

Sistemas de inovação: as contribuições das abordagens nacionais e regionais ou locais*

Jucélio Kretzer**

*Doutor em Engenharia de Produção
(PPGEP-UFSC), Professor Adjunto do
Departamento de Economia (UEM)*

Resumo

Discutem-se, neste texto, as razões pelas quais as abordagens dos sistemas de inovação têm-se tornado úteis para o estudo de inovações e mudança técnica, diante das diversas dimensões de análise da economia nos contextos nacional e local. Sistema de inovação é entendido de acordo com duas abordagens básicas: sistemas setoriais de inovação, que partem de um setor específico ou tecnologia e de sistemas construídos sobre algum tipo de proximidade geográfica — seja local, regional, nacional, continental —, ou, até mesmo, de sistemas globais de inovação; e sistemas nacionais de inovação, que não são apenas uma questão de delimitação geográfica, mas também o próprio Estado e o poder a ele ligado são importantes. Um sistema de inovação é caracterizado por um conjunto de interações entre diferentes atores, cujas organizações e atividades são governadas por instituições que limitam e incentivam as inovações.

Palavras-chave

Sistemas nacionais de inovação; sistemas setoriais de inovação; sistemas regionais de inovação.

* Artigo recebido em out. 2008 e aceito para publicação em jul. 2009.

** E-mail: jkretzer@uem.br

O autor agradece aos pareceristas anônimos pelas valiosas contribuições através de suas críticas e sugestões.

Abstract

In this paper it is discussed the reasons why approaches focusing Innovative Systems have become useful to study innovations and technical changes, before the several economical analysis dimensions occurring in different contexts in both levels, national and local. In this study, System of Innovation is understood by following two basic approaches: Sector Innovation Systems, that start in an specific sector or technology, and systems built on basis of geographical position—local, regional, national, continental, or even global systems of innovation—and National Systems of Innovation, which do not refer only to geographical position, but refer to innovations, in which the State, and the power entailed to the State, are significant aspects. A System of Innovation is characterized by a set of interactions between different actors, whose organization and activities are governed by institutions that limit, but stimulate innovations.

Key words

National system of innovation; sector innovation system; regional system of innovation.

Classificação JEL: O10, O25, O32, O38.

1 Introdução

Há pouco mais de duas décadas, vêm-se desenvolvendo, individual e coletivamente, vários estudos sobre sistemas de inovação (SIs), sob diferentes aspectos. A abordagem de sistemas de inovação tem contribuído para a construção de uma estrutura conceitual muito útil para a análise de inovação. Esse conceito se difundiu tão rapidamente que estudiosos da área e formuladores de políticas¹ em ciência e tecnologia vêm preocupando-se em capturar processos de inovação, seus determinantes e algumas de suas consequências (por exemplo, crescimento de produtividade e emprego) de uma maneira mais útil.

¹ Incluem-se, aqui, programas de pesquisa comuns entre universidades, OCDE, Comissão Europeia, UNCTAD, Banco Mundial, FMI, Academia de Ciência dos EUA e instituições de governo e centros de vários países.

Essa difusão do conceito de SI entre acadêmicos e formuladores de políticas, os quais geralmente vêm atuando em conjunto e buscando uma maior aproximação entre si, pode ser atribuída a algumas razões, especuladas por Lundvall *et al.* (2001, p. 3):

Uma das razões pode ser que a teoria e política macroeconômica dominante tem falhado ao fornecer um entendimento e controle dos fatores por detrás da competitividade internacional e do desenvolvimento econômico. Outra razão poderia ser que a extrema divisão de especialização entre instituições políticas e analistas políticos tenham se tornado igualmente um grande problema prático, sendo que um conceito analítico que ajudasse a superar estes problemas foi bem-vindo, ao menos entre aqueles responsáveis por política de inovação e ciência.

Na medida em que o conceito tende a se difundir nos meios acadêmicos e de formuladores de políticas, o tema crescimento e desenvolvimento econômico assume um caráter crítico diante de um contexto caracterizado pela chamada globalização. Em outras palavras, o foco sobre sistemas **nacionais** assume importância (e gera controvérsia), na medida em que as instituições (nesse caso, o Estado/Nação), ao se sentirem seriamente ameaçadas, iniciam um entendimento ou um reconhecimento de sua importância e de suas funções fundamentais em relação a certas atividades de inovação (Lundvall *et al.*, 2001). O Estado/Nação constitui um ambiente relevante para o aprendizado iterativo e a inovação (Gregersen; Johnson, 1997). Todavia os fatores que afetam a aprendizagem, a inovação, o uso e a difusão de tecnologias, bem como esses processos em si, tornam-se dependentes de capacidades locais (Cassiolato; Lastres, 2000).

Na análise da inovação, SI tem-se tornado um conceito amplamente aceito pelo mundo acadêmico e governamental. Entre os estudiosos da área, o SI é entendido de acordo com duas abordagens básicas: sistemas que partem de um setor específico ou tecnologia e sistemas construídos sobre algum tipo de proximidade geográfica — seja local, regional, nacional, continental — ou, até mesmo, sistemas globais de inovação. Os primeiros são chamados de sistemas setoriais de inovação (SSIs), cujas inovações são explicadas do ponto de vista tecnológico e, frequentemente, até mesmo baseadas territorialmente; são sistemas de inovação em nível local e regional. Sistemas nacionais de inovação (SNIs) não são apenas uma questão de delimitação geográfica, mas também o próprio Estado e o poder a ele ligado são importantes. Cada país tem uma dinâmica de inovações diferente. Em outras palavras, como um sistema de inovação é caracterizado por um conjunto de interações entre diferentes atores, como firmas e institutos de pesquisa, as instituições, as organizações e as atividades tendem, assim, a assumir uma importância central. Muitas políticas

públicas que influenciam o sistema de inovação são ainda designadas e implementadas em nível nacional.

Gregersen e Johnson (1997, p. 482) argumentam que “[...] sistemas nacionais de inovação podem ter sido importantes no passado, mas por causa da crescente internacionalização de muitos processos econômicos, eles estão perdendo lugar para os sistemas regional e local não afetados pelas fronteiras nacionais”. Isso não significa dizer que sistemas territoriais estejam deixando de existir e de ser relevantes, mas é possível afirmar que padrões de inovação são formados simultaneamente por ambos os fatores — setorial e territorial (por exemplo, nacional).

Os propósitos deste trabalho são discutir as razões pelas quais as abordagens de sistemas de inovação têm-se tornado úteis para o estudo de inovações e mudança técnica e destacar algumas análises que tornam promissora a perspectiva sistêmica de inovação dentro do tema crescimento e desenvolvimento, diante das diversas dimensões de análise da economia nos contextos nacional e local. Este trabalho está dividido em oito tópicos. No tópico a seguir, apresenta-se uma discussão sobre a origem da noção de sistemas nacionais de inovação. No terceiro, é apresentado o desenvolvimento do conceito de SNI. Em seguida, faz-se necessária uma interpretação do conceito de instituição, diante de seu papel central para os sistemas de inovação. No quinto, analisam-se os elementos importantes de sistemas de inovação, no que se refere à aprendizagem e à inovação. No sexto tópico, faz-se uma discussão sobre a noção setorial comparada com a noção nacional de sistemas de inovação, para se entender o conceito de sistemas regionais (ou locais) de inovação. Antes de uma breve conclusão, no sétimo tópico, faz-se menção a alguns estudos de caso sobre arranjos e sistemas produtivos e inovativos locais em algumas regiões do Brasil.

2 Sistemas nacionais de inovação

A origem da noção de SNI tem sido atribuída ao trabalho crítico de Friedrich List, **The National System of Political Economy**, publicado em 1841 (List, 1841). List teve o mérito de ter antecipado muitas teorias contemporâneas sobre sistemas nacionais de inovação. O autor considerava, ao contrário das ideias dos economistas clássicos, a importância da ciência, da tecnologia e das habilidades para a industrialização e o crescimento econômico das nações (Freeman; Soete, 1997; Nelson, 1993; Lundvall, 1992).

Ao analisar as economias alemã, inglesa e de outros países desenvolvidos, List (1841) argumentou que a indústria poderia estar ligada às instituições formais de ciência (em relação à física, à mecânica, à química, à matemática ou à arte

de *design*, etc.) e de educação (educação técnica e sistemas de treinamento). Além disso, outro ponto importante de sua análise, destacado por Freeman e Soete (1997, p. 297), está no reconhecimento da interdependência da importação de tecnologia estrangeira e desenvolvimento técnico científico. Nessas circunstâncias, List (1841) antecipa as características essenciais de trabalhos contemporâneos sobre SNI (papel da educação e instituições de treinamento, ciência, institutos técnicos, aprendizagem pela interação usuário-produtor, acumulação de conhecimento, promoção de indústrias estratégicas, etc.), em particular no que diz respeito às políticas industriais de substituição de importações. Em outras palavras, as nações poderiam não apenas adquirir conquistas de outros países mais avançados, mas também aumentá-las pelos seus próprios esforços, através do aprendizado tecnológico por parte do Estado/Nação (Freeman; Soete, 1997).

