

TEORIA DA FIRMA E INOVAÇÃO: UM ENFOQUE NEO-SCHUMPETERIANO

Rosele Marques Vieira *

Resumo: O objetivo deste artigo é discutir como ocorrem as inovações tecnológicas nas firmas, com enfoque nas concepções neo-schumpeterianas. A partir deste enfoque, buscou-se explicar o tratamento da firma em termos dinâmicos, gerados por fatores endógenos do sistema, notadamente as inovações. A firma é tomada como uma unidade básica de análise, em que os agentes decidem sob condições de incerteza, instabilidade e racionalidade limitada. Em oposição à abordagem neoclássica, o comportamento da firma é explicado por meio das ideias de rotina, da busca e da seleção. Desse modo, o mercado constitui uma instituição de seleção cada vez mais eficiente, determinando o desaparecimento de empresas consideradas incapazes. As firmas estão em constante busca por inovações, a fim de garantir a obtenção de lucros e a difusão tecnológica.

Palavras-chave: Inovações tecnológicas, Teoria da firma, Aprendizado tecnológico.

Abstract: The purpose of this paper is to discuss how technological innovations occur in firms, focusing on neo-Schumpeterian conceptions. From this approach, we attempted to explain the treatment of the firm in dynamic terms, generated by endogenous system, notably the innovations. The firm is taken as a basic unit of analysis, in which the agents decide under conditions of uncertainty, instability and bounded rationality. In opposition to the neoclassical approach, the behavior of the firm is explained by the ideas of routine, of search and selection. Thus, the market is an institution of selection increasingly efficient, determining the disappearance of firms deemed incapable. Firms are in constant search for innovation, in order to ensure the achievement of profit and technological diffusion.

Keywords: Technological innovations, Firm theory, Technological learning.

Introdução

O objetivo, deste artigo é discutir como ocorrem as inovações tecnológicas nas firmas, dando enfoque as concepções neo-schumpeterianas. No intuito de entender a transformação das estruturas produtivas no processo de difusão das inovações.

Os autores neo-schumpeterianos, chamados também de evolucionários, partem da premissa defendida por Schumpeter que a mudança tecnológica é o motor do desenvolvimento capitalista sendo a firma o locus de atuação do empresário inovador e de desenvolvimento das inovações. Esses autores, analisam de que forma as inovações são geradas e difundidas no capitalismo.

A abordagem neo-schumpeteriana defende que a inovação constitui o determinante fundamental do processo dinâmico da economia, apresentando contraposição ao conceito de análise estática e de equilíbrio otimizado da firma, difundido pela escola neoclássica. A teoria econômica convencional tratava o progresso técnico resultante da adoção de inovações como um elemento exógeno ao sistema econômico. Na visão dos autores neo-schumpeterianos, o progresso técnico resulta do desenvolvimento de inovações que dependem não apenas da natureza do setor em que as inovações são geradas, como também de fatores institucionais.

Nesse sentido, as teorias (demand-pull¹ e technology-push²) que procuravam explicar a dinâmica competitiva, desprezando a interação multidisciplinar entre conhecimento científicos e desenvolvimento econômico, tornaram-se inconsistentes para explicar o entendimento abrangente do sistema econômico.

*Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, e-mail: rosele@uems.br.

As teorias demand-pull e technology-push, possuem várias limitações. A primeira apresenta um conceito passivo e mecânico da reação das mudanças técnicas às condições do mercado, é incapaz de explicar o tempo das inovações e a descontinuidade de seus padrões e desconsidera a complexidade e a incerteza no processo inovativo. A segunda considera a ciência exógena e neutra na interação com a tecnologia e a economia, por entender que o processo de desenvolvimento científico desemboca numa certa tecnologia de forma inexorável (DOSI, 1982).

As teorias evolucionárias ou neo-schumpeterianas, rejeitam o equilíbrio de mercado diante do ambiente coletivo de mudanças proporcionadas por agentes individuais. Apontam para a necessidade de desenvolver uma visão dos agentes, constituída de indivíduos e firmas distintas com características cognitivas próprias. Criticam as hipóteses de racionalidade substantiva, que predefine o comportamento dos agentes econômicos segundo, o princípio da maximização. O conceito de maximização não é considerado útil, pois supõe, um perfeito conhecimento do mercado pelos agentes econômicos.

A diversidade conduz a idéias de racionalidade procedural, ou seja não pode ser predefinida. A capacitação de uma empresa é resultante do processo de aprendizagem ao longo das interações com o mercado e novas tecnologias, permitindo o estabelecimento de rotinas dinâmicas.

Este artigo além da introdução, se encontra organizado da seguinte forma: A seção 2 faz algumas considerações sobre a evolução da teoria da firma, no processo de mudança da tecnologia e inovação. A seção 3 discute os conceitos de paradigmas e trajetórias tecnológicas desenvolvido pelos autores neo-schumpeteriano, e o conceito de paradigma tecnoeconômico desenvolvido por Freeman e Carlota Perez. A seção 4 enfoca o papel do aprendizado tecnológico no processo de inovação da firma. Na seção 5 foram estabelecidas as considerações finais.

Inovações e teoria da firma

Na primeira metade do século XX, Alfred Marshall (1890) publicou os Principles of Economics, nessa obra, mostrou que a alocação de recursos é guiada pela oferta e a demanda, e criou a idéia da firma representativa.

A firma é o local onde uma ou várias transformações tecnológicas são processadas em um determinado bem ou serviço. A firma é representativa, cujo gerente age racionalmente, com intuito de maximizar lucro, considerando a informação perfeita entre os agentes. Ela compra insumos (inputs, fatores de produção), combina-os segundo um processo de produção escolhido e vende produtos (outputs) no mercado. A firma é compreendida como um mero agente maximizador de lucros.

