



Revista ADM.MADE

Revista do Mestrado em Administração e
Desenvolvimento Empresarial - Universidade
Estácio de Sá

Revista ADM.MADE, Rio de Janeiro, ano 11, v.15, n.2, p.1-28, maio/setembro, 2011

Revista do Mestrado em Administração e Desenvolvimento Empresarial da Universidade
Estácio de Sá – Rio de Janeiro (MADE/UNESA). ISSN: 2237-5139
Conteúdo publicado de acesso livre e irrestrito, sob licença Creative Commons 3.0.
Editora responsável: Isabel de Sá Affonso da Costa

Trabalho, Aprendizagem e Capacitação Tecnológica em Empresas de Economias em Desenvolvimento

*Virgilius de Albuquerque¹
Ana Lucia Malheiros Guedes²*

Artigo recebido em 17/03/2011. Aceito em 25/05/2011. Artigo submetido a avaliação *double-blind*.

¹ Doutor em Administração pela Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas da Fundação Getúlio Vargas (EBAPE/FGV). Servidor do Tribunal de Contas da União. Endereço: Tribunal de Contas da União, Av. Pres. Antonio Carlos, 375 - grupo 1204 - Centro - Rio de Janeiro - RJ - CEP:20010-000. Email: virgiliusa@hotmail.com.

² Ph.D. em Relações Internacionais pela London School of Economics and Political Science (LSE), com Pós-Doutorado no Instituto Superior de Economia e Gestão (ISEG), Portugal. Professora da Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas da Fundação Getúlio Vargas (EBAPE/FGV). Coordenadora do Grupo de Estudos Internacionais (GEI). Endereço: Praia de Botafogo, 190, sala 511 Botafogo - Rio de Janeiro - RJ - CEP: 22253-900. Email: guedes@fgv.br.

Aprendizagem e Capacitação Tecnológica em Empresas de Economias em Desenvolvimento

Tradicionalmente, o estudo dos impactos tecnológicos na economia e na organização era direcionado para os efeitos do progresso tecnológico no desenvolvimento econômico e na competitividade da firma. A tecnologia era considerada um insumo de produção. De fato, a tecnologia era reificada. A emergência de uma doutrina acadêmica que renegava as concepções nomológicas da economia e da administração, acolhendo a incerteza e a entropia no cenário da indústria, propiciou o desenvolvimento de uma nova abordagem para o estudo da firma. Alinhada com as evidências empíricas, a teoria evolucionista criou o caminho para o estudo não reducionista da tecnologia. Inicialmente, a literatura foi desenvolvida nos países industrializados para estudar a manutenção das competências tecnológicas das empresas que detêm liderança de mercado e de inovação. O reconhecimento da firma como um sistema - no qual a tecnologia está impregnada nas rotinas organizacionais, nos capitais físico e humano e nos produtos e serviços - tornou anacrônica a visão reducionista da tecnologia. Posteriormente, adveio literatura complementar, cujo centro de análise é a acumulação de conhecimento para engendrar capacidade tecnológica. Essa literatura cobre uma lacuna, pois os estudos então existentes não apontavam soluções para firmas nascentes ou localizadas em países em desenvolvimento em busca de competências tecnológicas. A aprendizagem organizacional e o reconhecimento de que os processos e os mecanismos organizacionais devem ser internalizados dentro da empresa, com a valorização da dimensão tácita do conhecimento, constituíram a maior contribuição dessa corrente. A base de sustentação e de desenvolvimento da firma em um contexto mercadológico caracterizado por mudanças dinâmicas é a aprendizagem organizacional direcionada para a inovação tecnológica.

Palavras-chave: capacidade tecnológica; aquisição e conversão de conhecimento; capacidades dinâmicas; conhecimento tácito; processos de aprendizagem.

Keywords: technological capacity; acquisition and conversion of knowledge; dynamic capabilities; tacit knowledge; learning processes.

Learning and Technological Capability of Firms in Developing Economies

Traditionally, the study of technological impacts on the economy and on the organization was directed to the effects of technological progress in economic development and firm's competitiveness. The technology was regarded as a production input. Indeed, the technology was reified. The emergence of an academic doctrine that renounced the nomological conceptions of economics and business administration, accepting the uncertainty and entropy in the industry setting led to the development of a new approach to the study of the firm. In line with empiricism, evolutionary theory has created the path for the non-reductionist study of technology. Initially, a stream of literature was developed in industrialized countries to study the maintenance of the technological skills of companies that grabs market leadership and innovation. The recognition of the firm as a system in which technology is infused in their organizational routines, in physical and human capital, and its products and services anachronized the reductionist view of technology. Later on, a complementary literature, focused on the accumulation of knowledge to devise technological capability flourished. This line of study covered a gap, because early studies have not indicated solutions to new firms or firms located in developing countries in seeking technological skills. Organizational learning and the recognition that the processes and organizational mechanisms should be internalized within the company, with the appreciation of the tacit dimension of knowledge constituted the major contribution of this doctrine. The development basis of firms in dynamic changing markets is the organizational learning directed toward technological innovation.