Observações sobre o sucesso de inovações nos Estados Unidos, no Japão e na Europa, na segunda metade do século XX, têm evidenciado que o sistema de P&D (“modelo linear” simplista de *science e technology push*)² não era a única fonte de inovações (geralmente associado a inovações radicais). A mudança técnica (produtos e processos novos e melhorados) dependia de muitas outras atividades, tais como educação, engenharia de produção, controle de qualidade e *design*. Em outras palavras, o sucesso de inovações, sua taxa de difusão e os ganhos de produtividade associados dependiam de todos os *feedbacks* em torno do mercado e da produção dentro do sistema de P&D. Assim, Edquist (1997, p. 1) entende que o processo através do qual as inovações tecnológicas surgem é extremamente complexo, pois depende da emergência e da difusão de elementos do conhecimento (por exemplo, com possibilidades científicas e tecnológicas), bem como da “tradução” destes dentro de novos produtos e processos de produção. Essa tradução é, por sua vez, caracterizada por mecanismos de *feedbacks* complicados e relações interativas, envolvendo ciência, tecnologia, aprendizagem, produção, política e demanda. Desse modo, no processo de mudança técnica, muitas melhorias de produtos e serviços são fortemente influenciadas pela interação com o mercado e com firmas relacionadas, tais como subcontratados, fornecedores de materiais e de serviços (Freeman; Soete, 1997; Lundvall, 1985, 1988 e 1992).

Destarte, vários estudos têm evidenciado experiências acumuladas de vários países, a partir dos anos 50 do século passado, que revelam diferentes características de sistemas nacionais de inovação. Ao contrário da União Soviética e de

² Processo pelo qual as inovações tecnológicas emergem e seguem um caminho linear da ciência básica à ciência aplicada e, depois, ao desenvolvimento e à implementação de novos produtos e processos (Edquist, 1997).

outros países do Leste Europeu, o sucesso japonês é frequentemente atribuído à cópia, à imitação e à importação de tecnologia estrangeira, por volta dos anos 50 e 60, ou seja, a presença de fatores qualitativos afetou o sistema nacional baseado na integração P&D e em produção e importação de tecnologias em nível da firma (Freeman; Soete, 1997; Rosenberg, 1992). O processo de difusão de tecnologias, em nível da firma, que assumiu lugar na economia mundial, nos anos 70, 80 e 90, tem revelado a crescente importância dos aspectos sistêmicos da inovação.

3 O conceito de sistemas nacionais de inovação

Segundo Lundvall et al. (2001), o conceito de sistemas nacionais de inovação está associado ao conceito de sistemas nacionais de produção de List (1841). Mas essa interligação intelectual, despropositada e independente, só foi percebida por Christopher Freeman e outros depois que o conceito se tinha tornado geralmente aceito. O conceito de List (1841) leva em conta um conjunto amplo de organizações (instituições formais), incluindo aquelas engajadas em educação e treinamento, bem como infraestruturas, tais como redes para o transporte de pessoas e *commodities* (Freeman, 1995; Lundvall et al. (2001). Isso representava uma nova concepção, em relação aos economistas clássicos da época (como Adam Smith), sobre a importância da ciência, da tecnologia e das habilidades (capital intelectual) no crescimento e na riqueza das nações.

Recentemente, alguns conceitos similares têm sido desenvolvidos, mas de forma independente do de List. Lundvall (1985) foi quem introduziu o conceito de sistema de inovação, sem o adjetivo nacional. Freeman (1987) trouxe o conceito de mercado doméstico para inovação. Foi, então, em Dosi (1988), que uma discussão mais organizada sobre sistemas nacionais de inovação foi feita em conjunto por Freeman, Lundvall e Nelson³.

Em termos de análise do caráter sistêmico da inovação em outros níveis da economia, surgiram, de acordo com Lundvall et al. (2001), na década passada, conceitos alternativos e/ou complementares à abordagem de sistema **nacional**: Cooke (1996) e Maskell e Malmberg (1999) introduziram o conceito de sistemas regionais de inovação; Carlson e Jacobson (1997) desenvolveram o conceito de

³ Freeman (1995) reconhece que Bengt-Ake Lundvall foi a primeira pessoa a usar o conceito de SNI, inclusive foi ele quem sugeriu o uso do termo no livro.

sistemas tecnológicos; e Breschi e Malerba (1997) desenvolveram o conceito de sistemas setoriais de inovação.

Diante de vários projetos de pesquisa e estudos⁴ sobre SNIs em diferentes países, como EUA, UK, França e Escandinávia, há um interesse crescente, tanto acadêmico quanto institucional, de aplicação (adaptação) desse conceito em países da América Latina, da Ásia e da África. Essa adaptação do conceito de SNI em países menos desenvolvidos deve ajudar, principalmente, a estimular o aprendizado político. Nesse sentido, Lundvall *et al.* (2001, p. 6) apresentam algumas sugestões de pesquisa que cubram todos os aspectos de: (a) construção de competências em atividades socioeconômicas; (b) entendimento do processo de aprendizagem interativo; e (c) captura da formação e evolução de sistemas de inovação.

4 Instituições

A importância das instituições para a inovação e o processo de aprendizagem assume lugar no contexto de SIs, na medida em que elas determinam a taxa e a direção de atividades inovativas (Lundvall *et al.*, 2001). Edquist (1997) acredita que o comportamento das firmas é também formado pelas instituições que limitam e incentivam as inovações. No sentido de Johnson (1992), Lundvall (2001, p. 9-10) define **instituições** como sendo “[...] normas, hábitos e regras que são profundamente integradas nas sociedades e elas cumprem um papel fundamental em determinar como pessoas se relacionam entre si e como elas aprendem e usam seus conhecimentos”. Em adição a essas instituições informais, o autor considera outros arranjos institucionais formais também importantes para o funcionamento da economia, como direitos de propriedade bem-definidos e implementados (direitos de propriedade intelectual, leis de contrato, instituições de arbitragem e acordos coletivos, e outras instituições de mercado de trabalho).

Nelson (1994), por outro lado, enfoca organizações formais ou “instituições de suporte” de diferentes tipos que se desenvolvem em resposta às mudanças de condições, incentivos e pressões econômicas, em um contexto de desenvolvimento de novas tecnologias ou indústrias⁵. Esse processo envolve não apenas

⁴ Nelson (1993), no livro intitulado **Sistemas Nacionais de Inovação: um Estudo Comparativo**, inclui estudos de caso dos SNIs em diferentes países. Lundvall (1992) trabalha com questões teóricas diferentes das de Nelson (1993) e evidências empíricas de apenas um país, a Dinamarca.

⁵ Para o autor, novas tecnologias induzem a pesquisas científicas para entendê-las e lançam as bases para seu desenvolvimento subsequente. O resultado pode ser a criação de novos

processos de mercado, mas a formação de organismos coletivos, decisões de organizações voluntárias, agências governamentais e ações políticas. Nelson (1994, p. 57) enfatiza que:

[...] a evolução de instituições relevantes a uma tecnologia ou indústria pode ser um processo muito complexo, envolvendo não apenas as ações de firmas privadas, mas também organizações como associações industriais, sociedades técnicas, universidades, cortes, agências governamentais, legislaturas, etc.

O mesmo raciocínio é válido para as indústrias maduras, que sofrem mudanças significativas, quando surgem novos desenvolvimentos na área. Segundo o autor, tais relações mostram que o desenvolvimento de tecnologias particulares tende a amarrar indústrias a universidades, promovendo, ambas, o pessoal treinado em campos relevantes e a descoberta de pesquisas, habilitando a tecnologia a avanços futuros (por exemplo, tecnologia orientada pela ciência). Nesse sentido, o processo de inovação deve ser entendido como cumulativo e complexo. Muitos fatores embutidos no processo de produção, utilização e difusão de conhecimento ocorrem no âmbito da firma. Na procura por inovações, as firmas interagem com outras organizações, como fornecedores, consumidores, competidores, universidades, institutos de pesquisa, bancos de investimento, escolas e ministérios de governo, para ganhar, desenvolver e trocar vários tipos de conhecimento, informação e outros recursos (Edquist, 1997).

Tudo isso demonstra que as firmas não inovam em isolamento; elas desenvolvem atividades inovativas estabelecendo relações (interações) umas com as outras e com outros tipos de organizações dentro de um contexto institucional. Em síntese, a abordagem de sistemas nacionais de inovação torna-se importante para se entender como muitas políticas públicas que influenciam o sistema de inovação ou a economia como um todo são ainda designadas e implementadas em nível nacional, ou seja, quão importantes são os aspectos políticos e as políticas de processos de inovação.

