

A centralidade do conceito de inovação tecnológica no processo de mudança estrutural*

Octavio A. C. Conceição**

“Diferentemente de todos os sistemas sociais anteriores, o capitalismo tende a gerar inovações que rompem qualquer ordem costumeira que tenha sido, ou esteja sendo, estabelecida em um momento dado. Essa tendência aumenta as pressões competitivas que, por sua vez, suscitam novas ordens costumeiras.”

Giovanni Arrighi (1998)

Um dos conceitos centrais na abordagem neo-schumpeteriana é o de **inovação tecnológica**. Mesmo sendo um dos componentes da trílogia “invenção-inovação-difusão” a que se referia Schumpeter, a inovação tecnológica exerce um efeito maior do que as demais sobre o processo de desenvolvimento econômico. Isto porque ela desencadeia intrinsecamente toda uma série de transformações, que ultrapassam os limites tecnológicos propriamente ditos, difundindo-se em novos processos e produtos e afetando os hábitos e os costumes sociais institucionalizados em toda a sociedade. Em outros termos, mesmo tendo-se presente que a inovação tecnológica é uma etapa ou um processo intermediário entre a invenção e a difusão,¹ seu efeito é crucial à conformação de novos paradigmas tecno-econômicos, que darão sustentação

* As traduções das citações foram realizadas pelo autor.

** Economista, Técnico da Fundação de Economia e Estatística, Professor da UFRGS/DCE, Doutorando em Economia no CPGE, da UFRGS.

¹ Conforme tipologia seguida em Stoneman e Diederer (1994, p.918), a invenção é definida como geração de novas idéias; a inovação é o desenvolvimento dessas idéias através do início do *marketing* ou do uso dessa tecnologia; e a difusão é a disseminação dessa nova tecnologia por todo o mercado potencial.

aos novos ciclos longos de acumulação de capital. É a inovação que permeia e modela essa nova constituição, devendo, por isso mesmo, ser entendida como um processo cumulativo e articulado, que interage com a invenção e a difusão. Ou seja, sem invenção não há inovação, e sem inovação não pode haver difusão.

Grosso modo, a ênfase em um ou outro dos três conceitos acima mencionados define estudos de diferente natureza, desenvolvidos pelos neo-schumpeterianos. Os que enfatizam a invenção geralmente se restringem à vinculação entre ciência e tecnologia e são de caráter mais dispersivo e técnico.² Os que enfatizam a inovação são os predominantes e os que mais avançaram teoricamente, pois procuraram construir, exitosamente, a ponte — ou mediação — entre uma fase de desenvolvimento e outra, a partir da interação entre o padrão tecnológico e a infraestrutura institucional. Tais estudos têm um enfoque ora sobre a denominada ótica da firma, onde se destacam as contribuições de Richard Nelson, Sidney Winter e Giovanni Dosi, ora sobre os aspectos estruturais do padrão tecnológico, que definem o paradigma tecno-econômico, como o fazem Christopher Freeman, Carlota Perez e Luc Soete. Neste texto, procurar-se-á explorar mais detalhadamente a contribuição dessas duas abordagens. Por fim, os que enfatizam a difusão constituem o campo mais recente dos estudos neo-schumpeterianos, onde se discutem políticas de P&D, os “sistemas nacionais de inovação” e seus desdobramentos nas várias economias, como na norte-americana, na japonesa, na latino-americana, etc.³

A partir dessa diferenciação, discutir-se-á a noção de inovação enquanto processo dinâmico e interativo de mudança tecnológica. Em seguida, comparar-se-á essa noção com a visão tradicional da teoria econômica convencional. E, por fim, analisar-se-ão dois dos principais efeitos da inovação: um sob a ótica da firma, e outro sob o enfoque dos paradigmas tecno-econômicos.

² Nelson e Winter (1977, p.61) afirmam que: “(...) a maior parte da literatura sobre mudança tecnológica estabelece uma nítida distinção entre invenção e inovação (onde este último termo é empregado em sentido mais restrito do que o que estamos empregando, referindo-se à decisão de testar tecnologias na prática). Essa distinção segue Schumpeter na **Theory of Economic Development**. Como a invenção tecnológica não se constituía em centro de sua análise, considerava-a derivada de inventores independentes, que tinham que buscar vínculos com as firmas ou buscar a criação de novas empresas, a fim de implementá-las. No atual meio ambiente institucional, onde muitas das inovações se originam internamente de P&D, a velha distinção schumpeteriana parece pouco útil. (...) Mais ainda, os primeiros usos experimentais de novas tecnologias são frequentemente integrados aos últimos estágios dos processos de pesquisa e desenvolvimento”.

³ Em número especial da **Cambridge Journal of Economic**, Freeman, Metcalfe, Orsenigo e outros autores neo-schumpeterianos discutem esse tema sob o rótulo geral de **Tecnologia e Inovação** (Freeman, 1995).

1 - O que é inovação?

O conceito de inovação está ligado à noção de tecnologia, que pode ser sintetizada como conhecimento técnico associado à produção de bens e serviços. Segundo Niosi *et al.* (1993), o conceito de inovação assim formulado baseia-se na definição clássica de Schumpeter realizada em sua obra **The Theory of Economic Development**, de 1934. Portanto, uma moderna definição de inovação, que contemple os *insights* schumpeterianos, pode ser formulada como "(...) novos e melhores produtos e processos, novas formas organizacionais, a aplicação da tecnologia existente em novos campos, a descoberta de novos recursos e a abertura de novos mercados" (Niosi et al., 1993, p.209).