De acordo com Tigre (1998), o irrealismo dos princípios da teoria neoclássica pode ser constatado nas seguintes premissas: a) A firma é vista como uma “caixa preta”, que combina fatores de produção disponíveis no mercado para produzir produtos comercializáveis; b) O mercado, embora possa apresentar situações transitórias de desequilíbrio, tende a estabelecer condições de concorrência e informações perfeitas. A firma também se depara com um tamanho “ótimo” de equilíbrio; c) As possibilidades tecnológicas são usualmente representadas pela função produção, que especifica a produção correspondente a cada, combinação possível de fatores. As tecnologias estão disponíveis no mercado, seja através de bens de capital ou no conhecimento incorporado pelos trabalhadores; d) É assumida a racionalidade perfeita dos agentes, diante de objetivos da firma de maximização de lucros.

Conforme o autor, a firma é tratada não como instituição, mas sim como ator, com um status similar ao consumidor individual. Um ator passivo e sem autonomia, cujas funções se resumem em transformar fatores em produtos e otimizar as diferentes variáveis de ação.

Na obra Teoria do Desenvolvimento Econômico (1911), Schumpeter defende a mudança tecnológica como motor de desenvolvimento econômico. Para o autor (1982), o elemento motriz da evolução do capitalismo é a inovação, seja ela em forma de introdução de novos bens ou técnicas de produção, ou mesmo através do surgimento de novos mercados, fontes de ofertas de matérias-primas ou composições industriais. O indivíduo que implementa essas novas combinações, inserindo as inovações no sistema produtivo, é o inovador, podendo esse ser o não o inventor.

Assim, o que faz com que a firma obtenha essas vantagens são as atividades de inovação, e/ou imitação tecnológica. Dessa forma, as firmas estão em constante busca por inovações, para garantir a obtenção de lucros e garantem a difusão da inovação tecnológica.

No contexto de inovação/imitação tecnológica, Schumpeter (1982) redefine o papel das firmas no processo de crescimento econômico. Ao contrário, da teoria neoclássica que considera a firma como um agente passivo diante das mudanças estruturais da economia. Define a firma como o “locus” da atividade inovativa, e portanto com papel ativo no progresso tecnológico.

Outra contribuição de Schumpeter é a explicação para os ciclos econômicos a partir da concorrência empresarial. A fase de prosperidade, é provocada por intensas atividades de inovação e difusão tecnológicas. A fase de depressão ocorre porque várias empresas não conseguiram se adaptar às mudanças que ocorreram, não modificando sua tecnologia.

Segundo Schumpeter (1982), o período de depressão econômica surge não como um acaso, mas é uma situação que surgirá necessariamente após o “boom”, como um período onde as antigas formas de produção estão sendo substituídas pelas firmas inovadoras e pelas novas firmas, capazes de iniciar suas atividades já inseridas em um novo estágio tecnológico. Esse processo dos ciclos econômicos, caracterizado pela ascensão de um conjunto de firmas capazes de inovar, e pela falência de outras empresas que continuam obsoletas, foi chamado por Schumpeter de “destruição criadora”. Portanto, o processo de mudanças tecnológicas que revoluciona a estrutura econômica, criando elementos novos e destruindo o antigo, é chamado de “destruição criadora”.

Edith Penrose (1959) contribuiu para o entendimento do papel da tecnologia e do conhecimento no crescimento da firma. Interpretou a firma como uma organização, na qual várias habilidades e conhecimentos são reunidos na tentativa de produzir mercadorias. A capacidade da firma tanto de explorar habilidades e conhecimentos como em inovar é o que determina o quanto a firma pode crescer (PESSALI; FERNANDEZ, 2006).

Mediante, o trabalho da autora é que foi proposto, uma análise da firma centrada nas suas capacitações internas. A função econômica primária da firma é fazer uso de recursos produtivos para fornecer mercadorias e serviços para a economia de acordo com planos desenvolvidos e executados dentro da firma (PENROSE, 1959).

Dessa forma, a autora entende a firma como uma organização, uma vez que as atividades de planejamento e execução requerem um corpo administrativo sujeito à hierarquia e divisão de trabalho, tanto no âmbito gerencial como produtivo. Cabe ressaltar, que o crescimento da firma estará, em grande parte atrelado ao fator tempo, ou seja, o tempo necessário para se elevar, por meio do aprendizado, a capacitação organizacional dentro da firma, a qual, define o grau de eficiência na utilização dos recursos produtivos.

O crescimento da firma é, um processo que demanda tempo, e o conhecimento adquirido pela equipe gerencial não pode ser descrito nem repassado mecanicamente, sendo este um fator de desenvolvimento da firma de forma única e original.

Os recursos produtivos, apesar de importantes para o crescimento da firma, são apenas, um conjunto de serviços em potencial; a forma como serão utilizado é que definirá a vantagem competitiva da firma sobre as outras. No entanto, para a autora, os serviços produtivos não se referem a combinações quantitativas de fatores (como na firma neoclássica), e sim, à qualidade

dos recursos humanos e físicos existentes no interior da firma e, mais especificamente, aos benefícios que sua utilização acarreta ao funcionamento e crescimento da empresa.

A contribuição de Penrose está em deslocar o campo de análise para o interior da firma. O crescimento e desempenho resultam do que, ela denomina de base tecnológica e “espírito empreendedor” existente em cada firma, de forma única e distintiva a cada unidade de produção.

As teorias evolucionárias ou neo-schumpeterianas, mostraram uma nova visão para o estudo da firma. Freeman (1974, 1984) foi o primeiro a resgatar a contribuição de Schumpeter, no sentido de incorporar o progresso técnico como variável-chave do processo evolucionário da firma e do mercado, bem como revelou características básicas das estratégias tecnológicas que as firmas adotam. Por outro lado, Nelson e Winter (1982) iniciaram uma linha de investigação apoiada em Simon, Schumpeter, Penrose e em conceitos transpostos da biologia evolucionista, visando incorporar a questão tecnológica à teoria da firma. Dosi (1982) complementa a idéia de estratégia tecnológica, propondo a noção de paradigma e trajetórias tecnológicas, como idéia de um padrão de solução de problemas tecnológicos.