As questões acima levantadas devem ser levadas em conta, quando se pretende definir quais os elementos que delimitam SIs, em termos nacionais ou setoriais. Um problema enfrentado pelos estudos sobre SIs está em definir quais os componentes fundamentais do sistema em questão que são determinantes para a inovação. Nelson e Rosenberg (1993) acreditam que os atores institucionais, juntos, cumprem um papel importante em influenciar o desempenho

campos científicos relacionados àquela tecnologia. Por exemplo, o campo da metalurgia e das propriedades do aço; ciência da computação e computadores modernos; engenharia química e engenharia elétrica e indústrias relacionadas (Nelson, 1994, p. 56).

inovativo. Entretanto os formuladores de políticas não são capazes de criar e desenvolver sistemas de inovação.

As questões fundamentais nos trabalhos exploratórios sobre SIs são compreender e definir o grau de importância de diversos fatores, como o econômico, o social, o político, o organizacional, o institucional e outros, que influenciam o desenvolvimento, a difusão e o uso de inovações (Edquist, 1997). Em que pese ao grau de importância de cada um desses fatores, é geralmente aceito o papel das instituições nos processos de inovação. Instituições, neste texto, são entendidas como estruturas normativas (leis e regras), e não simplesmente como estruturas institucionais formais (regimes e organizações de vários tipos). Lundvall *et al.* (2001, p. 21) adotam um conceito amplo de SIs, que implica uma nova perspectiva de um conjunto amplo de políticas, incluindo política social, política de mercado de trabalho, política educacional, política industrial, política energética, política ambiental e política de ciência e tecnologia. Nesse sentido, as estratégias para um novo desenvolvimento social implicam coordenação em torno dessas áreas políticas, que, por sua vez, afetam a aprendizagem e a construção de competência.

Vale ressaltar-se que os estudos realizados sobre sistemas de inovação devem ser vistos com cautela, quando se pretende ou se tenta aplicar a abordagem de SIs em outros países. O conceito de SI foi aplicado pelas experiências de países desenvolvidos do Hemisfério Norte (Estados Unidos, Dinamarca e Suécia por exemplo). Lundvall *et al.* (2001, p. 18) advertem que “[...] ele tem sido usado para descrever, analisar e comparar sistemas relativamente fortes e diversificados com a sustentação institucional e de infraestrutura bem desenvolvidas de atividades inovativas”. Já no caso do Hemisfério Sul, a aplicação do conceito de SI poderia focar a direção de construção e promoção de sistemas. Além disso, as relações entre globalização e sistemas nacional/local necessitam ser devidamente pesquisadas.

A abordagem de SIs é aplicada a sistemas estabelecidos e não em construção. Outro aspecto que expressa a fragilidade dessa abordagem diz respeito à falta de tratamento dos aspectos de poder de desenvolvimento no Sul: “[...] taxas crescentes de aprendizagem e inovação podem conduzir a aumento de produtividade e renda, mas também à polarização em termos de renda e emprego” (Lundvall *et al.*, 2001, p. 18). Além disso, o autor destaca a importância da estabilidade no ambiente macroeconômico para o aprendizado interativo e a inovação. Por outro lado, a delimitação, em termos espacial ou setorial, do sistema de inovação mais apropriado depende muito dos variados propósitos ou objetos de estudos. Ambas as abordagens, a nacional e a setorial ou regional, devem ser vistas mais como complementares do que como mutuamente excludentes.

5 Sistemas de inovação

A abordagem de SIs vem sendo desenvolvida com a influência de diferentes teorias de inovação, principalmente teorias do aprendizado interativo e teorias evolucionárias. Em geral, SIs estão relacionados a processos de inovação, que são caracterizados pelo aprendizado interativo entre produtor e usuário (Lundvall, 1992) e por cumulatividade (dependência de caminho), diversidade e seletividade (Nelson; Winter, 1982; Nelson, 1987; Dosi, 1988).

Inovação tecnológica pode ser entendida além da simples referência, por Schumpeter (1939), às melhorias em técnicas de produção (função de produção) e produtos; inovações incluem, também, inovação organizacional, institucional e social. Inovações tecnológicas decorrem do processo de ambos — criação e difusão de novos conhecimentos traduzidos em produtos — e de processos economicamente significativos (Edquist, 1997; Nelson; Rosenberg, 1993; Lundvall, 1992; Carlson; Stankiewicz, 1995). Inovação é resultado de um processo de aprendizagem. Processos de aprendizagem, busca e exploração resultam em novos produtos, novas técnicas, novas formas de organização e novos mercados (Lundvall, 1992, p. 8). Aprendizagem consiste, de um lado, em um processo deliberadamente organizado, cujas partes envolvidas da economia, como universidades, institutos de pesquisa e departamentos de P&D, estão organizadas com a criação e a utilização de novos conhecimentos, e, de outro, em um subproduto quase involuntário de atividades econômicas normais, como, por exemplo, desenvolvimento, produção e *marketing* (Gregersen; Johnson, 1997).

Aprendizagem é, por certo, um fenômeno muito diversificado e amplo, que pode ser entendido de diferentes maneiras (por exemplo, aprender por fazer e aprender por usar); mas o processo de aprendizagem é caracterizado como sendo interativo e cumulativo. Aprendizado interativo é um tipo muito comum e a fonte dominante de inovação, pois os processos de aprendizagem dependem da habilidade em combinar e recombinar diferentes partes de conhecimento dentro de algo novo (Gregersen; Johnson, 1997). Em outras palavras, o processo de inovação é conformado pela interação entre várias organizações (firmas e outros agentes econômicos), operando em diferentes contextos institucionais (leis, regulações de saúde, normas culturais, regras sociais e padrões técnicos) (Edquist, 1997). Nesse sentido, inovação deve ser entendida como um sistema, cujos atores e certos fatores contextuais são todos importantes na criação e no uso de conhecimento para propósitos econômicos.

Existe, na verdade, uma distinção entre produção de conhecimento e utilização de conhecimento. Ou seja, muito conhecimento não é colocado em uso na economia, e a habilidade em utilizar conhecimento existente depende

não só dos atores e das organizações envolvidas em P&D e processos de inovação, mas também do papel crucial de políticas governamentais que ofereçam suporte (sistemas de serviços em tecnologias) para a distribuição e a utilização de conhecimento (Gregersen; Johnson, 1997; Edquist, 1997, Lundval, 2001). Esse suporte à aprendizagem pode ser cumprido pelo Estado através da promoção da

[...] conexão com, por exemplo, os meios de aprendizagem (escolas, sistemas de treinamento, etc.), os incentivos a aprender (direitos de propriedade intelectual, impostos e subsídios, suporte a redes de aprendizagem, etc.), acesso ao conhecimento relevante (biblioteca, base de dados, sistemas de serviços tecnológicos, sistemas de telecomunicações, etc.), redução do custo de esquecimento (retreinamento, mobilidade no mercado de trabalho, seguridade social, etc.)... (Gregersen; Johnson, 1997, p. 481).

Essa nova perspectiva da economia do aprendizado procura destacar a complexidade e a diversidade de fatores que influenciam os processos de inovação. As firmas não podem ser vistas isoladamente como inovadoras. Elas interagem entre si (fornecedores, consumidores, competidores) e com outras organizações (universidades, institutos de pesquisa, bancos de investimento, escolas, ministérios de governo, etc.), para ganhar, desenvolver e trocar vários tipos de conhecimento, informação e outros recursos (Edquist, 1997).

A conexão da inovação com aprendizagem depende das relações entre diversidade de fontes de conhecimento e sistema de comunicação. Na visão de Penrose (1959, p. 53), a aprendizagem é um processo por meio do qual as pessoas adquirem conhecimento. Segundo a autora, o conhecimento vem às pessoas de duas maneiras diferentes. O conhecimento pode ser formalmente ensinado, pode ser aprendido de outras pessoas ou de palavras escritas e pode, se necessário, ser expresso e transmitido a outros. O outro tipo de conhecimento é também resultado do aprendizado, mas aprendizado na forma de experiência pessoal. Com base nesse argumento, pode-se classificar, aqui, o aprendizado da firma de duas maneiras:

- a) **aprendizagem pela comunicação**, através de ensino ou treinamento, onde o conhecimento pode ser transferido a outros por meio de linguagem formal (conceitos, modelos, analogias, etc.) ou sistemática (documentos, reuniões, manuais, publicações, ensino formal, etc.). Esse tipo de aprendizagem depende de as pessoas se empenharem, deliberada ou voluntariamente, na busca por conhecimento; e
- b) **aprendizagem pela experiência**, através da experiência pessoal, individualmente ou em grupo (experiência comum), com a interação com outros recursos da firma. Aqui, a aprendizagem independe das pessoas, porque o conhecimento é adquirido automaticamente (tacitamente) pela

prática (conhecimento íntimo dos recursos, estrutura, história, operações e pessoal da firma).