Na visão original de Schumpeter, as inovações circunscrevem-se às grandes firmas privadas, cabendo algum grau de importância, mas em níveis secundários, a surtos de inovação em firmas pequenas e médias, às pesquisas em laboratórios de universidades ou governamentais e em algumas estatais. A abrangência maior dessa definição foi trazida à tona por Freeman (1975), que vinculou explicitamente as instituições sociais como suporte às inovações e à política tecnológica.⁴

Giovanni Dosi, que utiliza uma definição do processo de inovação mais próxima à ótica de firma, desenvolveu alguns "fatos estilizados" sobre inovação. Para ele, as inovações referem-se essencialmente à procura, à descoberta, à experimentação, ao desenvolvimento, à imitação e à adoção de novos produtos, aos novos processos de produção e às novas formas de organização (Dosi, 1988a, p.222). Segue-se daí, quase por definição, que o que é procurado, pelo fato de ainda não ser conhecido com alguma precisão, pressupõe atividades de busca e experimentação, cujos resultados técnicos dos esforços inovativos não podem ser conhecidos *ex ante*. Portanto, as atividades inovativas, mesmo orientadas pela busca de lucro dos agentes, envolvem também alguma espécie de percepção de oportunidades técnicas e econômicas ainda inexploradas. As percepções e as crenças vinculadas ao processo de conhecimento, repleto de

⁴ Segundo Niosi *et al.* (1993, p.209): "(...) mais recentemente, Freeman sugeriu que as inovações sociais no campo da política tecnológica tinham que ser incluídas na definição: essa adição leva em conta o fato de que os estímulos governamentais à inovação (subsídios em P&D, créditos, educação científica e técnica, políticas de patentes, etc.) jogam um papel maior no ritmo e na direção da inovação técnica dentro dos limites nacionais. Freeman adiciona que as políticas de inovação variam de um país para outro e especialmente através do tempo com a adição de novos esquemas e incentivos. Também ele insistiu que as inovações usualmente acompanham inovações técnicas e políticas".

possibilidades desconhecidas e ignoradas, revelam que a inovação pressupõe a presença da incerteza, tratando-a não apenas como falta de informação relevante, mas pela: (a) existência de problemas tecno-econômicos, cujos procedimentos para sua solução são desconhecidos (Nelson, Winter, 1982); e (b) impossibilidade em se precisar conseqüências de certas ações do tipo “(...) se eu fizer isto, ocorrerá aquilo” (Dosi, 1988a, p.222).

O segundo fato estilizado é a confiança nos avanços dos conhecimentos científicos como fonte de amplas oportunidades abertas pelas novas tecnologias. O enorme leque de oportunidades abertas, ao longo do século XX, pelas inovações tecnológicas sem precedentes permitiu avanços científicos simultâneos em diversas áreas, como da termodinâmica à biologia, eletricidade, física quântica, mecânica, etc. (Dosi, 1988a, p.222).

O terceiro fato estilizado surge da necessidade crescente e cada vez mais complexa de integrar a atividade de pesquisa formal à atividade manufatureira. Isto porque a natureza das atividades de busca em novos produtos e processos se modificou ao longo do último século, devido à crescente complexidade das pesquisas em atividades inovativas, que passaram a se orientar mais para “organizações formais” (laboratórios de P&D das firmas, laboratórios governamentais, universidades, etc.) do que para “inovadores individuais”, como meio mais eficaz à produção de inovação (Dosi, 1988a, p.223).

O quarto fato estilizado, complementar ao anterior, refere-se à característica segundo a qual um significativo número de inovações e melhorias técnicas se origina do *learning-by-doing* e do *learning-by-using*, conforme o formulou Rosemberg (1982). As firmas ou organizações aprendem com o uso/melhora do processo produtivo, através das atividades informais de solução quotidiana dos problemas de produção, organização ou manejo de novas técnicas ou processos. Como conseqüência, surge o quinto fato estilizado, que é a característica da mudança tecnológica como um processo ou atividade cumulativa.

Essas proposições explicitam uma visão dinâmica, interativa, cumulativa do processo de inovação, que definem tanto o que Dosi denominou de “paradigma tecnológico”, quanto o que Nelson e Winter desenharam como “trajetória natural”, ou como o que Christopher Freeman e Carlota Perez designaram de “paradigma tecno-econômico” (Possas, 1989). Apesar das nuances e diferenças entre as três abordagens, há um elo comum: todas tratam a inovação como um processo interativo e dinâmico, sujeito a um ambiente organizacional e institucional mutante, que gera a consolidação de um paradigma tecnológico — uma espécie de motor de amplas transformações sociais, como efeito de mudanças tecnológicas, institucionais e organizacionais nas esferas da produção, do trabalho e dos hábitos das pessoas. Apesar de incerto, o processo de inova-

ção é irreversível e permanente, pois a mudança tecnológica é um aspecto decisivo do ambiente da firma, onde, muitas vezes, a opção pela falta de inovação implica seu próprio desaparecimento (Freeman, 1975, p.256).⁵

2 - A crítica neo-schumpeteriana à abordagem neoclássica

A visão conceitual de inovação, nos moldes propostos pelos autores até aqui discutidos, difere em gênero, número e grau da denominada visão dominante na teoria econômica. A rigor, inexistente, nesta última, qualquer intenção na formalização ou conceitualização do processo de inovação, enquanto elemento articulador da mudança tecnológica. O movimento teórico dos neo-schumpeterianos em aglutinar esforço de pesquisa na formulação de uma “teoria das inovações” soa como algo totalmente infrutífero e de pouca valia no mundo das crescentes e complexas formalizações matemáticas do *mainstream*. Por essa razão, não há texto ou trabalho produzido por autores de inspiração neo-schumpeteriana que não contenha uma crítica explícita à escola neoclássica. Essa crítica, em geral, recai sobre os limites e a insuficiência teórica da referida escola em proceder à tarefa intelectual e investigatória de compreender o processo de mudança tecnológica em toda sua complexidade e desdobramentos daí decorrentes. Não é à toa que, nos estudos da teoria convencional, o processo de inovação é sequer mencionado, quando muito se subordina à questão mais geral da mudança tecnológica ou, simplesmente, ao progresso técnico, que, por procurar incorporar tudo, não consegue explicar nada.