1. Introdução

Aprendizagem gera conhecimento, que enceta o processo de acumulação tecnológica, que empreende a tecnologia propriamente dita, que, por sua vez, condiciona a criação de capacitação tecnológica. Esta última, em um ambiente mercadológico caracterizado pelas constantes mudanças no cenário competitivo, induz a firma a constituir capacidades dinâmicas para sua sobrevivência e para seu crescimento. Essas capacidades são consolidadas apenas quando a firma possui condições de acelerar inovações e de antecipar-se ao movimento de seus concorrentes, situação que pereniza o processo de mudanças dinâmicas internas e externas à firma. Por fim, esse cenário de realidade é o objeto de análise imanente às teorias evolucionistas que renegam o postulado da existência de equilíbrio geral. Acolhido esse encadeamento lógico, em que a mudança e a incerteza coadunam mais com a realidade do que as premissas de equilíbrio e de previsibilidade racional, ressalta-se o processo de aprendizagem em nível da firma, que é o fio da meada da vantagem competitiva da empresa inserida no ambiente mercadológico contemporâneo.

É pertinente apresentarmos o escopo do conceito de tecnologia. De forma singela e, ao mesmo tempo, abrangente, tecnologia significa um tipo específico de conhecimento necessário para executar uma determinada atividade. O conceito de tecnologia é imanente ao de conhecimento. Esse conhecimento é, subseqüentemente, substantivado em projetos, em produtos, em processos, em equipamentos, em serviços, em qualificações pessoais, em estruturas e em rotinas organizacionais. De acordo com Salomon (1984), tecnologia é a utilização do conhecimento racional, obtido em bases técnicas ou científicas, com o objetivo de criar, de distribuir e de gerenciar bens e serviços, destinados a satisfazer desejos e necessidades humanas. Esse autor, ao discorrer sobre as origens do termo léxico tecnologia, deixa assentada a dimensão social na sua definição. A importância da tecnologia não pode ficar limitada ao desenvolvimento de técnicas, de equipamentos, de processos e de procedimentos administrativos e gerenciais, apenas. A tecnologia deve ser contextualizada e compreendida como um processo social, onde sua dinâmica provém e repercute continuamente no tecido social.

O desenvolvimento deste trabalho terá início com a abordagem das teorias clássica, neoclássica e evolucionista e com suas considerações acerca de tecnologia. A escola evolucionista é cogente com a abordagem empregada neste estudo. Adiante, teceremos algumas considerações sobre a concepção sistêmica da tecnologia em nível da firma. A temática seguinte concerne à capacitação tecnológica, e a subsequente aborda, em especial, a aprendizagem como principal elemento indutor da acumulação das capacidades tecnológicas. Por fim, efetuaremos alguns comentários gerais.

2. Teorias da Firma

Apresentaremos, adiante, duas abordagens hegemônicas do estudo da tecnologia no escopo da firma. Inicialmente, comentaremos acerca das teorias clássica e neoclássica, nas quais a tecnologia é reificada. Posteriormente, discorreremos sobre a teoria evolucionista e sobre sua contribuição para o papel dinâmico do conhecimento, da aprendizagem, e, por conseguinte, da tecnologia no contexto da firma.

2.1. Teorias Clássica e Neoclássica

Remontando a Adam Smith (1776), esse economista sustentava que a riqueza nacional era resultado do aumento de produtividade dos fatores de produção, especificamente do fator trabalho, então considerado como o único insumo variávelⁱ. Smith asseverava que a dinâmica do comércio provinha da produção de um bem com uma utilização menor de fator de produção que os concorrentes. A maior eficiência na elaboração de um produto – o aumento da capacidade produtiva, em uma sociedade manufatureira, podia ser obtido mediante a divisão de trabalho – permite a produção a um menor custo. Ou seja, Smith já apregoava, no final do século XVIII, a relevância da organização da produção como elemento de inovação tecnológica com resultado na redução de custos de produção.

David Ricardo (1817) enfatizou os ganhos resultantes da especialização da produção em um produto em que um dos insumos seja utilizado de forma mais eficiente. Na definição e na manutenção da produção de um conjunto de bens, a escolha do produtor deve recair naquele produto que apresente maior eficiência no uso de um insumo em relação ao uso desse mesmo fator produtivo na elaboração de outro bem. Assim, ele produzirá o bem que emprega esse fator de forma mais eficiente. Os estudos de Ricardo correspondem à gênese da importância da tecnologia como determinante dos termos de produção e de troca.

Entretanto, o estudo do impacto da tecnologia na empresa foi enviesado pela doutrina do economista francês Léon Walras (1834). Os conceitos nomológicos de Walras, apologista de uma ciência econômica pura, destituída de variáveis não-econômicas, influenciaram subliminarmente toda a escola neoclássica da economia. Importante salientar que a principal contribuição de Walras para o estudo da economia é a teoria de equilíbrio geral, que pressupõe que o ambiente econômico é homeostático, ou seja, que apresenta um estado geral de auto-regulação e de equilíbrio. Esse pressuposto basilar determina a formulação das atuais teorias econômicas, principalmente aquelas expressas em linguagem matemática, utilizada de modo profuso pela vertente neoclássica.