O enfoque evolucionista, possibilitou o tratamento da firma em termos dinâmicos. Mostrando a permanente busca da firma em introduzir mudanças em seus produtos e processos produtivos num ambiente de seleção de mercado, e evidencia a existência de um processo dinâmico, cujos resultados são determinados pelo tempo, onde o comportamento das firmas é explicado por, rotina, busca e seleção.

A firma busca explicar os processos que transformam a economia capitalista endogenamente, num ambiente, onde os agentes decidem sob condições de racionalidade limitada e incerteza. Assim, diferindo da teoria neoclássica, que fundamenta-se nas hipóteses de maximização, equilíbrio, e onde o progresso técnico é exógeno.

Conforme Nelson e Winter (1982) a adoção da racionalidade limitada e processual resultou em modificações acerca do comportamento dos agentes econômicos, na visão dos neo-schumpeterianos, passando a ser representado pelas noções de rotinas. Dessa forma, os conceitos de paradigmas e trajetórias tecnológicas, associados às interações entre aprendizagem possibilitam esclarecer com mais detalhe o processo evolutivo da firma.

Paradigmas e trajetórias tecnológicas x paradigma tecnoeconômico

Os conceitos de paradigmas tecnológicos e de trajetórias tecnológicas, foram desenvolvidos por vários autores a partir da década de 70, sendo os mais importantes Nelson e Winter (1977), Freeman e Perez (1986) e DOSI (1982, 1988a, 1988b), o desenvolvimento desses conceitos está embasado na construção do pensamento neo-schumpeteriana sobre inovação e o seu papel no crescimento econômico.

Para entender paradigmas e trajetórias tecnológicas, os autores fazem uma transposição do paradigma científico, proposto por Thomas Kuhn (1962)³ para a elaboração do conceito de paradigma tecnológico. A intenção dessa transposição é a de pensar a ciência e a tecnologia como formas inter-relacionadas e incorporadas. Na ciência, cada paradigma coloca problemas e sugere como enfrenta-los, conforme um método definitivo. Na tecnologia, o procedimento é o mesmo.

O conceito de paradigmas científicos de Thomas Kuhn no estudo da evolução da ciência econômica, assume várias terminologias, tais como o paradigma tecnológico (DOSI, 1982) e o paradigma técnico-econômico de Carlota Perez. Dessa forma, Dosi sugere uma analogia entre tecnologia e ciência, conforme o conceito de paradigma científico elaborado por Kuhn. O conceito de paradigma científico refere-se à produção de conhecimento científico, enquanto que o conceito de paradigma tecnológico está relacionado com a produção do conhecimento tecnológico.

A tecnologia na concepção de Dosi (1984) é um conjunto de partes do conhecimento que, tanto práticos quanto teóricos, e que se aplicam a idéia de sucesso ou imagem de fracasso, incorporada à determinada atividade econômica, cujo objetivo é a sobrevivência no mercado competitivo através da procura de novas combinações-processos e/ou produtos. Esse conjunto envolve desde procedimentos, métodos, experiências, know-how, até mecanismos e equipamentos, arranjos institucionais, entre outros.

Portanto, a tecnologia tem um caráter dinâmico e endógeno ao processo de desenvolvimento econômico, ao contrário dos preceitos estáticos da análise neoclássica. O paradigma tecnológico, por sua vez é definido como um “modelo” ou um “padrão” de soluções de um conjunto de problemas de ordem técnica, selecionado a partir de princípios derivados do conhecimento científico e das práticas produtivas (DOSI, 1982, p.152).

Conforme o autor, o paradigma tecnológico representa uma heurística seletiva, ou um conjunto de prescrições, que definem as direções das mudanças tecnológicas a serem seguidas e aquelas a serem negligenciadas. Os paradigmas, geram um segundo tipo de conceito denominado trajetórias tecnológicas, como resultante do modo ou padrão de realizar a formulação e solução de problemas específicos no interior do próprio paradigma.

As trajetórias são formadas por inovações incrementais, relativas às adaptações inovadoras em uma tecnologia existente, e inovações radicais, geradas a partir da criação de uma tecnologia inédita. A evolução de uma trajetória pode ser compreendida pela habilidade e capacidade tecnológica das organizações em encontrar novas oportunidades de inovações, desenvolve-las e implementá-las em suas respectivas atividades. O número de oportunidades a serem exploradas num setor é um dos fatores chaves na diferenciação dos setores de uma economia acerca do ritmo de inovações. As oportunidades tecnológicas refletem a probabilidade de inovações para qualquer volume de dinheiro investido em pesquisa. Grandes oportunidades oferecem fortes incentivos ao empreendimento de atividades inovadoras e denotam um ambiente econômico que não é funcionalmente restringido pela escassez

Os conceitos de paradigmas e trajetórias tecnológicas, quando associados à interação entre aprendizado e rotinas, mostram como ocorre o processo evolutivo das firmas.

Dessa forma, para Dosi (1988) os paradigmas tecnológicos orientam o avanço tecnológico sustentado pelo volume de conhecimento internalizados, formal e tacitamente, na organização e pelo conjunto de rotinas. As trajetórias orientam as direções segundo as quais a mudança técnica se efetiva no tempo.

As articulações entre esses elementos imprimem um caráter dependente ou pré-determinado à trajetória evolutiva da firma. O aprendizado gera competências organizacionais observáveis através das capacidades de desenvolvimento dos processos necessários à trajetória evolutiva, imprimindo especificidades à mesma, seja nas características do conhecimento acumulado, seja nas do paradigma e trajetória que a orientam.

O paradigma tecnológico seria o conjunto de procedimentos e rotinas predominantes. A trajetória tecnológica é definida como direção tomada pelo desenvolvimento tecnológico, dadas às escolhas do paradigma, sugere que as firmas têm um processo de desenvolvimento tecnológico que é condicionado pelas escolhas passadas que elas fizeram. As firmas seriam dependentes de sua trajetória, ou estariam numa situação de path dependence (LAROVERE, 2006).