É nesse ponto que consiste a principal diferença entre o *mainstream* e a abordagem neo-schumpeteriana: o que é ignorado pelos primeiros, devido à falta de observações passíveis de formalizações, é, para os últimos, matéria-prima à constituição de uma “teoria da dinâmica do processo de inovação tecnológica”. Daí a reincidência da crítica aos cânones da economia neoclássica. Freeman, já nos anos 70, expressava sua divergência em relação a essa con-

⁵ Segundo Freeman (1975, p.256): “(...) a mudança tecnológica é um aspecto importante no ambiente das firmas na maioria das indústrias e países. (...) A firma pode modificar a ciência e a tecnologia mundial em pequena medida, porém não pode prever com exatidão o resultado de seus próprios esforços inovadores ou de seus competidores, pois os obstáculos e riscos que enfrentam para realizar essas importantes mudanças na tecnologia mundial são muito grandes. Porém não inovar é morrer, e algumas empresas elegem efetivamente morrer”.

cepção.⁶ Ao destacar a importância da atividade inovadora para a firma, levando em conta seu caráter de não ser uma atividade nem livre, nem arbitrária, mas fruto de estar circunscrita a determinadas circunstâncias históricas, reiterava que

“(…) embora a teoria econômica tradicional ignore em grande medida a complicação da ciência e da tecnologia mundiais e considera o mercado como o meio ambiente, a mudança tecnológica é um aspecto de importância decisiva do ambiente das firmas na maioria das indústrias e países” (Freeman, 1975, p.256).

Giovanni Dosi avança nessa crítica e enfatiza que há “(…) problemas extremamente sérios no uso das ferramentas e modelos neoclássicos na análise da dinâmica econômica, ou em economias que são *stricto sensu* dinâmicas, mas ainda suficientemente complexas” (Dosi, 1988c, p.121). Isto porque a teoria neoclássica possui uma versão analítica que incorpora as hipóteses de comportamento dos agentes caracterizado pela **racionalidade substantiva** (onde os processos de mercado são como uma espécie de “seleção” de maximizadores e não ambiente de seleção e competitividade). Daí que o sistema econômico se caracteriza, em última instância, por alguma espécie de escassez, cuja natureza evolutiva, geralmente, converge para um estado *path-independent* e *behaviour-independent* — implicando afirmar que a História não tem muita importância. Além disso, a incerteza, quando ocorre, reduz-se à “informação incompleta”, na qual os agentes podem ainda se comportar racionalmente, gerando novas possibilidades, com as quais possam realizar seus cálculos de maximização. Da mesma forma, as instituições extra-econômicas não importam na definição de condutas e performances econômicas, levando o mercado a incorporar processos que convirjam a alguma espécie de equilíbrio. A tecnologia, por sua vez, consiste essencialmente em informação livremente disponível (dentro das “curvas de possibilidades de produção”), o que implica pressupor que os agentes são idênticos, independentemente de suas preferências e dotações orçamentárias (Dosi, 1988c, p. 121).

⁶ Segundo Freeman (1975, p.225), “(…) a conduta maximizadora do benefício (ou maximizadora da riqueza) é raramente possível frente às incertezas inerentes aos projetos individuais de inovação. Isto não é negar que a teoria neoclássica de curto prazo seja um modelo valioso, preciso e abstrato do comportamento da empresa, [mas] que se necessita de outros meios para interpretar e compreender a conduta inovadora. Um possível enfoque de uma teoria desse tipo (e só um primeiro enfoque) é considerar as várias estratégias abertas a uma firma quando se enfrenta com a mudança técnica. Esse enfoque não pretende um equilíbrio que nunca se alcança, senão que leva em conta o contexto histórico de uma indústria em um determinado país”.

Nesse sentido, o tratamento teórico à questão da inovação tecnológica exige a formulação alternativa de um novo *approach*, capaz de incorporar mudança tecnológica e institucional à análise econômica, visando superar os limites da análise convencional, que a trata como fator residual ou exógeno (Freeman, 1988b, p.1). A espinha dorsal desse novo *approach* alternativo deve levar em conta quatro fatores: eleger a mudança técnica como elemento central no processo de transformação da economia; explicitar os mecanismos de ajustamento dinâmico, que são de natureza radicalmente diferentes dos mecanismos alocativos postulados pela teoria tradicional; compreender que mudança tecnológica ocorre junto com a mudança institucional, uma vez que ambas formam o “processo de ajustamento dinâmico”; e reconhecer que a estrutura sócio-econômica sempre influencia, às vezes acelerando, outras retardando, o processo de mudança técnica e estrutural, sua coordenação e sua dinâmica de ajustamento.

É dentro desse contexto que se deve compreender a importância teórica do processo de inovação, que desencadeia os surtos de mudança tecnológica e institucional. Com isso, forma-se um macro ambiente, que propicia o desenvolvimento de um paradigma techno-econômico.⁷ O avanço desse processo, a partir da inovação tecnológica, dá-se em duas instâncias analíticas complementares e integradoras. São elas: a noção de inovação, a partir de seu desenvolvimento na instância da firma, que foi desenvolvida por Dosi e Nelson e Winter; e a expansão dos surtos de inovações em um ambiente institucional, conformando um paradigma techno-econômico, como desenvolveram Freeman e Perez. Ambas as instâncias permitem captar a complexa dimensão de um processo de mudança tecnológica, que tem na inovação sua principal força motriz. Ambos os campos de estudo constituem os alicerces à formulação de uma genuína “teoria da dinâmica das inovações”.