Posteriormente, considerando que os principais determinantes de demanda e oferta de produção são constitucionalmente imutáveis em um ambiente homeostático, Rosenberg (1982) e Salomon (1984) lembram que Schumpeter concebeu uma teoria de mudança que manteve intocados os dois vetores. Ou seja, vislumbrou uma nova análise em que as mudanças econômicas não são orientadas em termos quantitativos, exclusivamente. Esse pensador austríaco apresentou uma teoria de desenvolvimento econômico, antípoda do modelo walrasiano, que asseverava que o progresso econômico provinha da abertura de novos mercados consumidores, de novos mercados geradores de matérias-primas, ou, ainda, da abertura de novas organizações competidoras. Nada de novel até então. A sua maior contribuição foi o adensamento da análise do desenvolvimento econômico com a introdução da dimensão inovação de produtos e, mormente, de processos. A mecânica do capitalismo reside no processo inovadorⁱⁱ. Essa é a causa do comportamento flutuante e imprevisível do desenvolvimento econômico. Isto porque o surgimento das grandes inovações não obedece a uma seqüência previsível e simétrica, fato que, *a fortiori*, impossibilita o crescimento econômico estável e contínuo. Desse modo, o crescimento da economia

pode ser explicado a partir de forças produtivas, em vez de variáveis mercadológicas determinísticas, simplesmente.

Para Schumpeter, o agente patrocinador da inovação tecnológica é aquele que executa o “ato empreendedor”. Esse filósofo econômico explicitou que o objetivo da inovação era a busca pelo lucro extraordinário, ou seja, por rendimentos superiores àqueles provenientes do modelo de equilíbrio continuamente estacionário (NAPOLEONI, 1990; ROSENBERG, 1982). Por sua vez, considerando que a natureza do lucro é imanente às empresas, depreendemos que, na visão schumpeteriana, o empreendedor corresponde ao empresário. A grande contribuição dessa corrente teórica consiste no caráter dinâmico atribuído ao capitalismo, em contraposição ao modelo estático então prevalecente. E, subjacente, está o resgate da importância da inovação tecnológica no estudo das ciências econômicas.

Podemos observar a relevância de Schumpeter quanto à dimensão da invenção. Contudo, outra dimensão significativa e imprescindível para a compreensão adequada do desenvolvimento tecnológico é a acumulação continuada de conhecimento proveniente dos processos de aprendizagem da nova tecnologia introduzida. Os contínuos aperfeiçoamentos de novos produtos e processos correspondem a um campo negligenciado pela teoria econômica neoclássica. Hollander (apud ROSENBERG, 1982; BELL; PAVITT, 1993) em seu clássico trabalho sobre o estudo de eficiência em plantas da DuPont, afirmou que os efeitos cumulativos de pequenas mudanças técnicas apresentaram maior impacto na redução de custos do que grandes avanços tecnológicos.

Essa limitação analítica pode ser atribuída à herança schumpeteriana do gradiente de evolução tecnológica, sintetizada pelo contraste seqüencial das etapas de invenção, de inovação e de imitação ou de difusão. A inovação representa o estágio em que o empreendedor, após os melhoramentos cumulativos na invenção (viabilidade técnica e superioridade econômica), introduz comercialmente seu produto, aferindo lucros crescentes e instaurando instabilidade no mercado. Schumpeter, ao enfatizar o estágio da inovação no estudo do efeito da mudança tecnológica na produtividade econômica, reifica o processo de invenção. Por conseguinte, não analisa o conhecimento cumulativo, tampouco as modificações e os aperfeiçoamentos imanentes ao estágio da invenção (FREEMAN, 1974; ROSENBERG, 1976).

Essa distinção entre inovação e imitação ou difusão ocasionou o viés de que o processo de conhecimento tecnológico poderia ser adquirido pelos países em desenvolvimento a custos menores do que incorridos pelos países industrializados. Isto porque os países pioneiros no desenvolvimento tecnológico arcariam com os custos de inovação e de retardo entre os estágios de invenção e a sua implementação econômica. Por sua vez, as economias em desenvolvimento adquiririam a nova tecnologia incorporada na forma de produtos e bens de capital que, complementada com o processo de aprendizagem de habilidades básicas, possibilitariam a aferição de altas taxas de crescimento de produtividade na sua economia (BELL e PAVITT, 1993).