Nesse sentido, as decisões tecnológicas em um determinado ponto da trajetória estão condicionadas ao acúmulo de conhecimento científico e tecnológico dominado. Nelson e Winter (1982) construíram um referencial analítico da dinâmica do processo de evolução e/ou inovação tecnológica, inspiradas no mecanismo de evolução das espécies⁴ via mutações genéticas em que são submetidas à seleção ambiental, onde o comportamento da firma se dá através de mecanismos de rotina, busca e seleção.

A rotina é o conjunto de técnicas e processos organizacionais que caracterizam o modo

através dos quais as mercadorias e serviços são produzidos, desde as atividades cotidianas até as inovativas. As rotinas de uma empresa cumprem papel semelhante ao dos genes na biologia, elas servem de repositório de conhecimento e habilidades e são o “memorial organizacional” da firma. As rotinas apresentam um caráter tácito e específico, que é em suma, o modo principal pelo qual a firma tomada individualmente, armazena o seu conhecimento, ou seja sua “memória (NELSON; WINTER 1982). De acordo com os autores, o processo de busca compreende as atividades organizacionais que estão associadas com a avaliação de rotinas correntes, que podem levar a alteração destas.

Cabe ressaltar, que nos conceitos de rotina e busca, está inserida a questão da trajetória natural, as mudanças técnicas são tratadas como eventos decorrentes de procedimentos heurísticos, caracterizados por um ambiente de incerteza, em que os resultados e esforços inovativos não são conhecidos ex-ante. A busca de combinações inovativas e tecnológicas (ex-ante) poderão não ser referenciadas e aprovadas enquanto realização final pelo mercado (ex-post). Desse modo nem sempre o tempo das novas descobertas propiciadas pelo progresso técnico é o mesmo da incorporação de novas tecnologias nos produtos e processos das diferentes organizações industriais. Dessa forma, diante da incerteza nas decisões sobre as inovações as firmas adotam um comportamento cauteloso e defensivo, expresso em procedimentos e rotinas.

O termo seleção representa as estruturas institucionais, ao passo que, o ambiente de seleção pode ser nonmarket (por exemplo: competição entre partidos políticos, universidades, etc.), e market (por exemplo: a seleção de mercado dada pelo processo competitivo interfirmas). Segundo Nelson e Winter (1977, 1982), a firma inovadora, buscando a realização de lucros, atua com “racionalidade limitada”, utilizando-se de rotinas e mecanismos de busca, adotando estratégias que serão sancionadas (ou não) por mecanismos de seleção.

Assim, ocorre interação entre o processo de busca e seleção, em que a dinâmica do processo irá estabelecer padrões de comportamento do mercado e da firma no tempo. De acordo com Nelson e Winter (1982), a concorrência schumpeteriana tende a produzir vencedores e perdedores, de forma que algumas firmas certamente tirarão maior proveito das oportunidades técnicas do que outras. Assim, os mais fortes sobreviverão apropriando das suas vantagens, ao passo que, os mais fracos tendem a desaparecer.

O conceito de paradigma tecnoeconômico, proposto por Freeman e Carlota Perez em 1988, pretende ampliar o conceito de paradigma tecnológico e incluir na análise do processo competitivo, outros elementos além do progresso técnico. Os autores sugerem que a análise da inovação deveria adotar o conceito de paradigma tecnoeconômico ao invés de conceito de paradigma tecnológico. Isto porque este último restringe as mudanças técnicas a mudanças em produtos e em processos produtivos, sem levar em consideração mudanças nos custos associadas a condições de produção e distribuição (FREEMAN; PEREZ, 1988).

O conceito de paradigma tecnoeconômico pretende incluir na análise neoschumpeteriana da inovação fatores econômicos que não são destacados na análise de Dosi. A preocupação em definir esse conceito de paradigma tecnoeconômico, está relacionada à necessidade de compreender as mudanças que ocorrem ao longo dos ciclos de crescimento.

Dessa forma, o paradigma tecnoeconômico é definido por Freeman e Perez (1988) como uma combinação de inovações de produto, de processo, técnicas, organizacionais e administrativas, abrindo um leque de oportunidades de investimento e de lucro. Cada paradigma tecnoeconômico é caracterizado por um conjunto específico de insumos. Esse conjunto é denominado pelos autores de fator-chave.

O novo paradigma tecnoeconômico envolve uma série de elementos e tendências (FREEMAN; PEREZ, 1988, p.59): a) uma nova “melhor prática” de organização da produção e novas qualificações da mão-de-obra; b) novo mix de produtos; c) novas tendências nas inovações radicais e incrementais que levam à progressiva utilização do novo fator chave; d)

novos padrões de investimento à medida que muda a estrutura de custos relativos das empresas; e) entrada de novas firmas empreendedoras nos mercados em crescimento devido às oportunidades geradas pela mudança de paradigma; f) aumento da participação de grandes empresas, seja por crescimento ou por diversificação, nos mercados onde o fator-chave é produzido.

O Quadro 1, uma versão resumida do quadro apresentado por Freeman e Perez (1988), mostra as principais características dos sucessivos paradigmas tecno-econômicos desde a Revolução Industrial. Assim, verifica-se que cada paradigma possui um conjunto específico de fatores-chave e de indústrias propulsoras do crescimento ou indústrias-chave. As formas de organização industrial e de competição também mudam.