⁷ Qualquer semelhança com as “formas institucionais” que asseguram o funcionamento de um dado tipo de desenvolvimento dos regulacionistas não é mera coincidência. Uma análise comparativa da abordagem da regulação com a dos autores enfocados neste texto fugiria dos objetivos de nossa análise, embora tenhamos implícita a estreita semelhança em alguns aspectos. Ver a esse respeito Freeman e Perez (1988) e Conceição (1996a).

3 - O processo de inovação sob a ótica microeconômica da firma

Dosi (1988b), ao analisar os efeitos microeconômicos da inovação, argumenta que, ao longo dos últimos 20 anos, se desenvolveram muitos estudos nessa área, mas de natureza analítica heterogênea e dispersa.⁸ A despeito da diversidade de análise, o ponto comum em todos esses autores é que a inovação envolve solução de problemas, com vistas, simultaneamente, a atender às necessidades tanto de mercado quanto de custos. Isto implica reconhecer que uma solução inovativa para certos problemas envolve descoberta e criação, visto que nenhum algoritmo geral pode ser derivado da informação sobre o problema, que automaticamente gere sua solução. Esta surge do próprio uso de informação obtida da experiência prévia e do conhecimento formal (por exemplo, das ciências naturais), mas também envolve capacidades específicas e não-codificadas por parte dos inventores. Seguindo Nelson e Winter (1982) e Winter (1984), Dosi (1988b, p.1126) utiliza o termo base de conhecimento (*knowledge base*) para o conjunto de insumos de informações e capacidades que os inventores esboçam quando buscam soluções inovativas.

É necessário harmonizar entre as diferentes tecnologias “graus de publicidade (*publicness*) e universalidade *versus tacitness* e especificidade” (Dosi, 1988b, p.1126) do conhecimento básico, conforme argumento originalmente levantado por Winter (1984). O conceito de *tacitness* refere-se ao que

“(...) Michael Polanyi (1967) designou de elementos do conhecimento, pontos de vista, que os indivíduos possuem de forma mal definida, incodificada, impublicada, que os mesmos não podem plenamente expressar e que diferem de pessoa a pessoa, mas que podem em significante grau ser divididos entre colaboradores e colegas que têm uma experiência comum” (Dosi, 1988b, p.1126).

Mesmo em atividades científicas básicas, o conhecimento público é complementar à forma de conhecimento mais específica (ou tácita), a qual é gerada dentro da unidade de inovação. Como exemplo, tem-se o caso da engenharia

⁸ Segundo Dosi (1988b, p.1126), o trabalho de Zvi Gililiches constitui-se em importante *survey* dessa ampla gama de estudos, onde é mencionado que as contribuições de Abernathy e Utterback, David, Freeman, Nelson e Winter, Rosemberg, Pavitt e Dosi são as principais referências teóricas nesse campo de pesquisa.

mecânica associada às máquinas-ferramenta; na microeletrônica, tem-se o avanço complementar em semicondutores e programação lógica. A variedade de conhecimento básico na busca de inovação implica diferentes graus de *tacitness*, o que explica as diferenças entre setores nas atividades de pesquisa. Assim como na pesquisa científica, o *tacitness* é essencial para a inovação na instância da firma, enquanto o aprendizado, via *learning by using*, e o conhecimento adquirido pela habilidade exercem função similar, desencadeando novos processos e produtos. Entretanto, para se entender como se dá essa mediação — ou seja, a passagem do conhecimento científico para a rotina inovadora da firma — é necessária a compreensão do conceito de paradigma tecnológico.

Há uma grande semelhança, em termos de procedimento e definições, entre ciência e tecnologia, uma vez que, como sugere a moderna filosofia da ciência, a existência de paradigmas científicos (ou programas de pesquisa científicos) incorporam determinados paradigmas tecnológicos. Ou seja, tanto os paradigmas científicos quanto os tecnológicos incorporam um tipo de resultado, uma definição de problemas relevantes, um padrão de investigação que se compatibilizam. Um paradigma tecnológico define, contextualmente, as necessidades a serem preenchidas, os princípios científicos utilizados para esta tarefa e a tecnologia material a ser empregada. Em outros termos, um paradigma tecnológico pode ser definido como um padrão de solução de problemas tecno-econômicos seletivos,

“(...) baseados em princípios altamente seletivos derivados das ciências naturais, juntamente com regras específicas direcionadas à aquisição de novos conhecimentos e, se possível, salva-guardas contra sua rápida difusão entre os competidores. Exemplos de tais paradigmas tecnológicos incluem o motor à combustão interna, química sintética baseada no petróleo e semicondutores” (Dosi, 1988b, p.1127).

Um paradigma tecnológico é tanto um exemplar (um artefato a ser desenvolvido ou melhorado) como uma série heurística. No primeiro caso, tem-se como exemplo o motor à combustão dos automóveis, o avião a jato, etc. Ambos constituem o *technological guide ports*, uma espécie de referência-guia, a partir da qual as características “tecno-econômicas” são progressivamente aperfeiçoadas. No caso dos procedimentos envolvidos na forma heurística, há variações em grau e em especificidade quanto ao processo de busca, conforme o tipo de tecnologia adotada. Em outros termos, cada paradigma tecnológico envolve uma específica “tecnologia de mudança

tecnológica”⁹, cujas especializações requeridas pelo processo de busca envolvem também experiências não publicadas e, portanto, tácitas.¹⁰

A solução de problemas dos protótipos e novas regras e procedimentos para melhora de seu uso ampliam sua difusão na comunidade científica, tornando-o economicamente viável. A partir daí, desenvolve-se o paradigma tecnológico, que, ao se tornar economicamente explorável, passa a se reproduzir ao longo do tempo, gerando o desenvolvimento de instituições e mecanismos, que levarão à crescente melhora dos produtos e processos oriundos da inovação. É por essa razão que

“(…) uma implicação crucial da forma paradigmática geral do conhecimento tecnológico é que as atividades inovativas são fortemente **seletivas, finalizadas** em direções bastante precisas, e **cumulativas** na aquisição da capacidade de resolver problemas (*problem-solving capabilities*)” [grifos do autor] (Dosi, 1988b, p.1128).