Todavia, as evidências empíricas desmentem essa crença. Essa perspectiva reducionista acerca do processo de *catching up* tecnológico reside na suposição de que a acumulação tecnológicaⁱⁱⁱ se verifica mediante a aquisição de capital físico e de habilidades específicas para utilizá-lo. Desconsidera e não desenvolve a doutrina de que as firmas e países que adquirem capital tecnológico também devem se engajar

ativamente no processo de suas plenas assimilação, desenvolvimento e mudança tecnológica. A crescente complexidade tecnológica gera maior diferenciação e demanda maior especialização do conhecimento. O nível de conhecimento necessário para o uso e para a operação de uma determinada tecnologia por intermédio do modelo de *learning by doing* é cada vez mais defasado do conhecimento requerido para mudar e para criar novas tecnologias

A abordagem ortodoxa do estudo microeconômico da teoria da produção, graficamente representado pelas isoquantas, possibilita a análise de substituições das dotações relativas dos fatores de produção, dada uma tecnologia. Por outro lado, choques de oferta, como, por exemplo, aqueles decorrentes de mudanças tecnológicas, são traduzidos em mudanças da própria função de produção - deslocamento da isoquanta. Essa representação evidencia a reificação da tecnologia, porquanto a análise clássica da produção é destituída de exame do *portfolio* das tecnologias alternativas e de sua constituição, malgrado a produção de conhecimento seja uma atividade dispendiosa.

Nesse particular, deve ser ressaltado que a causa da mudança da composição dos fatores (ao longo da isoquanta) apresenta uma área cinzenta entre a alteração decorrente da substituição de insumos e aquela oriunda de uma mudança tecnológica - cuja irrupção pode, inclusive, advir após um processo contínuo de incremento de conhecimento tecnológico ou de engenharia, de natureza incremental e de efeito cumulativo. Enfim, na teoria econômica clássica, a transformação tecnológica é concebida como um fator exógeno. Essencialmente, enfatiza o estudo da alocação ótima de recursos, da função de produção, e da maximização do lucro (FREEMAN, 1974; NELSON, 1991; ROSENBERG, 1976; TUNZELMANN, 1995; WINTER, 1988).

2.2. Teoria Evolucionista

Winter (1988) leciona a existência de quatro paradigmas contemporâneos da teoria da firma^{iv}. Dois são de natureza ortodoxa. Presumem o comportamento humano a partir de uma racionalidade ilimitada e a existência de equilíbrio geral das relações econômicas. O primeiro corresponde à tradição sumariada anteriormente, com enfoque nas relações produtivas, cuja *mainstream* é a escola neoclássica. O outro paradigma ortodoxo concerne à escola institucionalista, com abordagem centralizada nas relações entre os agentes econômicos, sendo elas, basicamente, entre os *stakeholders* e dirigentes empresariais e entre esses e a classe trabalhadora^v. Ao contrário da vertente neoclássica, essa abordagem de natureza institucional não apresenta tradição no desenvolvimento de linhas de pesquisa referentes ao papel da tecnologia dentro da firma.

As duas outras abordagens acerca da teoria da firma relaxam a premissa de racionalidade como determinante do comportamento humano. O primeiro desses paradigmas contemporâneos refere-se ao estudo da firma segundo a perspectiva dos custos de transação. Concebida por Coase^{vi}, essa abordagem sustenta que a firma internaliza os custos decorrentes das transações que podem ser efetuadas entre elas, já que os mercados não são capazes de organizar nem de coordenar adequadamente certas atividades econômicas. Subjacente a essa concepção está o pressuposto de que as transações podem ser organizadas de diversas maneiras, sendo que cada uma delas apresenta uma estrutura de custo distinta. Deste modo, as diversas estruturas

organizacionais assumidas pelas firmas são derivadas das transações atinentes às suas operações.

Teece e Pisano (1994) elatem essa concepção com a introdução das externalidades não atrativas para o mercado. Ou seja, há certos tipos de atividades, tais como trabalho cooperativo e aprendizagem, que são necessários para o desenvolvimento da atividade produtiva de uma firma, mas que o mercado não é capaz de oferecer adequadamente porquanto os seus ganhos não são individualizados - ao contrário, são difusos. Portanto, a firma internaliza certas modalidades de organização de produção de serviços que não são disponibilizados de modo eficaz e particularizado pelo mercado. Dutrénit (2000) observa que essa perspectiva analítica percebe a firma como uma entidade processadora de informações. Conseqüentemente, essa abordagem pressupõe que não existe conhecimento tácito, uma vez que todo conhecimento é codificável sob a forma de informações. Portanto, essa concepção teórica reduz o conhecimento à informação.

O último eixo analítico do estudo da firma concerne à tradição da escola evolucionista, herança de Alchian (1950), e representa a matriz teórica basilar deste texto. Proveniente dessa última vertente, uma corrente de estudiosos analisa a gestão tecnológica e da inovação, bem como o processo de desenvolvimento econômico, em nível individual da firma. É na firma onde ocorrem os processos de tomada de decisão de investimento em tecnologia e em novos produtos e processos. E os processos decisórios, contextualizados em um ambiente de incertezas, transitam ou, mesmo, transpõem a fronteira da racionalidade. Dutrénit (2000) afirma que essa vertente teórica reconhece a existência de conhecimento tácito, que é responsável pelo atributo de particularidade da firma. Portanto, nesta abordagem, a firma é compreendida como um repositório de conhecimento.