Como o conhecimento é transmissível a todos em termos iguais, a diferença entre os dois tipos de aprendizagem está no fato de o primeiro envolver um sistema de comunicação, através do qual, devido a alguma imperfeição, diferentes grupos de indivíduos adquirem conhecimento em diferentes graus (Penrose, 1959). No que se refere à **aprendizagem pela experiência**, uma vez que o conhecimento acumulado é, em parte, tácito e que as tarefas para as quais tal conhecimento é aplicado são complexas e levemente estruturadas, os meios de comunicação mais efetivos e frequentes são o contacto pessoal e as discussões (Pavitt, 1992). Assim, as diferentes categorias de aprendizado comumente conhecidas podem ser incluídas nas definições de aprendizagem acima mencionadas, de acordo com a natureza do conhecimento (explícito ou tácito), conforme a seguir.

A **aprendizagem pela comunicação** inclui: (a) o “aprender por usar” (*learning-by-using*), que é interno à firma e está relacionado ao uso de produtos, máquinas e insumos (Rosenberg, 1982); (b) o “aprender dos fornecedores” (*learning-by-suppliers*), que é externo à firma, mas está envolvido no “aprender por fazer” (Pavitt, 1992) — entre os estágios de desenvolvimento e manufatura, estabelece-se uma série de relações comerciais ou financeiras interfirmas (Richardson, 1972) —; (c) o “aprender dos competidores” (*learning-by-competitors*), que é externo à firma e está relacionado à avaliação do desempenho (*spillovers*) dos competidores e de outras firmas da indústria (Malerba, 1992) — existem várias maneiras de se fazer isso, como, por exemplo, engenharia reversa para tecnologia de produto, e, inclusive, métodos bibliométricos para avaliar estratégias dos competidores (Pavitt, 1992, p. 221) —; (d) o “aprender do mercado”, que vem do conhecimento de mercados, gostos e atitudes dos consumidores, redes de serviços (*marketing*, distribuição, varejo, suporte pós-venda, etc.), dos preços, etc. — entre manufatura e *marketing* pode haver uma cooperação para o ajustamento entre oferta e demanda, bem como para determinação de especificações e desenvolvimento de ambos, processos e produtos (Richardson, 1972) —; e (e) o “aprender pela interação” (*learning-by-interacting*), que é externo à firma e decorrente da proximidade entre usuário e produtor de um dado produto, como partes envolvidas no processo inovativo (Andersen; Lundvall, 1988, p. 11).

A **aprendizagem pela experiência**, por sua vez, compreende: (a) o “aprender por fazer” (*learning-by-doing*), que é interno à firma e está presente no estágio de manufatura (produção), uma vez que o produto já tenha sido desenhado (Arrow, 1962). A aprendizagem, aqui, consiste no desenvolvimento de habilidades crescentes em produção, focalizando mais a redução real de trabalho por

unidade de produto e a produtividade — a estratégia, a longo prazo, de mover-se mais rapidamente (“mover-se primeiro”) é normalmente baseada nas experiências em economia de escala e economia de escopo (Chandler, 1992) —; (b) o “aprender por estudar” (*learning-by-studying*), que é interno à firma e está relacionado, principalmente, às atividades formalizadas de experimentação e avaliação em laboratórios de P&D (Pavitt, 1992) — inclui-se, aqui, o “aprender de avanços em ciência e tecnologias” relacionado à absorção de novos desenvolvimentos em ciência e tecnologia (Malerba, 1992) —; e (c) o “aprender pela falha” (*learning-by-failing*), que é também interno à firma e está relacionado à modificação de produtos falhados — o aprendizado é orientado pela experiência de mercado (Pavitt, 1992, p. 221).

Todos esses tipos de aprendizagem podem estar fortemente inter-relacionados. Aprender por fazer pode assumir lugar junto com aprender por usar. Aprender pela busca pode assumir lugar junto com a aprendizagem de avanços em ciência e tecnologia e com a aprendizagem por fazer e a aprendizagem pela interação, como no caso das indústrias de aviação, semicondutores ou capital/equipamento (Malerba, 1992, p. 848). Nesse contexto, os diferentes atores e agentes que interagem no sistema de inovação podem ser identificados de acordo com vários tipos de processos de aprendizagem com os quais eles estão envolvidos, incorporados em várias atividades econômicas usuais (Dosi; Teece; Winter, 1992; Gregersen; Johnson, 1997). Diferentes atores e agentes, tais como firmas e universidades, ao interagirem mais ou menos articulados com outras organizações (consumidores, fornecedores, competidores, etc.), formam, em conjunto, um arranjo produtivo e inovativo dinâmico. A proximidade, em termos tanto de distância quanto de espaço econômico, espaço organizacional e espaço cultural (Lundvall, 1992), é uma pré-condição para a diversidade dar suporte à inovação (comunicação) (Gregarson; Johnson, 1997).

6 Os conceitos de sistemas tecnológicos, setoriais e regionais de inovação

Outra abordagem similar à abordagem de SNIs chama-se sistemas regionais (ou locais) de inovação (Cooke, 1996; Maskell; Malmberg, 1999). Essa perspectiva se desenvolveu, a partir do trabalho de Carlson (1995) e seus colegas, como parte do programa de pesquisa liderado por Bo Carlson que aborda sistemas tecnológicos (STs).

A noção setorial, mais do que nacional, dos sistemas de inovação está associada à ideia de que sistemas tecnológicos são específicos para os vários

campos de tecnologias. Bo Carlson desenvolveu o conceito de STs dentro um programa de pesquisa realizado na Suécia, cuja estrutura analítica e empírica se baseia em sistemas específicos, como automação de fábrica, eletrônica e computadores, farmacêutica e tecnologia de pó (Edquist, 1997, p. 5).

Carlson e Stankiewicz (1995, p.111) definem ST como “[...] uma rede de agentes interagindo em uma **área econômica/industrial** específica sobre uma **infraestrutura institucional** particular ou um conjunto de infraestruturas e envolvida na geração, difusão e utilização de tecnologias”. Nessa abordagem, o conceito de inovações tecnológicas inclui *know-how* (*software*) e artefatos (*hardware*), e a noção de tecnologias, por sua vez, compreende também tecnologias de processo e de produto (Carlson; Stankiewicz, 1995; Nelson; Rosenberg, 1993).

Ao focalizar principalmente tecnologias, a abordagem de ST discute sistemas de inovação em níveis regional e setorial. De um lado, a delimitação de SI em dimensões geográfica e setorial pode estar restrita à região dentro de um país (área do Vale do Silício, na Califórnia, ou Rota 128, em Massachusetts), ou a um espaço supranacional (Integração Europeia) ou supranacional e regional dentro de um país ao mesmo tempo (como são partes da Alemanha, França e Reino Unido) (Edquist, 1997, p. 11). De outro, ao contrário da abordagem nacional, os STs assumem um caráter setorial, na medida em que são determinados por tecnologias genéricas (campos de tecnologias particulares). Portanto, STs constituem elementos de sistemas nacionais, bem como de sistemas regionais de inovação.

Enquanto, na abordagem de SNIs, as características estruturais de uma economia nacional, como sua estrutura de produção específica e infraestruturas educacional e técnica, influenciam fortemente um desempenho inovativo de uma firma, a abordagem setorial focaliza as características de inovação que são específicas à indústria e à tecnologia, ou seja, as condições de apropriabilidade, cumulatividade e apropriabilidade entre os setores (Guerrieri; Tylecote, 1997; Winter, 1984; Caccamo, 1998). Embora a abordagem de sistemas setoriais de inovação não negligencie o papel cumprido pelas organizações, as firmas privadas são atores centrais, na medida em que o processo de competição e seleção envolve principalmente firmas (processo de interação no desenvolvimento de artefato-tecnologia e processos de competição em atividades inovativas e de mercado).

Segundo Edquist (1997, p. 17), “[...] elementos de sistemas de inovação — tais como firmas e outros atores em nível ‘micro’ — se comportam e atuam muito diferentemente, com respeito às atividades inovativas em contextos diferentes, incluindo os nacionais”. O autor destaca, aqui, a forte influência dos diferentes ambientes estruturais no desenvolvimento de SIs, exemplificando que

firmas antigas e estabelecidas no Japão e na Coreia do Sul se têm diversificado dentro da produção de novos produtos intensivos em P&D em uma extensão bem maior do que firmas nos EUA e na Suécia.

