williamson, O. E. (1975) Markets and Hierarchies: Analysis and Antitrust Implications. A Study in the Economics of Internal Organization. New York: Free Press.
- Winter, S. G. (1987) Knowledge and competence as strategic assets. In: Teece, D.J. (ed.) The Competitive Challenge: Strategies for Industrial Innovation and Renewal. Cambridge MA: Ballinger.
- Womack, J., et alli (1992) A Máquina que Mudou o Mundo. Rio de Janeiro: Ed. Campus.
- World Bank (1991) World Development Report. New York: Oxford University Press.

## ÚLTIMAS PUBLICAÇÕES

- World Bank (1993a) Proceedings of the World Bank Annual Conference on Developments Economics 1992. Washington D.C: The World Bank.
- World Bank (1993) East Asian Economic Growth and Public Policy. Washington D.C: The World Bank.
- Zysman, J. (1983) Governments, Markets, and Growth: Financial Systems and the Politics of Industrial Growth. Oxford: Martin Robertson.
- Zysman, J. (1986) Financial Systems and Technological Innovation. Paper presented at the Conference on Innovation Diffusion, Venice, 17-21 March.
- Zysman, J. (1992) Trade, technology and national competition. International Journal of Technology and Management, Special Issue on strengthening Corporate and National Competitiveness through Technology, vol.7, nos 1/2/3, pp. 161-189.
356. BRITTO, Jorge. Reestruturação Industrial e Reformas Estruturais: uma Avaliação da Experiência Argentina. Rio de Janeiro: UFRJ/IE 1995 (50 pág.)
355. BRITTO, Jorge. Cooperação Inter-Industrial e Redes de Sub-Contratação: uma Análise do Modus Operandi das Relações de Parceria. Rio de Janeiro: UFRJ/IE, 1995 (54 pág.)
354. STUART, Rogério. O retorno dos fluxos de capital privado e o desenvolvimento econômico: questões teóricas face e uma conjuntura internacional adversa. Rio de Janeiro: UFRJ/IE, 1995. (45 pág.)
353. FAGUNDES, Jorge. As telecomunicações no Brasil: uma agenda para as políticas públicas. Rio de Janeiro: UFRJ/IE, 1995. (63 pág.)
352. FIORI, José Luís. Social liberalismo: bússola quebrada de Fernando Henrique Cardoso. Rio de Janeiro: UFRJ/IE, 1995. (23 pág.)
351. FIORI, José Luís. Tulipas, moedas e reformas: Três meses do governo FHC. Inclui os textos: "Que horas são?" e "Em busca do dissenso perdido". Rio de Janeiro: UFRJ/IE, 1995. (30 pág.)
350. HERMANN, Jennifer. Sistema de Pagamentos, Endogeneidade da Moeda e Papel do Banco Central. Rio de Janeiro: UFRJ/IE, 1995. (39 pág.)
349. SOTOMAYOR, Marilda. Mecanismos de admissão de candidatos à instituições; modelagem e análise à luz da teoria dos jogos. Rio de Janeiro: UFRJ/IE, 1995. (47 pág.)
348. OLIVEIRA, Adilson de. Innovation and energy conservation: electric motors in Brazil. Rio de Janeiro: UFRJ/IE, 1995. (44 pág.)
347. POSSAS, Mario Luiz. Política antitruste: enfoque shumpeteriano. Rio de Janeiro: UFRJ / IE, 1995. (40 pág.)

Reitor da UFRJ: Prof. Paulo Alcântara Gomes  
Decano do CCJE: Prof. José Antônio Ortega  
Diretor do Instituto de Economia: Prof. José Ricardo Tauile  
Coordenador de publicações: Prof. David Kupfer  
Projeto gráfico: Gláucia Aguiar  
Editoração: Jorge Amaro  
Ana Lucia Ribeiro  
Revisão: Carla Dieguez  
Impressão: Célio de Almeida Mentor  
Luiz Jorge de Araújo Góes  
Olávio da Silva Inacio

---

FICHA CATALOGRÁFICA

MELO, Luiz Martins de

Sistema Nacional de Inovação (SNI): uma proposta de abordagem teórica. / Luiz Martins de Melo. -- Rio de Janeiro: UFRJ / IEI, 1995.

69 p.; 21 cm (Texto para Discussão. IEI/UFRJ; n. 357)

1. Inovações Tecnológicas. 2. Pesquisa e Desenvolvimento. I. Título. II. Série.

SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| 1. Introdução  | 5  |
| 2. O Papel do Estado   | 9  |
| 3. O Papel da Estratégia de P&D das Empresas   | 15 |
| 4. O Papel do Sistema Educacional e de Treinamento   | 21 |
| 5. A Estrutura Conglomerada da Indústria, a Organização Interna das Empresas e o Relacionamento entre Elas | 24 |
| 6. A Organização Institucional e a Estrutura do Setor Financeiro   | 35 |
| 7. Conclusão   | 38 |
| Notas  | 43 |
| Referências Bibliográficas   | 52 |
| Últimas Publicações  | 69 |