O conceito de trajetória tecnológica, proposto por Nelson e Winter (1977) é empregado de forma semelhante, sendo definido como

“(…) a atividade do processo tecnológico onde ocorre *trade-offs* entre economia e tecnologia definidas pelo paradigma. (...) [Uma] mudança no paradigma geralmente implica uma mudança nas trajetórias: junto com diferentes conhecimentos básicos e diferentes protótipos de artefatos, as dimensões tecno-econômicas da inovação também variam” (Dosi, 1988b, p.1129).

⁹ Esse termo foi criado por R. Nelson em conferência por ele organizada, sob o referido título no Royal College of Arts em Londres, em julho de 1985.

¹⁰ No original: “(...) cada paradigma tecnológico envolve uma específica ‘tecnologia da mudança técnica’. Por exemplo, em alguns setores (como a química orgânica), estes procedimentos relacionam-se à habilidade de unir conhecimento científico básico com o desenvolvimento de novas moléculas que apresentem as características requeridas. (...) Em outros setores (como os derivados da microeletrônica), os métodos de busca inovativa envolvem avanços científicos em fluxos elétricos submicro em semicondutores, o desenvolvimento de *hardware* mais sofisticado, capaz de descrever (*writing*) os *chips* no nível de miniaturização desejado, e os avanços na programação lógica a ser construída para os *chips*. Na engenharia mecânica, o processo de busca é geralmente enfocado pelos *trade-offs* no uso de máquinas (*e.g.*, entre velocidade, flexibilidade para diferentes usos, e precisão). As habilidades requeridas por este processo de busca envolvem tipicamente também experiência não publicada (*unwritten*) e relativamente tácita (...) Ainda em outros setores (*e.g.*, têxteis, vestuário, couro e calçados), as buscas de habilidades fundamentais estão na capacidade de compreender/antecipar/influenciar as tendências da moda e gostos” (Dosi, 1988b, p.1128).

A visão proposta por Dosi vê a tecnologia como algo totalmente diverso da noção usual, pois ela não é nem aplicável genericamente, nem facilmente disponível e, o que é mais importante, não é possível de ser utilizada pelas firmas como mercadoria “livre”, a partir de determinado estoque de conhecimento tecnológico. As firmas produzem de formas tecnologicamente diferentes tanto produtos quanto processos e, portanto, inovam em circunstâncias que lhes são próprias. Ou seja, o processo de busca de melhorias tecnológicas nas firmas industriais não se realiza a partir de uma investigação do estoque de conhecimento tecnológico nacional, a partir do qual fazem suas próprias escolhas tecnológicas, mas, pela sua natureza altamente diferenciada, as firmas buscam melhorar e diversificar suas tecnologias em áreas em que se tornaram capazes de utilizar e construir sua base tecnológica existente, incluindo os mercados existentes, seus arranjos de distribuição, e assim por diante. Em outros termos, “(...) os processos de busca tecnológica em cada firma são também processos cumulativos. O que a firma pode esperar fazer tecnologicamente no futuro está estreitamente condicionado pelo que ela foi capaz de fazer no passado” (Dosi, 1988b, p.1130).

Além da natureza cumulativa do processo de inovação, outra característica que a acompanha é o caráter intrinsecamente marcado pela incerteza. Isto porque as atividades inovativas envolvem não apenas falta de conhecimento preciso sobre custos e resultados de diferentes alternativas, mas falta de conhecimento sobre quais são também as alternativas (Dosi, 1988b, p.1134).

Por essa razão, as firmas tendem a operar com regras bastantes gerais, cujas rotinas tratam prioridades como se fossem eventos independentes (destinação de x% das vendas para P&D; outros y% para determinado setor, etc.). Assim, o modelo de investimento em P&D seguido pelas firmas é um *random walk* com erro de variância relativamente baixo (Griliches, Paker apud Dosi, 1988b). A fixação de regras estáveis para as firmas serve para tentar reduzir a incerteza no processo de busca de inovação, o que termina dando consistência a novas formas de organização, capazes de assegurar o sucesso ou o fracasso das inovações individuais.

O progresso tecnológico, ao contrário do que prega tanto a visão tradicional quanto o *market pull* — abordagem de Schmookler, que vê o processo de inovação como uma escolha no processo alocativo da firma, a partir da sinalização exógena dada pelo mercado —, é orientado, endogenamente, pelo processo competitivo, onde as firmas, continuamente, tentam aperfeiçoar suas tecnologias básicas e seus artefatos. Independentemente das mudanças nos sinais de mercado, as firmas tentam aperfeiçoar seus produtos e processos por mecanismos de tentativa-e-erro, buscando, através de imitações, os resultados

já obtidos pelas outras firmas. O caráter **evolutivo** do meio ambiente econômico dá-se pelo instrumento de seleção subjacente aos novos paradigmas tecnológicos, cujas direções fundamentais e procedimentos pressupõem permanente busca inovativa (Dosi, 1988b, p.1142).