O cruzamento das dimensões nacional e setorial permite, por exemplo, identificar as condições inovativas pelas quais diferentes países adquirem vantagem competitiva em setores específicos. Guerrieri e Tylecote (1997) procuram analisar as condições de sucesso da inovação em setores específicos, a partir da identificação de requerimentos característicos do setor associados às características de certos países avançados (EUA, Japão, Alemanha, França, Reino Unido, Itália, Suécia e Suíça). Os autores identificam vários requerimentos para o avanço tecnológico específicos ao país, em termos de requerimentos comportamentais e requerimentos externos. O primeiro representa interações de gerenciamento; o segundo refere-se às condições ambientais localizadas, como o nível de *expertise* apropriado no sistema de pesquisa, a oferta de graduados tecnicamente treinados principalmente no sistema educacional e o dinamismo do sistema financeiro (Caccomo, 1998). Juntos, tais requerimentos produzem algumas características setoriais que ajudam a classificar indústrias e países. Da mesma forma, pode-se identificar um conjunto de firmas que são ativas nas atividades inovativas de um setor, representando, dessa maneira, o chamado “sistema setorial de inovação”.

Além de tais requerimentos para o avanço tecnológico, Breschi e Malerba (1997) adicionam outras condições relacionadas às fronteiras da organização setorial e espacial de sucesso da inovação em setores específicos. A definição de sistema para esses autores é baseada na indústria ou no setor. Em outras palavras, sistemas de inovação setorial são baseados na ideia de que diferentes setores ou indústrias operam sob diferentes regimes tecnológicos. Esses regimes podem mudar ao longo do tempo, tornando a análise inerentemente dinâmica, que focaliza os relacionamentos competitivos entre firmas e considera explicitamente o papel do ambiente de seleção (Carlson et al., 1999).

Breschi e Malerba (1997) destacam o papel de um regime tecnológico — análise apresentada por Malerba e Orsenigo (1996), baseada em quatro fatores (atributos) fundamentais da trajetória tecnológica específica ao setor (condições de oportunidade, condições de apropriabilidade, graus de cumulatividade de conhecimento tecnológico e natureza da base de conhecimento relevante) — na determinação das fronteiras espaciais de conhecimentos das atividades inovativas de uma firma. Essa perspectiva serve para explicar como o regime tecnológico em questão condiciona a intensidade das relações envolvidas, em processo de interação, no desenvolvimento de artefatos e tecnologias e, em processo de competição, nas atividades inovativas de mercado. Portanto, os autores destacam

a importância das fronteiras geográficas de atividades inovativas, enfatizando o papel de conhecimento e as condições geográficas nesses processos.

Malerba e Orsenigo (1996) fornecem um elemento importante para se entender a dimensão local do processo de criação e difusão de inovações, isto é, a proximidade geográfica entre as empresas — a concentração local entre produtores permite uma maior interação entre os agentes.

Breschi e Malerba (1997) adicionam outro elemento a essa análise, que é a distribuição espacial (concentração ou dispersão) das firmas. Os autores relacionam as características de regimes tecnológicos setoriais com a formação de arranjos produtivos locais, ou seja, a conformação de arranjos de produtores geográfica e setorialmente concentrados depende de características dos setores. Em outras palavras, os processos de aprendizagem, concorrência e seleção agem sobre firmas localizadas em diferentes regiões (Garcia, 2001). Portanto, os autores sugerem que os limites geográficos dos sistemas de inovação, do ponto de vista setorial, assumem um caráter endógeno e são determinados pelas condições específicas a cada setor (regime tecnológico).

Tendo em vista a importância da história específica da evolução industrial de cada país na dinâmica da inovação e considerando que a combinação das diversas dimensões de um regime tecnológico contribui para a geração de diferentes padrões de SSIs, Breschi e Malerba (1997) propõem a distinção de cinco tipos de sistemas inovativos: em setores tradicionais, **muitos** inovadores estão geograficamente concentrados com **nenhum** conhecimento específico; na indústria mecânica, muitos inovadores estão geograficamente concentrados, cujas fronteiras de conhecimento são localizadas, formando distritos industriais; na indústria montadora, **poucos** inovadores estão geograficamente concentrados, com base de conhecimento **local fraca**; na indústria de computadores (*hardware*), **poucos** inovadores estão geograficamente concentrados, com fronteiras de conhecimentos **locais e globais**; e, na indústria microeletrônica, **muitos** inovadores estão geograficamente concentrados, com fronteiras de conhecimentos **locais e globais**.

Assim, as fronteiras espaciais (setoriais) de conhecimento das atividades inovativas das firmas, em diferentes setores, delimitam as áreas em que os inovadores podem estar geograficamente concentrados ou dispersos. Por outro lado, a especificação das fronteiras da organização setorial, bem como espacial, de atividades inovativas dentro de indústrias pode ser afetada por fatores específicos a tecnologias e específicos a países e regiões (Cacomo, 1998).

A investigação sobre a delimitação geográfica da atividade inovativa em um sistema de inovação envolve não apenas questões tecnológicas (fronteiras setoriais), mas inclui também outros aspectos, relacionados, em grande parte, ao grau de “coerência” ou “orientação voltada para dentro” com respeito aos

processos de inovação, como enfatiza Edquist (2001). Para adotar esse critério de especificação das fronteiras de um sistema regional de inovação, o autor sugere algumas condições possíveis:

Uma operacionalização possível deste critério pode ser um nível mínimo de *spill-overs* de aprendizado localizados (entre organizações), que é frequentemente associado com a importância de transferência de conhecimento tácito entre (indivíduos e) organizações. Uma segunda pode ser a mobilidade localizada de trabalhadores habilitados como transportadores de conhecimento, por isso que o mercado de trabalho local é importante. Uma terceira pode ser uma proporção mínima de colaborações entre organizações que conduzam inovações, caso sejam parceiras dentro de uma região. Isto é uma questão de redes localizadas, ou seja, a extensão na qual processos de aprendizagem entre organizações são interativos dentro de regiões (Edquist, 2001, p. 14).

A importância desses argumentos está em adotá-los como pressupostos básicos para se fazer a escolha da abordagem de sistemas de inovação mais adequada para a investigação em questão. Por exemplo, se o grau de coerência ou “orientação voltada para dentro” for muito baixo, não é apropriado considerar o país como tendo um sistema nacional de inovação (Edquist, 2001). Nessas circunstâncias, a abordagem setorial torna-se válida, pois ela admite que, em certos campos, como o farmacêutico, o sistema de instituições de suporte técnico a inovações pode ter uma cobertura muito pequena em relação ao sistema de instituições de suporte em outro campo, como a aviação, por exemplo (Nelson; Rosenberg, 1993; Edquist, 2001).

A consideração dessas dimensões do sistema de inovação representa uma tentativa importante de compatibilização das características de sistemas que assumem um setor específico ou uma tecnologia específica como ponto de partida e com as de sistemas que são construídos sobre algum tipo de proximidade geográfica — seja local, regional, nacional, continental — ou, até mesmo, sistemas globais de inovação.

A questão central e comum entre ambas as abordagens, SNI e SRI, está na estrutura de governança local envolvida no processo de geração e difusão de inovações, que torna a organização das inter-relações entre organizações um aspecto importante, em termos de proximidade. No SNI, é definido um grupo de características, em adição a outros fatores, por história, linguagem e cultura comuns presentes em um espaço geográfico. Considerando que **regiões** (territórios pequenos) têm envolvido sempre diferentes trajetórias, devido à combinação de forças política, cultural e econômica, a coerência e a capacidade de governança supralocal determinam o desenvolvimento de políticas de suporte a inovações (Cooke, Uranga; Etzebarria, 1997).

Diante dessa perspectiva, alguns aspectos organizacionais devem ser considerados nos sistemas de inovação, no que diz respeito à maneira como as firmas estão organizadas, à maneira como as firmas negociam com as outras, ao papel do setor público e à maneira pela qual sistemas de ciência e tecnologia e de P&D estão organizados (Cooke, Uranga; Etxebarria, 1997). A teoria evolucionária assume que, no processo de geração e difusão de inovações, muitos dos atores e organizações envolvidos em P&D e processo de inovação não são essencialmente governados pelas motivações em buscar lucro (como as firmas). Firms e organizações governamentais ou organizações privadas sem fins lucrativos, como universidade e laboratórios de pesquisa públicos, também interagem entre si de maneiras complexas, quando perseguem aprendizagem e inovações. Condições legais, regras e normas também afetarão significativamente a inclinação e as possibilidades de uma organização para inovar (Edquist, 1997; Nelson; Winter, 1982).

Segundo Vargas (2002, p. 65), SRI pode ser “[...] definido em termos de uma ordem coletiva baseada em formas de regulação microinstitucionais e condicionadas por elementos como confiança, intercâmbio e integração cooperativa”⁶. Cooke e Morgan (1998) e Morgan e Cooke (1994), por exemplo, apresentam um modelo que considera aspectos da estrutura produtiva e da infraestrutura institucional e de coordenação de aglomerações produtivas.