A maior limitação da abordagem racionalista não se encontra nas especificidades das situações, tampouco em suas pressuposições pseudo-racionais. Mesmo naqueles casos em que, preliminarmente, supomos haver um comportamento irracional, é possível inferirmos a ocorrência de preferências e de decisões moldadas pela racionalidade. Contudo, a grande restrição dessa escola está no fato de que seus modelos utilizam a premissa de que as preferências dos atores e os processos decisórios são *taken for granted*, ou seja, são reificados.

As maiores contribuições da abordagem evolucionista estão, em primeiro lugar, em seu caráter dinâmico, que, ao considerar os efeitos cumulativos das mudanças, renega a premissa de equilíbrio geral, e, em segundo, a flexibilização do princípio da racionalidade, de modo que as decisões dos proprietários e dos gerentes das firmas possam refletir dissonância das funções objetivas maximizadoras de eficiência e de retorno. O objetivo de análise dessa abordagem é o processo de mudança organizacional (NELSON e WINTER, 1982). Conforme sintetizaram Bell e Pavitt (1993), a teoria evolucionista de mudança tecnológica^{vii} enfatiza a lógica da competição mercadológica dinâmica, empreendida mediante um contínuo processo de inovação e de imitação dentro e entre as firmas, em um cenário caracterizado pelo desequilíbrio, pela incerteza, pela aprendizagem e pelas diferenças de capacidades e de comportamentos das firmas e dos países.

Enfim, consoante a doutrina ortodoxa, as empresas estão inseridas em ambientes estáveis e homeostáticos. Não há particularização quanto às firmas,

tampouco com relação às situações que caracterizam o desenvolvimento tecnológico. Por sua vez, segundo a escola evolucionista, as firmas contêm ambigüidades internas e, portanto, diferem entre si, na condução de suas políticas e da escolha de oportunidades. Cogente, portanto, o estudo de inovações tecnológicas, que é imanente aos processos de mudança organizacional, dentro dessa abordagem.

3. A Firma como um Sistema e Unidade Tecnológica

Em contraponto à teoria neoclássica de comportamento da firma, cujo objetivo básico consiste na otimização de alocação de recursos e na maximização do lucro, uma vez que determinantes tais como tecnologia e processos decisórios são *taken for granted*, Nelson (1991) e Teece e Pisano (1994) discorrem acerca da teoria das capacidades dinâmicas da firma^{viii}. Seu pressuposto básico - de corte schumpeteriano - é a constante mutabilidade do ambiente externo, fato que exige, *a fortiori*, imediata responsividade da firma, mediante a introdução de inovações de produtos. Teece e Pisano enfatizam a importância de uma administração estratégica, orientada para a adaptação, a integração e a reconfiguração das habilidades e dos recursos organizacionais, bem como das competências funcionais *vis à vis* as mudanças do cenário externo. Segundo Nelson, os principais elementos dessa doutrina são a estratégia, a estrutura e as capacidades básicas^{ix}.

Em síntese, a estratégia consiste na definição dos objetivos e na determinação das linhas de ações para colimá-los, consoante crenças gerenciais e a cultura organizacional. O seu planejamento é norteado pela dotação de recursos tecnológicos da firma, pelo seu posicionamento mercadológico e por seus *linkages* com fornecedores e demais competidores. Os contornos da estrutura são derivados da estratégia. A estrutura compreende a organização e o processo decisório da firma, em seus níveis estratégico, tático e operacional. Enquanto a mudança de estratégias e mesmo a alteração das estruturas existentes são factíveis no curto prazo, a implementação de uma nova estrutura, que apresente processos decisórios efetivos ramificados na dimensão operacional, compreende processo mais resiliente. Neste ponto reside a grande contribuição da teoria das capacidades dinâmicas da firma. Não é possível descrever nem explicar o processo de mudança da firma sem a inserção da dimensão de suas capacidades básicas.

Com relação ao terceiro elemento - as capacidades básicas - em uma definição singela elas correspondem àquilo que uma firma faz bem. As habilidades individuais e as rotinas organizacionais específicas das firmas condicionam a geração de suas capacidades básicas. Possibilitam, outrossim, a compreensão por que empresas de uma mesma indústria, com estratégias, estruturas organizacionais e tecnologias semelhantes, apresentam performances mercadológicas distintas. No contexto organizacional, as habilidades individuais expressam uma seqüência de ações e de comportamentos individuais coordenados que são eficazes para os objetivos da firma. Para tanto, as habilidades compreendem três características. Primeiro, elas devem ser programáticas, ou seja, compreendem uma seqüência de atividades. Segundo, o bom desempenho dessas atividades presume a existência de conhecimento tácito^x, caracterizada pela particularidade individual da habilidade, nem sempre, possível de difusão em sua amplitude. E, terceiro, malgrado o exercício dessas habilidades envolver a escolha de diversas opções, a seleção dessas opções é feita automaticamente.