Períodos	Descrição	Indústria-chave	Fatores-chave	Organização industrial
1770-1840	Mecanização	Têxtil, química, metalmecânica, cerâmica	Algodão e ferro	Pequenas empresas locais
1840-1890	Máquinas a vapor e ferrovia	Motores a vapor, máquinas-ferramenta, máquinas para ferrovias.	Carvão, sistema de transportes.	Empresas pequenas; crescimento das sociedades anônimas.
1890-1940	Engenharia pesada e elétrica	Estaleiros, produtos químicos, armas, máquinas elétricas.	Aço	Monopólios
1940-1980	Fordista	Automobilística, armas, aeronáutica, bens de consumo duráveis, petroquímica.	Derivados de petróleo	Competição oligopolista e crescimento das multinacionais
1980 - período atual	Tecnologias de informação e comunicação	Computadores, produtos eletrônicos, software, telecomunicações, novos materiais, serviços de informação.	Microprocessadores	Redes de firmas

Quadro 1 - Os paradigmas tecnoeconômicos.

Fonte: Freeman e Perez (1988 apud LA ROVERE, 2006).

Segundo Perez (1992), o paradigma tecnoeconômico não é a simples abertura de uma nova e ampla gama de possibilidades técnicas. Na medida em que cada fator-chave requer uma nova infra-estrutura facilitadora e pode introduzir mudanças organizacionais, há períodos nos quais diferentes paradigmas coexistem. Um novo paradigma não apenas propicia o surgimento de novas indústrias como renova e transforma as indústrias maduras existentes.

Conforme relata a autora, um paradigma tecnoeconômico pode ser caracterizado por um ciclo de expansão e de contração de investimentos, através de quatro períodos sucessivos: a) difusão inicial, quando surgem as inovações radicais em produtos e processos, proporcionando múltiplas oportunidades de novos investimentos e o surgimento de novas indústrias e de novos sistemas tecnológicos; b) crescimento rápido (premature), quando as novas indústrias vão se firmando e explorando inovações sucessivas; c) crescimento mais tardio, quando o crescimento das novas indústrias começa a desacelerar-se e o paradigma se difunde para os setores menos receptivos; d) fase de maturação, ou última fase do ciclo de vida do paradigma, na qual os mercados começam a saturar-se, os produtos e processos se padronizam, o conjunto de produtos chegam a um ponto de esgotamento e as inovações incrementais nos processos trazem pouco aumento de produtividade. Nessa última fase, a experiência acumulada em cada indústria e no mercado é tal que os novos produtos alcançam sua maturidade cada vez mais rapidamente.

Portanto, os países em desenvolvimento têm, na fase inicial de um novo paradigma,

oportunidades de desenvolvimento tecnológico acelerado e na última do antigo, pois nessas fases há maior disponibilidade de conhecimentos.

A firma evolucionária e o aprendizado tecnológico

A inovação se dá através das formas de aprendizado que a firma realiza, é através do aprendizado que ocorre a constituição do processo inovativo. De modo geral, o aprendizado é visto, como um processo, através do qual as firmas ampliam sua base de conhecimentos.

O processo de inovação depende da trajetória da firma e dos conhecimentos que ela acumulou em sua história. Esse processo de aprendizado demanda tempo, restringindo as possibilidades de expansão. Por outro lado, essa acumulação de conhecimentos serve como mecanismo interno que induz ao crescimento. Diferentes arranjos organizacionais adaptam-se mais ou menos aos diferentes tipos de ambientes competitivos e de inovação. A busca da organização é pela melhor combinação possível entre as características organizacionais já existentes e o tipo de inovação a ser implantado (TEECE, 1996).

A realização de tarefas de forma contínua e repetitivas possibilita sua realização mais rápida, o acúmulo de conhecimento ganhos em habilidade, aumento de experiência, e, sobretudo, capacita à firma na resolução de problemas e a explorar as oportunidades tecnológicas.

As habilidades adquiridas resultam da aprendizagem obtida através da experimentação e do aperfeiçoamento ou da identificação de novas formas de “saber fazer”. Em ambos os processos, fatores organizacionais e cumulativos da aprendizagem são essenciais. O aspecto organizacional está associado ao ambiente e suas influências sobre as várias articulações das habilidades: e o cumulativo, diz respeito ao crescimento do “saber fazer” coletivo no decurso de uma determinada trajetória tecnológica que mostra irreversibilidades (path dependence) às decisões (DOSI, 1988). Nesse sentido, as competências e habilidades adquiridas e acumuladas determinam a trajetória evolutiva da firma.

O fato das firmas atuarem em ambientes industriais diferentes, abre caminho para a existência de distintos regimes tecnológicos. Segundo Malerba e Orsenigo (1996), a análise dos regimes tecnológicos, é realizada com base em quatro atributos básicos da trajetória: tecnológicos podem ser definidos a partir da combinação de algumas propriedades, como: condições de oportunidade, condições de apropriabilidade, grau de cumulatividade do conhecimento e natureza da base do conhecimento.

As oportunidades tecnológicas variam de acordo com o setor e o grau de desenvolvimento dos paradigmas, mas o potencial de seu aproveitamento decorre da cumulatividade das competências tecnológicas adquiridas. Em cada paradigma tecnológico está colocado o potencial de inovação a ser perseguido pelas firmas, sendo que esse potencial depende do setor em que ela se encontra. Dessa forma, aumenta a probabilidade de avanços em direção da fronteira tecnológica e a possibilidade de apropriabilidade econômica dos resultados.

As condições de apropriabilidade referem-se às possibilidades de proteção de determinada inovação de imitadores. Maiores serão as condições de apropriabilidade quanto maior for a dificuldade de imitação de determinada inovação. A cumulatividade refere-se ao fato que o processo inovativo leva em consideração o conhecimento acumulado de períodos anteriores. Na base do conhecimento, deve ser levado em conta basicamente três fatores: a) conteúdo específico e tácito; b) seu grau de complexidade; c) seu caráter sistêmico, em oposição ao independente.

Cada regime tecnológico é uma combinação destas propriedades inovativas. Sendo assim, cada regime tecnológico determina diferentes padrões setoriais de inovação, permitindo diferenciações tecnológicas e de competitividade entre os setores.

A firma busca se proteger dos imitadores, não dividindo seus lucros. O grau de apropriabilidade difere entre indústrias, podendo ser alto ou baixo. Em setores onde o conhecimento é difundido, ela é baixa (têxtil, por exemplo) e em setores onde a inovação está ainda no seu estágio inicial a apropriabilidade de lucros é alta (microeletrônica e biotecnologia).