A respeito disso, Vargas (2002) destaca duas características-chave do modelo acima mencionado: infraestrutura de coordenação e inovação empresarial. A primeira refere-se à transferência de tecnologia que flui no âmbito do arranjo produtivo (supra)local, bem como aos fatores associados a ela, como fontes de financiamento, nível de especialização técnica e grau de coordenação. Nesses termos, a capacidade de governança supralocal torna-se importante para desenvolver políticas e organizações de suporte à inovação, no sentido de estimular condições locais (base de conhecimento) de absorção, assimilação e desenvolvimento de tecnologias em questão. A segunda característica relaciona-se ao nível de organização industrial típica do arranjo (relação entre pequenas e grandes empresas), em termos de números de empresas, tamanho delas, nível de integração (relações horizontais e verticais), origem do capital, formas de organização (associativismo) e conduta das empresas (interações formais e informais).

⁶ De acordo com Vargas (2002), esse conceito de sistema regional de inovação está fundamentado, em parte, na visão evolucionária sobre sistemas de inovação e incorpora ainda elementos teóricos oriundos das novas abordagens sobre nova ciência regional (Saxenian, 1994; Cooke; Morgan, 1994; Scott, 1995; Braczik, 1998).

Seguindo essa perspectiva, Cooke, Uranga e Etxebarria (1997) procuram analisar questões importantes relacionadas à presença, ou não, de inovação sistêmica em nível regional (e mesmo suprarregional), bem como em níveis nacional e global. Os autores focalizam três formas institucionais cruciais que revelam a capacidade do SRI: ambiente financeiro (financiamento das empresas, inovações e infraestrutura), aprendizagem e “culturas” produtivas que devem existir para facilitar inovação sistêmica, em nível regional. Em síntese, esses autores sugerem que:

[...] a melhor configuração de um Sistema Regional de Inovação pode ser avaliada a partir de uma perspectiva dual: (a) de uma abordagem regionalização, que relaciona a região à sua capacidade (jurisdição) de competência, avaliando seu grau de autonomia para desenvolver políticas e gerenciar os diferentes elementos que compõem o sistema regional, bem como à capacidade de financiamento para investimentos estratégicos em infraestrutura absolutamente necessárias para o desenvolvimento de processos de inovação; (b) da abordagem **regionalismo** relacionada à base cultural da região que proporciona a ela um certo nível de potencial sistêmico (Cooke, Uranga; Etxebarria, 1997, p. 489-490).

Destarte, a discussão de proximidade (delimitação geográfica e cognitiva) da atividade inovativa em um sistema de inovação pode envolver não apenas questões tecnológicas (fronteiras setoriais), mas também outros aspectos relacionados, como poder de governança ou grau de “coesão” institucional.

De um modo geral, as várias formas de abordagem de sistemas de inovação tentam descrever, entender e explicar os processos de inovação. Torna-se claro que os atores e suas interações, bem como os diferentes fatores contextuais, são todos elementos de sistemas para a criação e o uso de conhecimento.

Em resumo, a questão SNI/SRI, em termos de sistema, tem sido examinada sob dois ângulos: intelectualmente, é possível especificar-se um sistema de inovação em termos de modelo “abstrato”, para incluir elementos organizacionais (firmas e organizações) e ligação entre eles; e ligações podem ser especificadas em termos de fluxos formais (por exemplo, de conhecimento e informações e de fundos de investimento) e acordos (por exemplo, redes, clubes e parcerias) (Cooke; Uranga; Etxebarria, 1997, p. 489-490).

7 Exemplos de casos brasileiros selecionados: algumas indicações

No contexto da discussão de muitas experiências bem-sucedidas em vários países desenvolvidos, mencionadas anteriormente, em torno de conceitos de

sistemas de inovação, tem-se despertado um interesse crescente, tanto acadêmico quanto institucional, de aplicação (adaptação) desses modelos complexos — através de projetos de pesquisas e estudos, bem como programas institucionais — em países da América Latina, em especial no Brasil. Todavia tais investigações sobre arranjos produtivos que vêm sendo desenvolvidas no Brasil se referem aos estudos empíricos, porém apresentam limitações em relação à estrutura analítica de sistemas de inovação.

Cassiolo e Lastres (2000), por exemplo, têm coordenado diversas pesquisas empíricas sobre sistemas nacional e local de inovação nos países do Mercosul. Ao todo, são 12 estudos de casos selecionados de arranjos produtivos locais (APLs) no Brasil e no Uruguai e três aglomerações de pequenas e médias empresas na Argentina. No Brasil, foram identificados e analisados arranjos agroindustriais (tabaco, no Rio Grande do Sul; chocolate e cacau, na Bahia; frutas tropicais, na Região Nordeste; e vinhos, no Rio Grande do Sul); cinco *clusters* de tecnologia de ponta (biotecnologia, em Minas Gerais; *software*, no Rio de Janeiro; telecomunicações, em Campinas e no Paraná; e materiais avançados, mecânica de precisão e tecnologia da informação em São Carlos). Além disso, outros aglomerados produtivos foram estudados, como *clusters* de cerâmica em Santa Catarina e indústria siderúrgica no Espírito Santo. Igualmente, demais projetos de pesquisa, coordenados por Campos, Nicolau e Cario (2004), levaram a cabo a tarefa de investigar as realidades locais que vêm revelando experiências promissoras nos mesmos termos, tais como: arranjos produtivos locais de móveis, em Ubá (MG), Linhares-Vitória (ES), região oeste (SC), e Vale do Iguaçu (SC e PR); de confecções e calçados, em Colatina (ES), Cabo Frio e Petrópolis (RJ), Apucarana e Terra Roxa (PR); Ibitinga e Birigui (SP); de mecânica, equipamentos e componentes, em Joinville (SC), regiões metropolitanas (BA), Ribeirão Preto (SP), Macaé (RJ); de informática e telecomunicações, em Sapucaí (MG), Recife (PE), Ilhéus (BA), Curitiba (PR), Petrópolis (RJ); de plástico, em Criciúma (SC); de biotecnologia, em Belo Horizonte (MG); de agricultura (caprino-ovinocultura), em Queixada e Quixeramobim (CE); de pesca, na foz do rio Itajaí-Açú (SC); de piscicultura, no Baixo São Francisco (AL); de produtos agroecológicos, nas encostas da Serra Geral (SC); de malacocultura, na Grande Florianópolis (SC); e de turismo, na Ilha de Marajó (PA).

Como resultado geral das pesquisas, os estudos destacam os poucos casos de sucesso que confirmaram a importância de políticas públicas e privadas articuladas a esforços direcionados à promoção da capacidade de adquirir e utilizar o conhecimento e de inovar. Tais estudos evidenciam a execução ainda recente de políticas focadas em aglomerações industriais, mas não têm possibilitado uma avaliação adequada de seus impactos no âmbito local, no sentido de prover um aparato institucional de estímulo à coordenação dos e

cooperação entre os atores envolvidos (Cassiolato; Lastres, 2000; Campos; Nicolau; Cario, 2004).

Nos mesmos termos de algumas análises setoriais e regionais exploratórias já realizadas, muitos estudos estão por avançar em algumas questões metodológicas e analíticas pertinentes aos aglomerados ou arranjos produtivos e/ou tecnológicos baseados na dimensão local de cada região. Em tais pesquisas, admite-se a presença de elementos de análise comuns em sistemas de inovação, mas carecem de uma investigação mais aprofundada certas características institucionais previamente definidas: o papel do setor público e a maneira pela qual sistemas de P&D e de ciência e tecnologia estão sendo organizados e, inclusive, financiados. Segundo Cooke, Uranga e Etxebarria (1997), pelo fato de algumas dessas características básicas, que distinguem um estado (governo), serem, às vezes, distintas entre uma região e outra, a análise de políticas governamentais (principalmente industriais), em uma variedade de áreas, deve receber uma abordagem objetiva mais sólida, quando for mensurada a presença do Estado na criação de um ambiente inovativo e industrial: amplitude de impostos, subsídios diretos, facilidades de treinamento e educação públicos, instituições de P&D públicas, facilidades de infraestrutura, suporte financeiro, regulação, normas, etc. Adicionalmente, o setor financeiro é considerado de fundamental importância quando se forma um sistema de inovação, seja na alocação de fundos em um mercado de capitais desenvolvido, seja no sistema de crédito sujeito à regulação e ao controle governamental. Além disso, políticas regionais para alavancar inovações podem também ser desenvolvidas, através de fórmulas financeiras especializadas, tais como *joint venture*, *private equity* e *venture capital*⁷.