As rotinas organizacionais expressam um padrão repetitivo e continuado de um conjunto de atividades na organização. A sua ação continuada ou a “rotinização” das atividades de uma empresa conduz à criação de uma memória organizacional e à geração de conhecimento operacional em nível de análise da firma^{xi}. As rotinas organizacionais podem ser hierarquizadas em dois grupos. Estes representam, por um lado, as práticas e as atividades de coordenação em nível operacional e, de outro, os procedimentos decisórios da alta gerência e a sua assimilação pelos demais níveis da empresa.

Elaborada a estratégia e concebida a estrutura da empresa, são as práticas continuadas e o desenvolvimento intrínseco de rotinas organizacionais que singularizam o conjunto de atividades que distingue uma firma das demais. E, na abordagem schumpeteriana do desenvolvimento econômico engendrado pelo processo inovador, a produção de bens a partir de uma linha de processos eficiente e de uma tecnologia moderna não é capaz de assegurar a sobrevivência da empresa *per se*. A sua longevidade é assegurada pelo seu processo de inovação, apenas. As habilidades individuais e as rotinas organizacionais constituem as características peculiares e idiossincráticas da organização. E, quando essas habilidades e rotinas são direcionadas para o processo inovador, elas se convertem nas capacidades básicas da firma, porquanto revestem aspectos singulares da firma que obstaculizam o processo mimético por outras firmas e asseguram a apropriação dos ganhos advindos da inovação (DOSI, 1988; NELSON; WINTER, 1982; NELSON, 1991).

Congruente com a doutrina evolucionista é o postulado de que o papel da firma é acumular conhecimento mediante os processos de aprendizagem (WINTER, 1988). Esses conhecimentos são específicos e tácitos para cada firma e conduzem a um processo decisório dinâmico, uma vez que são ilimitadas as informações que engendrarão o conhecimento. As firmas são os *loci* de conversão de uma tecnologia em produtos e em processos. A idiossincrasia desse processo de conversão é determinante na diferenciação competitiva das empresas (TUNZELMANN, 1995).

A empresa deve visualizar o processo de acumulação de capacidade tecnológica de forma sistemática, ou seja, conceber a absorção da tecnologia como um sistema. Durante os processos de transferência mercadológica de inovação e de competências técnicas – compra de equipamentos, licenciamento e consultoria, por exemplo – as empresas adquirentes compram *know-how* com base em seu estoque tecnológico e adaptam a tecnologia adquirida. Procuram, ainda, mediante o desenvolvimento de novas rotinas organizacionais, engendradas pelos processos de prática e repetição – *learning by doing* e *learning by using* – desenvolver cumulativamente a base tecnológica adquirida.

De acordo com Leonard-Barton (1995), essa abordagem sistêmica é configurada por quatro elementos, que são denominados, pela autora, de dimensões de uma aptidão estratégica. A associação entre estratégia e tecnologia é cogente. Consoante discorrido anteriormente, a teorização da firma de acordo com a doutrina evolucionista prescreve a mudança como *arqué* epistemológico. E, de acordo com a escola schumpeteriana, a tecnologia personifica o *deus ex machina* desse processo evolucionista. Inicialmente, Leonard-Barton enfatiza as qualificações e o conhecimento dos empregados. Essas habilidades e esse saber correspondem aos conhecimentos científicos, aos específicos da indústria – ambos disponíveis publicamente, por intermédio de manuais, de especialistas e de consultores – e aos específicos da firma. O

segundo componente da abordagem sistêmica da firma são os seus sistemas técnicos. Equivalem aos procedimentos operacionais, aos equipamentos, aos *softwares*, e aos *hardwares* da empresa.

Outro elemento, os sistemas de gestão, compreende os programas de instrução (educação e treinamento), de promoção e de políticas de incentivo da empresa. São rotinas organizadas que promovem a disseminação e a acumulação de conhecimento. Por fim, os valores e as crenças imanentes à firma expressam a dimensão mais resiliente, menos susceptível a mudanças. Expressam a cultura organizacional, as premissas básicas da natureza e o comportamento humano que são valorizados internamente. Em particular, os valores expressam os tipos de atividades formadoras e disseminadoras de conhecimento que são incentivadas pela firma. Teece e Pisano (1994) enfatizam o papel desempenhado pela cultura corporativa quando a política de incentivos não é congruente com os procedimentos operacionais necessários para assegurar a performance da firma.

O conjunto desses quatro elementos forma o saber específico da firma, ou seja, o seu capital organizacional. O registro de patentes de equipamentos, de processos e de produtos, o estabelecimento de rotinas para os sistemas de gestão da empresa, as qualificações e os conhecimentos específicos de seus empregados e o compartilhamento de valores organizacionais peculiarizam a firma. Nesse sentido, mesmo que todos os seus especialistas fossem contratados por empresas concorrentes, não seria possível replicar a aptidão tecnológica da firma de referência. Essa mesma *rationalidade* também se aplica aos sistemas físicos e de gestão e aos valores e às normas da empresa paradigmática. Por isso, o caráter idiosincrático e não-codificado da firma. Apenas a absorção integral dessas quatro dimensões possibilitaria a replicação da capacidade tecnológica de uma empresa.