Tais observações revelam que os autores neo-schumpeterianos aqui tratados conseguiram formular uma abordagem qualitativamente diferente, senão oposta, da visão tradicional. Ultrapassando a contribuição original de Schumpeter, estabeleceram os pilares de uma teoria de inovação. Seus elementos básicos são a compreensão de uma visão de progresso tecnológico, que incorpore os conceitos de *tacitness*, apropriabilidade, especificidade, incerteza, cumulatividade, variedade de conhecimento básico e irreversibilidade. Tendo isso presente, deve-se ter o processo de mudança tecnológica como produto dos seguintes fatores: natureza endógena das estruturas de mercado associadas às dinâmicas da inovação; assimetrias entre capacidade tecnológica das firmas; dependência histórica; dinâmica dos retornos crescentes; e natureza evolucionária do processo de inovação/difusão. Nesse campo tão complexo e abrangente, o estabelecimento de uma agenda de pesquisa sobre inovação tecnológica envolve riscos e percalços, cujo avanço é irreversível (Dosi, 1988b, p.1165)¹¹.

4 - O processo de inovação na ótica do paradigma tecno-econômico e o *catching up*

O conceito de inovação em Freeman e Perez é semelhante ao utilizado pelos autores acima citados, mas estabelece uma vinculação maior dos efeitos da inovação sobre o ambiente social e econômico. Vale dizer, o ambiente institucional, a política macroeconômica, as políticas governamentais de ciência e tecnologia, enfim, as condições sociais e institucionais, que dão configuração ao paradigma tecno-econômico, exercem importante interação com o mesmo. Como resultado, são definidas diferentes formas de desenvolvimento econômico nos vários países. No centro desse processo, está o “sistema nacional de inovação”, que, conforme se mencionou, ocupa importância crescente na literatura neo-schumpeteriana atual. Sob essa ótica, o processo de inovação é

¹¹ Nas palavras de Dosi (1988b, p.1165): “Quase com certeza, as teorias concorrentes em ciências sociais são como fenótipos concorrentes em complexos ambientes evolucionários. Não há forma de se afirmar *ex ante* qual será o mais apto. É difícil duvidar, entretanto, de que os domínios da inovação, com as características aqui discutidas, são as maiores — e ainda largamente inexploradas — fronteiras da análise econômica.”

examinado pelo prisma do macroambiente social, político e institucional, sem deixar de considerar as relações geridas no processo organizacional das firmas, que afetam radicalmente o paradigma técnico-econômico vigente. Por exemplo, o enorme *gap* tecnológico aberto pela Inglaterra na primeira Revolução Industrial relacionou-se não apenas ao aumento das invenções e das atividades científicas e ao *cluster* de inovações em têxteis, metalurgia e atividades de engenharia, mas também às novas formas de organização da produção, investimento e *marketing* e aos novos meios de se combinar invenção com atividade empresarial¹² (Freemmann, 1988a).

Perez e Soete (1988) afirmam que continua persistindo o grande divisor de águas que, tanto no século XIX — ao separar os Estados Unidos e a Europa do resto do mundo — quanto no século XX — ao incluir o Japão entre as primeiras —, distinguira nações desenvolvidas das não-desenvolvidas. O que as torna mais ou menos desenvolvidas é o processo de industrialização que, por decorrência, explicita que o motor do desenvolvimento continua centrado na tecnologia “externa” e em sua difusão internacional. A importância desses fatores se evidencia na rápida industrialização do *newly industrialising countries*, como a Coreia do Sul, que contrasta com os demais países em desenvolvimento. Isto porque estes últimos continuam com imensas dificuldades em fazer avançar seu processo industrial, ressuscitando a antiga teoria da dependência e o *gap* estrutural entre ricos e pobres. O que parece explicar convenientemente essas diferenciações estruturais entre países é a avaliação de como as tecnologias evoluem e se difundem e sob que condições o processo de efetivo *catching up* tem lugar (Perez, Soete, 1988, p.498). Por essa razão, a propagação de um paradigma tecnológico e a difusão das respectivas inovações explicam o *catching up* entre países e suas próprias formas de desenvolvimento, sob à égide da nova configuração tecnológica.

Assim, retorna à cena o papel das inovações tecnológicas como desencadeador de mudanças estruturais no desenvolvimento econômico. A imensa literatura existente sobre o assunto conduz a uma convergência entre dois pontos, onde se encontram, de um lado, os estudos de caso de *catching up* em certos países na produção e uso de tecnologias particulares, e, de outro, alguns recentes modelos de crescimento e de trocas internacionais baseados na imitação e em *catching up*. Segundo Perez e Soete (1988, p.458), situam-se, no primeiro caso, principalmente as contribuições de Ames, Rosemberg (1963);

¹² Da mesma forma, segundo Freeman (1988a, p.330): “Similarmente, quando a Alemanha e os Estados Unidos superaram a Inglaterra na última parte do século XIX e no início do século XX, seu sucesso estava também relacionado às grandes mudanças institucionais no sistema nacional de inovação, bem como aos grandes aumentos em escala na pesquisa profissional e em atividades de incentivo e novos *clusters* de inovações radicais”.

Habakkuk (1962); Von Tunzelmann (1978); e, no segundo caso, dentre outros, os estudos de Posner (1961); Freeman (1963, 1965); Gomulka (1971); e Cornwall (1977). A referida convergência está na ênfase ao contexto histórico e à estrutura institucional dentro das quais ocorre o referido processo de imitação e *catching up* tecnológico.

Nesse sentido, a realização de *catching up* exige algum nível prévio de desenvolvimento industrial, de forma a romper com o paradoxal círculo vicioso da pobreza e do subdesenvolvimento. São os retornos crescentes associados à industrialização e ao desenvolvimento que tornam as condições de desenvolvimento tão paradoxais. Em outros termos, é necessário capital prévio para produzir novos capitais, é necessário prévio conhecimento para absorver novos conhecimentos, habilidades (*skills*) devem ser disponíveis para adquirir novas habilidades e um certo nível de desenvolvimento é requerido para criar a infra-estrutura e a aglomeração econômica que tornam o desenvolvimento possível. Em síntese: “(...) é dentro da lógica da dinâmica do sistema que o rico se torna mais rico e o *gap* permanece e se aprofunda para os que são deixados para trás” (Perez, Soete, 1988, p.459).