Como argumentam Carlson *et al.* (1999), a análise de SNIs é operacionalizada em nível nacional, isto é, as atividades de P&D e o papel desempenhado por universidades, institutos de pesquisa, agências governamentais e políticas governamentais são vistos como componentes de um sistema nacional **básico**; e as ligações entre eles são vistas em nível agregado. Nesses termos, a aplicação do conceito de SNI à realidade brasileira tem apurado fracas evidências, que suportam as mesmas questões de sua utilidade para países menos desenvolvidos — esforços de inovação escassos, fontes de tecnologia geralmente estrangeiras, instituições que dificilmente interagem.

⁷ Trata-se de um setor composto por intermediários financeiros especializados na identificação, na seleção e na negociação de investimentos, no acompanhamento e no monitoramento e na venda de empresas de pequeno e médio portes não listadas em bolsa de valores e com grande potencial de crescimento.

O sistema de ciência e tecnologia brasileiro é muito incipiente, de modo que ainda não se transformou em um sistema de inovação maduro (Albuquerque, 2005). A imaturidade do sistema de inovação brasileiro reflete o percentual relativamente baixo de gastos públicos e privados com educação e P&D, o desperdício de oportunidades oferecidas pela infraestrutura científica ao setor produtivo, o baixo investimento em áreas centrais durante a instalação do novo paradigma tecnoeconômico — Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) —, a fraca política industrial e tecnológica que aprecie as decisões dos agentes de desenvolvimento brasileiros, a insuficiência de fundos setoriais para o financiamento de inovação e pesquisa, bem como a incapacidade do sistema bancário de financiar investimentos de longa duração e, em especial, investimentos inovadores (Villaschi; Felipe, 2008; Villaschi, 2003; 1996; Albuquerque; Sicsú, 2000; Cassiolato; Lastres, 2000).

Nas palavras de Albuquerque (2005, p. 969), o amadurecimento de um sistema nacional de inovação no Brasil requer um importante esforço de aperfeiçoamento da capacidade de absorção do País (firmas e instituições): “Para tanto, o desenvolvimento de firmas e de redes de interação entre elas é um componente decisivo ao lado da evolução concomitante de instituições (financeiras, de pesquisa, de regulação, etc.) e arranjos entre elas”. Nessas circunstâncias, torna-se indispensável, em linhas gerais, a constituição de uma infraestrutura informacional (difusão do conhecimento e fortalecimento do regime de apropriabilidade), investimentos em conhecimento (inovações organizacionais e em processos de aprendizagem em TIC), e a complementariedade entre a importação de tecnologias e a acumulação tecnológica local (capacitação tecnológica).

8 Considerações finais

No contexto de sistemas de inovação, novos conceitos têm surgido para enfatizar as características sistêmicas de inovação. A abordagem de sistema de inovação tem contribuído para a construção de uma estrutura conceitual muito útil para a análise de inovação. Esse conceito se difundiu tão rapidamente que estudiosos da área e formuladores de políticas em ciência e tecnologia vêm preocupando-se em capturar processos de inovação, seus determinantes e algumas de suas consequências (por exemplo, crescimento de produtividade e emprego) de uma maneira mais útil.

A abordagem de sistema nacional de inovação tem enfatizado as interações no contexto de inovações modernas. Em termos práticos, a dimensão política do conceito assume importância, considerando-se a usual agenda para inovação

pelo Estado/Nação. Em termos de política de inovação regional, sistemas regionais envolvem o entendimento da evolução de sistemas tecnológicos globais ou de sistemas setoriais, que ajuda a definir as necessidades de coordenação e estabelecimento de regras supranacionais.

Na abordagem de SSI, as inovações são explicadas do ponto de vista tecnológico e, frequentemente, até mesmo baseadas territorialmente — são sistemas de inovação em nível local e regional. SNI é apenas uma questão de delimitação geográfica, mas também o próprio Estado e o poder a ele ligado são importantes. Cada país tem uma dinâmica de inovações diferente.

As questões fundamentais nos trabalhos exploratórios sobre SIs são compreender e definir o grau de importância de diversos fatores, como o econômico, o social, o político, o organizacional, o institucional e outros que influenciam o desenvolvimento, a difusão e o uso de inovações. Em que pese ao grau de importância de cada um desses fatores, é geralmente aceito o papel das instituições nos processos de inovação.

Na nova perspectiva da economia do aprendizado, procuram-se destacar a complexidade e a diversidade de fatores que influenciam os processos de inovação. Aprendizagem consiste, de um lado, em um processo deliberadamente organizado, cujas partes envolvidas da economia, como universidades, institutos de pesquisa e departamentos de P&D, estão organizadas com a criação e a utilização de novos conhecimentos; e, de outro, em um subproduto quase involuntário de atividades econômicas normais, como, por exemplo, desenvolvimento, produção e *marketing*. As firmas não podem ser vistas isoladamente como inovadoras. Elas interagem entre si (fornecedores, consumidores, competidores) e com outras organizações (universidades, institutos de pesquisa, bancos de investimento, escolas, ministérios de governo, etc.), para ganhar, desenvolver e trocar vários tipos de conhecimento, informação e outros recursos.

Enquanto, na abordagem de SNI, as características estruturais de uma economia nacional — como sua estrutura de produção específica, infraestruturas educacional e técnica — influenciam fortemente um desempenho inovativo de uma firma, a abordagem setorial focaliza as características de inovação que são específicas à indústria e à tecnologia.

Assim, as fronteiras espaciais (setoriais) de conhecimento das atividades inovativas das firmas, em diferentes setores, delimitam as áreas em que os inovadores podem estar geograficamente concentrados ou dispersos. Por outro lado, a especificação das fronteiras da organização setorial, bem como espacial, de atividades inovativas dentro de indústrias pode ser afetada por fatores específicos a tecnologias e a países e regiões. Portanto, a discussão de proximidade (delimitação geográfica e cognitiva) da atividade inovativa em um

sistema de inovação pode envolver não apenas questões tecnológicas (fronteiras setoriais), mas também outros aspectos relacionados, como poder de governança ou grau de “coesão” institucional.

No contexto da discussão de muitas experiências bem-sucedidas em vários países desenvolvidos, em torno de conceitos de sistemas de inovação, tem-se despertado um interesse crescente, tanto acadêmico quanto institucional, de aplicação (adaptação) desses modelos complexos. Todavia, haja vista algumas análises setoriais e regionais exploratórias já realizadas no Brasil, muitos estudos estão por avançar sobre algumas questões metodológicas e analíticas pertinentes a aglomerados ou arranjos produtivos e/ou tecnológicos baseados na dimensão local de cada região. Em tais pesquisas, admite-se a presença de elementos de análise comuns em sistemas de inovação, mas carecem de uma investigação mais aprofundada certas características institucionais previamente definidas.

Em síntese, na análise dos componentes de um sistema de inovação **básico**, a aplicação do conceito de SNI à realidade brasileira tem apurado fracas evidências que suportam as mesmas questões de sua utilidade para países menos desenvolvidos — esforços de inovação escassos, fontes de tecnologia geralmente estrangeiras, instituições que dificilmente interagem. O sistema de ciência e tecnologia brasileiro é muito incipiente, de tal forma que ainda não se transformou em um sistema de inovação maduro. As implicações aos atores de desenvolvimento do SNI do Brasil estão na concentração de esforços de aperfeiçoamento da capacidade de absorção do País: desenvolvimento de firmas e instituições e promoção de interações (arranjos) entre elas. Como sugestão para futuros estudos acadêmicos e de formulação de políticas públicas, análises sobre o sistema de inovação brasileiro devem focar o papel do setor público e a maneira pela qual sistemas de P&D e de ciência e tecnologia estão sendo organizados e, inclusive, financiados.

Referências

ALBUQUERQUE, Eduardo da Mota e. Propriedade intelectual e a construção de um sistema de inovação no Brasil: notas sobre uma articulação importante. Seminários temáticos para a 3ª Conferência Nacional de C, T & I: gestão e regulação. **Parcerias Estratégicas**, n. 20, p. 965-986, jun. 2005.

ALBUQUERQUE, Eduardo da Mota; SICSÚ, João. Inovação institucional e estímulo ao investimento privado. **São Paulo em Perspectiva**, v. 14, n. 3, p. 108-114, 2000.

ANDERSEN, E. S.; LUNDVALL, B. A. Small national systems of innovation facing technological revolution: an analytical framework. In: FREEMAN, C.; LUNDVALL, B. A. (Ed.). **Small countries facing the technological revolution**. New York: Pinter, 1988. p. 9-36.

ARROW, Kenneth. The economic implications of learning by doing. **Review of Economic Studies**, June 1962.

BRACZYK, H.; COOKE, P.; HEIDENREICH, M. **Regional innovation systems**. London: UCL, 1988.

BRESCHI, S.; MALERBA, F. Setorial innovation systems: technological regimes, schumpeterian dynamics, and spacial boundaries. In: EDQUIST, C. (Ed.). **Systems of innovation: technologies, institution, and organization**. London: Pinter, 1997.