Nessa vertente, Prahalad e Hamel (1990) argumentam que é possível identificar a existência de competências básicas em uma empresa de três formas distintas. Ela pode ser identificada pelo fato de a empresa desenvolver produtos capazes de apresentar acesso potencial a vários segmentos de mercado. Outra forma é a percepção do valor do produto pelo cliente. Por fim, dificilmente a concorrência pode reproduzi-las pelo processo de mimetismo.

Empregamos, neste ponto, o conceito de Kim (1997) para definir capacidade tecnológica. Corresponde à habilidade de uma empresa usar de forma efetiva o seu conhecimento tecnológico para assimilar, para adaptar e para mudar as tecnologias existentes. Portanto, a geração, a formação, a consolidação e a renovação da base tecnológica devem ser empreendidas dentro da firma, porquanto o processo de acumulação de capacidade tecnológica não é simplesmente aditivo - ou seja, não corresponde à soma de cada uma dessas parcelas, simplesmente.

Esse processo apresenta características sinérgicas, não apenas no que pertine a comunhão dessas dimensões, como também, individualmente, a cada um de seus elementos. A composição de um conjunto de profissionais especializados em um mesmo *locus* resulta numa dimensão de saber superior à soma de cada um dos estoques de conhecimento, separadamente. A mesma lógica se estende aos sistemas técnicos e de gestão. A firma deve ser concebida como um sistema homeostático, e o ambiente externo no qual se situa deve ser estrategicamente percebido como um sistema entrópico.

É importante deixarmos assente que o significado de firma, ora empregado, é análogo ao conjunto de organizações que empreendem uma atividade de produção de bens. Assim sendo, as alianças estratégicas com fornecedores, com clientes e com outras empresas, destinadas à elaboração de produtos, abarcam o mesmo entendimento apresentado. Nesse contexto, toda essa trama, essa rede organizacional corresponde às dimensões de aptidões estratégicas conceituada por Leonard-Barton. A alteração de uma daquelas dimensões em qualquer um dos entes orgânicos constituintes dessa morfologia de produção resultaria na reconfiguração de todo o aparato tecnológico desse sistema.

4. Determinantes de Capacitação Tecnológica

A formação de capacidades tecnológicas de uma firma deve ser matizada segundo alguns fatores. Após conceituarmos essa expressão, comentaremos dois condicionantes externos à firma, quais sejam, a classe da indústria e o setor econômico nos quais está localizada. Posteriormente, abordaremos a pedra angular do processo de acumulação de capacitação tecnológica da firma e principal temática deste trabalho: a aprendizagem organizacional.

Compreendemos que três pontos devem ser contemplados para a elaboração de uma política efetiva de desenvolvimento tecnológico. Já enfatizamos a relevância do papel da firma como ente promotor da tecnologia. Contudo, o comportamento da firma deve ser contextualizado consoante a sua classe industrial. Isto porque as firmas tendem a apresentar estratégias distintas segundo a atividade econômica na qual estão inseridas. E, por sua vez, a política tecnológica da empresa é delineada consoante suas diretrizes estratégicas.

Um segundo parâmetro que deve ser considerado consiste na função tecnológica e nas atividades correlatas desenvolvidas pela firma. Embora essa matéria seja conexas à classe industrial da firma, existem firmas dentro de uma mesma indústria que desempenham diferentes papéis, ou seja, que exercem diferentes atividades econômicas. Destarte, devido a suas funções tecnológicas distintas, as firmas dentro de uma indústria adotam diferentes políticas tecnológicas. Ilustrativamente, uma empresa de projetos de construção civil apresenta objetivos de acumulação tecnológica e de aquisição de competências básicas distintos de uma firma produtora de guindastes para grandes obras, que, por sua vez, persegue objetivos tecnológicos distintos de uma empresa construtora de obras civis.

O último ponto concerne aos processos e aos diversos mecanismos de aprendizagem que podem ser implementados e desenvolvidos na firma para a formação de sua base tecnológica. Apesar da localização da firma no espaço do desenvolvimento tecnológico - isto é, se a firma atingiu a fronteira tecnológica de sua indústria e ramo de atividade, ou, então, se está no processo de acumular competências para atingi-la - a aprendizagem tecnológica em nível organizacional é um fator condicionante do êxito da manutenção de suas competências dinâmicas ou para o deslinde dessa empreitada.

Sustentamos que os processos de aprendizagem representam fator preponderante na diferenciação das capacidades tecnológicas das firmas que desempenham a mesma atividade econômica - têm a mesma função tecnológica - em

uma indústria. Conseqüentemente, a aprendizagem organizacional é determinante para a aquisição e para a manutenção de vantagens comparativas. Em síntese, o processo de promoção tecnológica deve ser efetuado em nível da firma. Para tanto, devem ser considerados o segmento industrial que caracteriza o comportamento da firma, as atividades desenvolvidas para constituir capacidade tecnológica interna, e os diversos processos de aprendizagem.