Convencionalmente, a forma de se romper com o círculo vicioso do subdesenvolvimento tem sido localizada na geração de investimentos e infra-estrutura. Estes, entretanto, são geralmente insuficientes tanto em termos quantitativos quanto qualitativos, para gerar *catching up*. A ênfase, portanto, deve ser deslocada para a questão do conhecimento tecnológico e para as habilidades (*skills*) no trato das novas técnicas. Um efetivo processo de *catching up* somente pode ser obtido através da aquisição de capacidade de participação na geração e no melhoramento de tecnologias, ao contrário do simples uso das mesmas. Isto significa que os países devem se tornar aptos a “entrar”, ou como imitadores (princípios) ou como inovadores, em novos produtos e processos (Perez, Soete, 1988, p.459).

Isto implica reconhecer que a base para a formulação de uma teoria de inovação exige uma nova compreensão do fenômeno tecnológico. Como as mudanças tecnológicas têm uma natureza de longo prazo, e o processo de transformação estrutural delas decorrente é disruptivo, unidirecional e cumulativo, as antigas noções de imitação e *bandwagons*, estabelecidas por Kuznets e Schumpeter, no início dos anos 30, são ainda de grande valia. Porém, a natureza da inovação tem passado por consideráveis avanços conceituais¹³. A escolha

¹³ Sobre as conceituações quanto ao tipo, ao uso e às estratégias de inovação, destaque-se a diferenciação proposta por Freeman e Perez (1988) entre inovações radicais, inovações incrementais, mudanças no sistema de tecnologia e mudanças no paradigma tecnológico. Dosi (1988a) propõe a seguinte classificação por setores quanto ao uso da inovação: *supplier-dominated sectors*, *scale-intensive sectors*, *specialised suppliers* e *science-based sectors*. Quanto à estratégia de inovação, Freeman (1975) propõe a seguinte taxonomia adotada pelas firmas: ofensiva, defensiva, imitativa, dependente, tradicional e oportunista.

de produtos ou processos a ser imitados deve romper com a denominada “cegueira tecnológica”, o que implica reconhecer que inovar implica habilidade para imitar os processos ou produtos e não simplesmente usá-los ou adquiri-los. Depreendem-se daí dois aspectos interligados: à medida que o processo de inovação avança, espera-se que o ambiente econômico que o circunda também se modifique, enquanto se procede à difusão. Assim, do ponto de vista tecnológico, espera-se obter, no final do processo, significantes melhoras da inovação, conseqüente da evolução da difusão; e, do ponto de vista econômico, espera-se que o preço da inovação se modifique, através da difusão, tornando a oferta da inovação dependente da lucratividade em produzi-la. Portanto, uma vez reconhecida a importância de forte *feedback* entre fatores de oferta e de demanda na difusão da inovação

“(…) é fácil ver como o investimento passado na velha tecnologia estabelecida pode retardar (*slow down*) a difusão da nova inovação. Isto se aplica a investimentos passados não apenas em termos de capital físico, mas também em capital humano, mesmo capital “intelectual” (Perez, Soete, 1988, p.461).

Isto explica por que a vasta maioria das novas tecnologias tem origem nas economias avançadas, lá interagem, criando sinergias, sendo bastante difícil às economias menos industrializadas se emparelharem tecnologicamente. Não há alternativa possível a estas últimas senão imitar as mais avançadas: só assim será criado o que Freeman e Soete chamam de “janelas de oportunidade”.

A conclusão a que se chega é que o processo de desenvolvimento não se dá em cima do êxito de determinado produto individual, mas, sim, sobre a capacidade em se estabelecerem “sistemas tecnológicos” relacionados e em processo de permanente interação e evolução. É isto que permite o surgimento de uma sinergia capaz de auto-sustentar o processo de crescimento econômico. Portanto, o crescimento acelerado está baseado na inter-relação do dinamismo tecnológico, na capacidade de realizar sucessivos melhoramentos ao longo de um amplo elenco de tecnologias e atividades correlatas. É tal processo que permite a redução de custos à entrada e operacionais para as outras firmas, onde, assim que ocorrem seus respectivos ingressos nos sistemas de novas tecnologias, maior será a intensidade do processo de *catching up* (Perez, Soete, 1988, p.477).

Como o avanço econômico implica permanentes mudanças, quer nas rotinas organizacionais, quer nos hábitos da sociedade, conclui-se que é do processo de inovação que se desencadeiam tais transformações. Segundo Perez

(1991, p.3), o avanço da tecnologia da informação e das comunicações e a rápida mudança tecnológica têm se tornado a norma nos mercados mundiais, resultando em competitividade cada vez mais dependente da capacidade de realizar inovações e aprendizado. Porém, para tanto, não basta ao país ter uma política clara de C&T, ou um sistema completo de competentes instituições com centros de excelência. Muito menos é suficiente ter firmas com departamentos de P&D em estreita colaboração com universidades e centros de pesquisa. Sob as novas condições, o sucesso econômico requer a “disseminação da inovatividade” (Perez, 1991, p.3)¹⁴.

A única estratégia possível, derivada da experiência internacional, capaz de gerar mudanças radicais é fortalecer a “inovatividade” e a capacidade de mudança tecnológica. Para tanto, ações em quatro áreas específicas devem ser implementadas: desenvolvimento de recursos humanos, organização interna das firmas, formas de cooperação interfirmas e formas de ação governamental. Assim, a importância da inovação, enquanto processo permanente de interação, aprendizado e mudança social, implica também, e necessariamente, conceder alta prioridade à igualdade social e ao aumento da qualidade dos recursos humanos, sem o que, dificilmente, qualquer nação poderá ingressar exitosamente, do ponto de vista social, econômico e tecnológico, no século XXI.