De acordo com Malerba e Orsenigo (1996), a composição destas dimensões do regime tecnológico varia entre os setores, e define um menu de opções de estratégias tecnológicas viáveis e de organização das atividades inovativas, aumenta quanto maior e mais amplas forem as oportunidades tecnológicas, e mais alto o grau de cumulatividade, mais baixo o grau de apropriabilidade das inovações e mais complexa for a base de conhecimento relevante. No Quadro 2, são apresentadas as estratégias tecnológicas básicas, propostas pelos autores: i) prospecção (exploration) de novas tecnologias; ii) (exploitation) exploração das tecnologias existentes; iii) prospecção de novas tecnologias e fortalecimento da apropriabilidade; iv) exploração das tecnologias existentes e fortalecimento da apropriabilidade; v) imitação; vi) nenhuma atividade inovativa.

Alta Oportunidade		Baixa oportunidade		
Alta cumulatividade	Baixa cumulatividade	Alta cumulatividade		Baixa cumulatividade
Alta apropriabilidade	I Prospecção Exploração	III prospecção	V exploração	VII Nenhuma atividade inovativa
Baixa apropriabilidade	II - Prospecção e aumento de apropriabilidade - Exploração e aumento de apropriabilidade - Imitação	IV - Prospecção e aumento de apropriabilidade - Imitação	VI - Exploração e aumento de apropriabilidade - Imitação	VIII Nenhuma atividade inovativa

Quadro 2 - Estratégias tecnológicas básicas.

Fonte: Malerba e Orsenigo (1996).

Essas estratégias tecnológicas básicas são capazes de definir sobre quais condições as firmas terão preferência em desenvolver novas tecnologias, ou explorar tecnologias já existentes, ou adotar comportamentos imitativos.

Conforme o Quadro 2, as variações de escolhas estão baseadas nas condições de cumulatividade, apropriabilidade e oportunidades tecnológicas. O maior número de estratégias viáveis está no Quadrante II. A condição de alta oportunidade tecnológica favorece a estratégia de prospecção (pesquisa e inovação radical), a alta cumulatividade proporciona a implementação de estratégia de exploração (inovação incremental) e a baixa apropriabilidade permite que os seguidores adotem estratégias de imitação, o que induz as firmas inovadoras a fortalecer a apropriabilidade.

Portanto, a concentração de firmas inovadoras, ocorre em situações de altas oportunidades, apropriabilidade, cumulatividade, e sobretudo, quando a base de conhecimento é tácita e complexa. Essas características diferem de firma para firma e geram assimetrias tecnológicas no interior de cada estrutura de mercado. Dessa forma, aumenta as vantagens competitivas no mercado.

O processo de inovação da firma apresenta uma taxonomia que relaciona a interação entre diferentes firmas e setores (setores fornecedores e demandadores de tecnologia).

A taxonomia proposta por Pavitt (1984) esta associada a características estruturais dos setores. Nesse sentido, identifica as diferenças no padrão de geração e acumulação tecnológica segundo a geração e difusão de tecnologia, associadas as necessidade dos produtos e as formas

de apropriação das inovações pelas firmas, como forma de entender as diferenças setoriais em relação à inovação. O autor, estabeleceu uma tipologia de quatro grupos: dominados pela oferta (supplier dominated), intensivos em escala (scale intensive), fornecedores especializados (specialized supplier) e intensivos em conhecimento (science based).

Segundo o autor, nesse sentido é possível associarem-se formas igualmente distintas de comportamento das firmas, em relação ao modo de interação e de inter-relacionamento com outras unidades, como fornecedores, distribuidores, usuários ou até concorrentes. Portanto, as formas que o processo de aprendizado interativo assume são, específicas às características da base técnica dos diferentes setores industriais.

Segundo Dosi (1988) o mecanismo de aprendizado ocorre através de: a) desenvolvimento de externalidades inter e intra-firma, manifestado pela difusão de informações e experiências, mobilidade de trabalhadores especializados e crescimento de serviços especializados; b) processo informal de acumulação tecnológica dentro da firma, nos moldes do processo learning by doing e learning by using; c) gastos em pesquisa e desenvolvimento (P&D).

Para Rosenberg (1982) a idéia geral do learning está associada ao processo de aprendizado tecnológico cujo, o aperfeiçoamento vem do processo de difusão. O learning by doing⁵ o resultado é derivado do aprendizado via processo produtivo, que pode surgir mediante a existência de gargalos nesse processo.

O learning by using é um aprendizado que é realizado após a produção do produto e incorporado ao conhecimento, através de informações prestadas pelos usuários acerca do uso do produto. Dessa forma, tem-se o resultado derivado do aprendizado via uso, que é conscientemente perseguido e que é revertido numa melhoria das condições de produção e uso do produto. No learning by doing o enfoque concentra-se no lado do produtor e no learning by using, concentra-se no lado do usuário. Em suma, o que deve ficar claro é o fato de o nível de aprendizado exercer grande influência na direção e grau de exploração de uma determinada tecnologia.

O aprendizado por interação (learning-by-interacting), segundo Lundvall (1988), destaca o envolvimento de usuários e produtores na promoção de inovações do produto. É o aprendizado decorrente das relações que ocorrem entre firma e seus consumidores e fornecedores nos processos inovativos. Sendo caracterizado por: a) ser cumulativo porque o conhecimento adquirido incrementa o estoque acumulado; b) expresso através de rotinas de grande conteúdo tácito (não codificável); c) ser estático e dinâmico, ou seja, resume-se a simplesmente repetir processos anteriores, ou buscar incessantemente novas formas de atuação que resultem em inovações; d) ser tácito, logo intransferível, se constituído em um ativo específico da firma, responsável pelas assimetrias, de lucratividade ou de produção, existentes entre elas.