CACCOMO, Jean-Louis. Review article system of innovation approach. **Economics of Innovation & New Technology**, v. 7, n. 3, p. 245-270, Nov. 1998.

CAMPOS, R. R.; NICOLAU, J. A.; CARIO, S. A. F. **Micro e pequenas empresas em arranjos produtivos locais no Brasil**: relatório final. Florianópolis: Fundação Boiteux, 2004. (Programa de Financiamento de bolsas de mestrado vinculadas à pesquisa).

CARLSON, B. (Ed.). **Technical systems and economics performance: the case of factory automation**. Boston, London: Kluwer Academic, 1995.

CARLSON, B.; JACOBSON, S. In search of a useful of a technology policy: general lessons and key issues for policy makers. In: CARLSON, B. (Ed.). **Technological systems and industrial dynamics**. Boston: Kluwer Academic, 1997.

CARLSON, B.; STANKIEWICZ, R. On the nature, funtion and composition of technological systems. In: CARLSON, B. (Ed.). **Technical systems and economics performance: the case of factory automation**. Boston, London: Kluwer Academic, 1995.

CARLSON, B. et al. **Innovation systems: analytical and methodological issues**. Copenhagen: Copenhagen Business School, 1999. (DRUID working paper). p.1-33.

CASSIOLATO, J. E.; LASTRES, M. H. Local systems of innovation in Mercosur countries. **Industrial and Innovation**, v. 7, n. 1, p. 33-53, June, 2000.

CHANDLER, A. D. Organizational capabilities and the history of the industrial enterprise. **Journal of Economic Perspective**, v. 6, n. 3, p. 79-100, 1992.

COOKE, P. Regional innovation systems: an evolutionary approach. In: BARACZYK, H. P.; COOKE, H. P.; HEIDENRIECH, R. (Ed.). **Regional innovation systems**. London, London University, 1996.

COOKE, P.; MORGAN, K. **The associational economy**: firms, regions, and innovation. Oxford: Oxford Univ., 1998.

COOKE, P.; URANGA, M. G.; ETXEBARRIA, G. Regional systems of innovation: institutional and organizational dimensions. **Research Policy**, v. 26, p. 475-491, 1997.

DOSI, Giovanni. The nature of the innovative process. In: DOSI, G.; FREEMAN, C.; SILVERBERG, G. et al. (Ed.). **Technical change and economic theory**. London: F. Pinter, 1988. p. 221-238.

DOSI, G.; TEECE, D. J.; WINTER, S. Towards a theory of corporate coherence: preliminary remarks. In: DOSI, G.; GIANNETTI, R.; TONINELLI, P. A. (Ed.). **Technology and enterprise in a historical perspective**. Oxford: Oxford Univ., 1992. p. 185-211.

DOSI, G. et al. (Ed.). **Technical change and economic theory**. London: Pinter, 1988.

EDQUIST, Charles. Systems of innovation approaches: their emergence and characteristics. In: **Systems of innovation technologies, institutions and organization**. London, 1997. p. 1-35.

EDQUIST, Charles. The systems of innovation approach and innovation policy: an account of the state of the art. In: NELSON AND WINTER DRUID SUMMER CONFERENCE, Aalborg Congress Center, Aalborg, Denmark, June, 2001.

FREEMAN, C. The national system of innovation: in historical perspective. **Cambridge Journal of Economics**, v. 9, n. 1, p. 5-24, 1995.

FREEMAN, C. **Technology policy and economic performance**: lessons from Japan. London: Pinter Publishers, 1987.

FREEMAN, C.; SOETE, L. National systems of innovation. In: FREEMAN, C.; SOETE, L. **The economics of industrial innovation**. London, 1997. p. 295-317.

GARCIA, Renato. A importância local da inovação e a formação de *clusters* em setores de alta tecnologia. **Ensaio FEE**, v. 22, n. 1, p. 143-160, 2001.

GREGERSEN, B.; JOHNSON, B. Learning economies, innovation systems and european integration. **Regional Studies**, v. 31, n. 5, p. 479-490, 1997.

GUERRIERI, P.; TYLECOTE, A. Interindustry differences in technical change and national patterns of technological accumulation. In: EDQUIST, C. (Ed.). **Systems of innovation: technologies, institutions and organizations**. London: Pinter, 1997.

JOHNSON, B. Institutional learning. In: LUNDVALL, B. A. **National innovation systems: towards a theory of innovation and interactive learning**. London: Pinter, 1992.

LIST, F. **The national system of political economy**. London: Longman, 1841.

LUNDVALL, B. A. Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national innovation systems. In: DOSI, G. et al. **Technology and economic theory**. London: Pinter, 1988.

LUNDVALL, B. A. **National innovation systems: towards a theory of innovation and interactive learning**. London: Pinter, 1992.

LUNDVALL, B. A. **Product innovation and user-producer interaction**. Aalborg: Aalborg Univ., 1985.

LUNDVALL, B. A. et al. National systems of production, innovation and competence-building. In: NELSON AND WINTER DRUID SUMMER CONFERENCE, Aalborg Congress Center, Aalborg, Denmark, June, 2001.

MALERBA, F. Learning by firms and incremental technical change. **Economic Journal**, v. 102, p. 845-859, 1992.

MALERBA, F.; ORSENIGO, L. The dynamics and evolution of industries. **Industrial and Corporate Change**, v. 5, n. 1, 1996.

MASKELL, P.; MALMBERG, A. Localised learning and industrial competitiveness. **Cambridge Journal of Economics**, v. 23, p. 167-185, 1999.

MORGAN, K.; COOKE, P. The regional innovation system in Baden-Wurttemberg. **International Journal of Technology Management**, v. 9, n. 3/4, p. 394-429, 1994.

NELSON, R. **The co-evolution of technology, industrial structure, and supporting institutions**. Oxford: Oxford Univ., 1994. p. 47-63.

NELSON, R. (Ed.). **National innovation systems: a comparative analysis**. Oxford: Oxford Univ., 1993.

NELSON, Richard R. **Understanding technical change as an evolutionary process**. Amsterdam: North-Holland, 1987.

NELSON, R.; ROSENBERG, N. Technical innovation and national systems. In: NELSON, R. (Ed.). **National innovation systems: a comparative analysis**. Oxford: Oxford Univ., 1993.

NELSON, R.; WINTER, S. G. **An evolutionary theory of economic change**. Cambridge: Harvard Univ., 1982.

PAVITT, Keith. Some foundations for a theory of the large innovating firm. In: DOSI, G.; GIANNETTI, R.; TONINELLI, P. A. (Ed.). **Technology and enterprise in a historical perspective**. Oxford: Clarendon, 1992. p. 212-228.

PENROSE, E. **The theory of the growth of the firm**. 3. ed. Oxford: Basil Blackwell, 1959.

RICHARDSON, G. B. The organization of industry. **Economic Journal**, v. 82, p. 883-896, 1972.

ROSENBERG, Nathan. Learning by using. In: ROSENBERG, Nathan. **Inside the black box: technology and economics**. Cambridge: Cambridge Univ., 1982. p. 120-140.

ROSENBERG, Nathan. Scientific instrumentation and university research. **Research Policy**, v. 21, n. 4, p. 381-90, 1992.

SAXENIAN, A. **Regional advantage: culture and competitive in Silicon Valley and Route 128**. Cambridge: Harvard Univ., 1994.

SCHUMPETER, J. **Business cycles: a theoretical, historical and statistical analysis of the capitalist process**. New York: McGraw-Hill, 1939. 2v.

SCOTT, A. The geographic foundations of industrial performance. **Competition and Change**, v. 1, p. 51-66, 1995.

VARGAS, M. A. **Proximidade territorial, aprendizado e inovação: um estudo sobre a dimensão local dos processos de capacitação inovativa em arranjos e sistemas produtivos no Brasil**. Tese (Doutorado em Economia)-Instituto de Economia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: UFRJ, 2002.

VILLASCHI, Arlindo. The 1990s: a lost decade for the Brazilian NSI? In: FIRST GLOBELICS CONFERENCE INNOVATION SYSTEMS AND DEVELOPMEN. **Strategies for the third millennium**. Rio de Janeiro, 2003.

VILLASCHI, Arlindo. **Paradigmas e desenvolvimento: oportunidades e desafios para economia brasileira**. Vitória: EDUFES, 2006.

VILLASCHI, Arlindo; FELIPE, Edmilson S. Recent change in the Brazilian national system of innovations: a case institutional learning. In: INTERNATIONAL CONFERENCE DEVELOPMENTS IN ECONOMIC THEORY AND POLICY, 5., 2008. p. 1-22.

WINTER, S. G. Schumpeterian competition in alternative technological regimes. **Journal of Economic Behaviour and Organization**, v. 5, p. 287-320, 1984.