Bibliografia

- ARRIGHI, Giovanni (1998). **A ilusão do desenvolvimento**. 4.ed. São Paulo: Vozes.
- CONCEIÇÃO, Octavio A. C. (1996a). "Novas" tecnologias, "novo" paradigma tecnológico ou "nova" regulação: a procura do "novo". **Ensaio FEE**, Porto Alegre, v.17, n.2.
- CONCEIÇÃO, Octavio A. C. (1996b). **A teoria da regulação e o meio ambiente institucional**. Rio de Janeiro: UFRJ/Instituto de Economia. (mimeo).

¹⁴ Isto porque “(...) sobre as novas condições, o sucesso econômico requer a disseminação da inovatividade; o conjunto da sociedade precisa estar engajado à inovação, não apenas os especialistas e não somente algumas firmas e instituições líderes. O desafio é alcançar o paradoxo de tornar a mudança uma rotina de todos; de realizar contínuos melhoramentos no padrão de comportamento normal de todos os atores envolvidos direta ou indiretamente na geração de riqueza. Esta não é uma tarefa fácil em países com grandes desigualdades, baixos níveis de educação e profundos problemas sociais” (Perez, 1991, p.3).

- DOSI, Giovanni (1983). Technological paradigms and technological trajectories: the determinants and directions of technical change and the transformation of the economy. In: FREEMAN, Christopher, ed. **Long Waves in the world economy**. London : Butterworth.
- DOSI, Giovanni (1988b). Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation. **Journal of Economic Literature**, v.26, p.1120-1171, Sept.
- DOSI, Giovanni (1988c). Preface to part III. In: DOSI, G. et al. eds. **Technical change and economic theory**. London : Pinter.
- DOSI, Giovanni, ORSENIGO, L. (1988). Coordination and transformation: an overview of structures, behaviours and change in evolutionary environments. In: DOSI, G. et al., eds. **Technical change and economic theory**. London : Pinter.
- DOSI, Giovanni. (1988a). The nature of the innovative process. In: DOSI, G. et al., eds. **Technical change and economic theory**. London : Pinter.
- FREEMAN, C. (1995). The 'national system of innovation' in historical perspective. **Cambridge Journal of Economics**, v.19, n.1, Feb.
- FREEMAN, C., CLARIE, J., SOETE, L. L. G. (1982). **Unemployment and technical innovation: a study of long waves in economic development**. London : Frances Pinter.
- FREEMAN, C., PEREZ, C. (1988). Structural crises of adjustment business, cycles and investment behaviour. In: DOSI, G. et al., eds. **Technical change and economic theory**. London : Pinter.
- FREEMAN, Christopher (1975). **La teoria económica de la innovación industrial**. Madrid : Alianza.
- FREEMAN, Christopher (1988a). Japan: a new national system of innovation? In: DOSI, G. et al., eds. **Technical Change and Economic Theory**. London : Pinter.
- FREEMAN, Christopher (1988b). Introduction. In: DOSI, G. et al. eds. **Technical Change and Economic Theory**. London : Pinter.
- NELSON, Richard R. (1995). Recent evolutionary theorizing about economic change. **Journal of Economic Literature**, v.33, p.48-90, Mar.
- NELSON, Richard, WINTER, Sidney G. (1977). In search of usefull theory of innovation. **Research Policy**, v.6, p.36-76.

- NELSON, Richard, WINTER, Sidney G. (1982). **An evolutionary theory of economic change**. Cambridge, Mass. : Harvard University.
- NIOSI, J. et al. (1993). National systems of innovation: in search of a workable concept. **Technology in Society**. v.15, p.207-227.
- PEREZ, C., SOETE, Luc (1988). Catching up in technology: entry barriers and windows of opportunity. In: DOSI, G. et al. eds. **Technical change and economic theory**. London : Pinter.
- PEREZ, Carlota (1991). **National systems of innovation, competitiveness and technology**: a discussion of some relevant concepts and their practical implications. ECLAC/UNIDO, (mimeo).
- PEREZ, Carlota. (1986). Las Nuevas Tecnologías: una visión de conjunto. In: OMINAMI, Carlos, coord. **La tercera revolución industrial**: impactos internacionales del actual viraje tecnológico. Buenos Aires : Grupo Editor Latinoamericano.
- POSSAS, Mario (1989). Em direção a um paradigma microdinâmico: a abordagem neo-schumpeteriana. In: AMADEO, E., org. **Ensaio sobre economia política moderna**: teoria e história do pensamento econômico. São Paulo : Marco Zero.
- STONEMAN, Paul, DIEDEREN, Paul (1994). Technology diffusion and public policy. **The Economic Journal**, v.104, p.918-930, Jul.
- WINTER, Sidney (1984). Schumpeterian competition in alternative technological regimes. **Journal of Economic Behaviour and Organisation**, v.5, n.3-4, p.287-320.

Abstract

This text discusses the centrality of the technological innovation concept within the neo-schumpeterian approach. This concept is not tied to the dissemination of new products and processes only, but it is associated to new forms of firm organization and new social habits that allow the establishment of new technological paradigms. Therefore, it is a concept that deals teoretically with the process of technological change and its economic and social effects. This vision stands against the traditional neoclassical approach, where the emphasis in such a process does not exist. Technological innovation has simultaneous and conjugate effects in two economic activity spheres: when it dissiminate in the firm "microeconomic" environment it propagates itself also in an enlarged scale, allowing the establishment of a "macroeconomic" environment for the new technological paradigm to arise.