Os processos estimulados pela learning by interacting entre inovação técnica e aprendizado tecnológico facilitam a implementação de inovações radicais e incrementais, resultando em acúmulos em knowledge para impulsos específicos em inovações de processos e produtos. Por outro lado, possibilitam o feedback entre desenvolvimento econômico e tecnológico, incentivando o processo de imitação e difusão de soluções com foco nas principais atividades de diferentes firmas e setores em suas específicas simetrias e assimetrias tecnológicas.

Conforme Lundvall (1988), essa cooperação entre o usuário e o produtor tem sua importância para a análise do processo de inovação. Dentre as razões para os produtores se aproximarem dos usuários e vice-versa, destacam-se: o produtor passa a monitorar o usuário, dando-lhe especial atenção a fim de saber os possíveis limites e potencialidades que o uso do seu produto propicia - a monitoração possibilitará uma avaliação do grau de capacidade técnica do usuário, e podem ocorrer casos em que o usuário apresente também um outro

processo de fabricação que possa gerar novas técnicas ao produtor; o conhecimento produzido pelo learning by using, pode localizar pontos de estrangulamentos, aumentando o tempo de vida útil do capital fixo e reduzindo os custos.

O desenvolvimento destas formas de aprendizado contribui para o aumento da competência da firma. O processo de aprendizado é cumulativo e depende da trajetória passada. A evolução da firma é determinada pelas competências acumuladas, ou seja, a firma forma-se sob path dependence, a história importa, pois a trajetória percorrida ao longo do tempo condiciona seus processos decisórios.

De acordo com Malerba e Orsenigo (2000), o conceito de competência tende a capturar as seguintes ideias:

a) Diferentes agentes sabem como fazer diferentes coisas de diferentes maneiras. Dessa forma, as competências mostram uma das principais forças em relação à heterogeneidade entre firmas e ao diferencial competitivo entre elas;

b) A competência possui um conteúdo organizacional, pois é necessária a capacidade institucional de organizar as atividades voltadas para a evolução científica e tecnológica para que o processo de aprendizado possa transformar as informações em resultados, geralmente sob a forma de inovações.

As atividades geradoras de inovações resultam das estratégias sendo que para Freeman e Soete (1997) existem seis estratégias para realizar inovações nas firmas:

a) Estratégia ofensiva é intensiva em P&D, com elevado nível de pesquisa aplicada. Com essa estratégia a firma objetiva a liderança técnica e de mercado a partir de novos produtos, visando maior apropriabilidade;

b) A estratégia defensiva é também intensiva em P&D como forma de manter a sua liderança tanto no processo quanto no lançamento de novos produtos. A firma preocupa-se com o fator concorrencial e institucional do mercado, destinando atenções especiais para a área de vendas, publicidade, treinamento e patentes;

c) Estratégia imitativa: as firmas procuram ajustar-se para evitar quaisquer fatores que sinalizem cópias (imitativa), pois a firma busca competir com firmas mais capacitadas através de custos menores. Portanto, não procura investir em P&D, mas sim em sistema de informação e seleção de aspectos de geração de tecnologias próprias, necessitando muitas vezes trabalhar aspectos institucionais e legais de licença e know-how;

d) Estratégia tradicional: a firma não possui atividade em P&D, pois sua área de atuação são mercados próximos à concorrência perfeita;

e) Estratégia oportunista: aproveita-se da capacidade empresarial em busca de oportunidades de mercado, utiliza-se de estratégias de nicho;

f) Estratégia dependente: não possui autonomia sobre os produtos, trabalha sob encomenda ou depende de especificações técnicas dos clientes.

Para os autores, as firmas são empregadoras de estratégias dinâmicas, tecnológicas e competitivas para superar a própria sobrevivência no mercado.

Para Rosenberg (apud SALLES FILHO, 1993) no processo dinâmico do desenvolvimento tecnológico, o surgimento de desajustes ou desequilíbrios torna-se um elemento fundamental para a introdução de uma mudança técnica que possa alavancar o crescimento econômico. O autor, chamou a atenção para o fato de existirem “imperativos tecnológicos”, que levam a que o desenvolvimento tecnológico esteja normalmente focado mais em certas direções que em outras, muitas vezes em função de gargalos tecnológicos concretos que indicam certo caminho de busca de soluções, que estarão balizadas pelo estado do conhecimento relativo àquela tecnologia ou àquele conjunto de tecnologias. Esses imperativos com as orientações da evolução tecnológica tornam o caminho do progresso tecnológico dentro de uma trajetória, temporalmente dependente das escolhas passadas.

Considerações finais

O enfoque neo-schumpeteriano buscou explicar o tratamento da firma em termos dinâmicos, gerados por fatores endógenos ao sistema, notadamente as inovações. A firma é tomada como unidade básica de análise, onde os agentes decidem sob condições de incerteza, instabilidade e racionalidade limitada. Em oposição à abordagem neoclássica, que fundamenta-se na análise estática, e entende a firma como uma função produção, cujo o objetivo é a otimização dos recursos.

Os neo-schumpeterianos romperam com os pressupostos da teoria econômica convencional, baseados na crença do equilíbrio e da racionalidade perfeita dos agentes, como também, criticaram a teoria convencional, mostrando que essa foi ineficaz para explicar o processo de mudança na economia. A teoria convencional, tratava o progresso técnico resultante da adoção de inovações como um elemento exógeno ao sistema econômico.

Para os neo-schumpeterianos, o progresso técnico é endógeno, resulta do desenvolvimento das inovações, em que a adoção de inovações dependerá do ambiente competitivo da empresa, das condições de investimento e condições de imitação, bem como de características institucionais.

O comportamento da firma é explicado por meio das ideias de rotina, busca e seleção. Desse modo, para esses autores, o mercado constitui uma instituição de seleção cada vez mais eficiente, determinando desaparecimento de empresas consideradas incapazes. Portanto, a inovação tem origem nos conceitos de competência da firma relacionado a um processo, de ganhadores e perdedores.

Para entender os conceitos de paradigmas e trajetórias tecnológicas, os autores fazem uma transposição do paradigma científico de Kuhn, no intuito de pensar a tecnologia e a ciência como formas inter-relacionadas e incorporadas. Nesse sentido, o conceito de paradigma tecnológico foi desenvolvido para entender a geração e adoção de inovações, enquanto que a trajetória tecnológica refere-se à difusão de inovações.

Quanto ao conceito de paradigma tecnoeconômico, este difere do conceito de paradigma tecnológico, por não levar em consideração mudanças nos custos associados a condições de produção e distribuição. A preocupação dos autores é de compreender as mudanças que ocorrem ao longo dos ciclos de crescimento.

Outra questão importante defendida pelos neo-schumpeterianos em relação aos sistemas de inovações é a relevância dos investimentos em pesquisa e desenvolvimento (P&D) e à dinâmica evolutiva das novas combinações no processo produtivo. O aprendizado é entendido por essa corrente, como um processo cumulativo, que incrementa o conhecimento das firmas, gerando e integrando conhecimento especializado, o que torna possível a inovação.

Dessa forma, o processo de aprendizado em seu caráter inovativo torna-se mais completo com a interação entre os conceitos de learning by doing, learning by using e learning by interacting. Nesse sentido é relevante a inter-relação entre o “aprender fazendo”, ou “aprender usando” e os programas de P&D, que contribuem para que seja absorvida uma série de etapas do processo produtivo.

Portanto, a interação entre os diferentes processos de aprendizado que surgem na trajetória do desenvolvimento tecnológico, através de escolhas entre conhecimentos e informações, possibilitando, o encadeamento entre diferentes sistemas tecnológicos. Em suma, a abordagem neo-schumpeteriano permite verificar o comportamento das firmas e da estrutura de mercados num quadro dinâmico de mudanças.

Notas

¹ O progresso técnico era determinado pelo lado da demanda através das preferências indicadas pelos

consumidores.

² O progresso técnico era determinado pelo lado da oferta, principalmente através da dinâmica de inovações determinadas pelo avanço do conhecimento científico e pelas atividades de P&D industriais (LA ROVERE, 2006).

³ “O Paradigma Científico” proposto por Thomas Kuhn em 1962. Em sua obra, *A Estrutura das Revoluções Científicas*, analisou a emergência de uma nova teoria ou descoberta com padrões completamente opostos à “ciência normal”. O paradigma científico representa na realidade uma estrutura institucionalizada de conhecimentos que coloca os problemas a serem resolvidos e o método para enfrentá-los (PELAEZ; SZMRECSÁNYI, 2006).

⁴ Nelson e Winter (1982) fazem uma analogia com os conceitos utilizados pela biologia evolutiva e absorvem a expressão teoria evolucionária.

⁵ A preocupação em compreender os processos de aprendizagem, derivou do trabalho de Arrow (1962), o qual apresentou o aprendizado como consequência da experiência e da prática acumulada pelas firmas em suas atividades de produção. O learning by doing, identificado por esse autor, é um processo decorrente da própria atividade produtiva.

Referências

DOSI, Giovanni. *Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change*. In: *Research Policy*, 1982.

_____. *The nature of the innovative process*. In: DOSI, G. et al. *Technical Change and Economic Theory*. London: Pinter Publishers, 1988.

FREEMAN, C.; PEREZ, C. *Structural crises of adjustment business, cycles and investment behavior*. In: DOSI, G. et al. *Technical Change and Economic Theory*. London: Pinter Publishers, 1988.

FREEMAN, C; SOETE, L. *The economics of industrial innovation*. Massachusetts: MIT Press, 1997.

LA ROVERE, Renata Lebre. *Paradigmas e trajetórias tecnológicas*. In: PELAEZ, Victor; SZMRECSÁNYI, Tamás. *Economia da Inovação Tecnológica*. São Paulo: HUCITEC, 2006.

LUNDVALL, B. *Innovation as an interactive process: from user-producer interaction to the national system of innovation*. In: DOSI, G. et al. *Technical Change and Economic Theory*. London: Pinter Publishers, 1988.

MALERBA, F.; ORSENIGO, C. *Technological Regimes and Firm Behavior*. In: DOSI, G; MALERBA, F. *Organization and strategy in the evolution of the enterprise*. Macmillan Press, 1996.

_____. *Knowledge, innovative activities and industrial evolution*. *Industrial and Corporate Change*, v. 9, n. 2, 2000.

NELSON, R.; WINTER, S. G. *Search of useful theory of Innovation*. *Research Policy*, 1977.

_____. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Cambridge: Harvard University Press, 1982.

PAVITT, K. *Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and theory*. *Research Policy*, v. 13, n. 6, 1984.

- PENROSE, E. The theory of the growth of the firm. Oxford: Basil Blackwell, 1959.
- PEREZ, C. Cambio Técnico, Restructuration Competitiva y Reforma Institucional en los Países en Desarrollo. El Trimestre Económico, v.61, 1992.
- PESSALI, H. F; FERNANDEZ, R. G. Inovação e teorias da firma. In: PELAEZ, Victor; SZMRECSÁYI, Tamás. Economia da Inovação Tecnológica. São Paulo: HUCITEC, 2006.
- TEECE, D. Firm organization, industrial structure, and technological innovation. Journal of Economic Behavior & Organization, v. 31, 1996.
- TIGRE, P. Inovação e teorias da firma em três paradigmas. Revista de Economia Contemporânea, v. 3, 1998.
- ROSENBERG, N. Inside the black box: technology and economics. Cambridge University Press, 1982.
- SALLES FILHO, S.L.M.; SILVEIRA, J.M.F.J. Mudanças no padrão tecnológico da agricultura: uma perspectiva para o final do século. IN: Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural, 1993, Anais... Brasília: SOBER, 1993.
- SCHUMPETER, J.A. Teoria do desenvolvimento econômico. São Paulo: Abril Cultura, 1982.