4.1. Classes de indústria

Discorrendo sobre o primeiro elemento observado acima, Bell e Pavitt (1993, 1995) prelecionam que o processo de acumulação de capacidade tecnológica de uma firma deve ser contextualizado de acordo com a indústria no qual está inserido. Esses autores desenvolveram taxonomia^{xii} constituída por cinco categorias setoriais que expressam as diferentes trajetórias de capacitação tecnológica de uma firma. Inicialmente, as indústrias que apresentam firmas dominadas pelo fornecedor se caracterizam pelo fato de que as inovações tecnológicas são, geralmente, introduzidas pelos fornecedores de equipamentos e de demais insumos de produção (por exemplo, agricultura, habitação, e manufatura tradicional, como a indústria têxtil). O aprimoramento tecnológico decorre de aperfeiçoamentos do processo de produção e do projeto do produto, e a competitividade é perseguida através da minimização dos custos dos fatores de produção.

A segunda categoria corresponde às firmas intensivas em escala de produção (por exemplo, indústrias siderúrgica, automobilística, de bens de consumo durável). Nesse caso, a evolução tecnológica advém do projeto, da construção e da operação de sistemas de produção complexos, bem como da experiência operacional e dos fornecedores de máquinas e de equipamentos. Empreendimentos mal sucedidos nessa classe tendem a ser bastante onerosos.

A terceira classificação compreende as firmas intensivas em informação (por exemplo, sistema financeiro, publicações, serviços de viagem). Os projetos, as construções e as operações de sistemas de armazenamento, de processamento e de transferência de informações e de dados representam a base tecnológica dessa indústria. Assim como a indústria anteriormente citada, a experiência operacional e os fornecedores de sistemas e de *softwares* constituem, também, fonte de acumulação tecnológica.

Uma quarta taxonomia refere-se às indústrias intensivas em ciência (por exemplo, eletrônica, química e biotecnologia). Nessa classe, o processo de acumulação de capacidade tecnológica é empreendido em centros corporativos de P&D, bem como, também, é resultante de trabalhos de pesquisa acadêmica. Correspondem, em essência, às indústrias inovadoras capazes de empreenderem as discontinuidades tecnológicas características dos ciclos de inovação schumpeterianos (BELL; PAVITT, 1993).

Finalmente, a última indústria representa as firmas fornecedoras de produtos especializados (por exemplo, bens de capital, instrumentos de precisão e *softwares*). Caracterizada por sistemas de produção complexos, a acumulação de capacidade tecnológica ocorre nas fases de projeto, de construção e de utilização operacional desses produtos especializados, bem como da experiência e do *feedback* fornecidos pelos usuários, que priorizam a capacidade de customização, a confiança e a

performance dos produtos, em detrimento do preço ofertado. Enfim, essa classificação evidencia que a natureza do processo de construção de capacidade tecnológica é distinta em função do tipo da indústria.

Cada uma dessas classes de indústria apresenta características específicas. Esses autores observam que, *inter alia*, essas indústrias diferem entre si quanto ao tamanho da firma, ao tipo de cliente (valorização de preço ou performance), ao foco das diferenças de competitividade (custo ou diferenciação do produto), às fontes de acumulação de capacidade tecnológica (fornecedores, projeto, produção, engenharia, aprendizagem, consultoria, equipamentos, *softwares*, usuários, departamento de P&D, pesquisa básica), à direção da construção de capacidade tecnológica (processo, equipamentos, *softwares*, produtos), e à gestão estratégica (aquisição de tecnologia, integração de sistemas tecnológicos complexos, exploração de vantagens tecnológicas em processos, difusão de boas práticas, desenvolvimento de sistemas de processamento de informações, promoção de pesquisa, acompanhamento das necessidades de usuários).

Desta forma, ante as diversas diferenças entre as indústrias, e entre as características e estratégias adotadas pelas firmas dentro de cada segmento industrial, a promoção de conhecimento destinada ao desenvolvimento tecnológico deve levar em consideração a indústria na qual a firma está localizada. Como salientam Bell e Pavitt (1993, 1995), cada setor industrial implica a concentração do esforço de aprendizagem em um local diferente e com um foco distinto. As firmas dominadas pelos fornecedores enfatizam os procedimentos operacionais; as de economia de escala, os aperfeiçoamentos de produtos e processos; as do setor de serviço, novas modalidades e arquiteturas de transmissão de informações; aquelas de base científica priorizam os programas de P&D; ao passo que as firmas de produtos especializados concentram esforços no desenvolvimento de componentes e de equipamentos.

4.2. Função tecnológica da firma

Dosi (1988) sustenta que os setores econômicos podem ser diferenciados de acordo com o processo de inovação tecnológica empreendido. Sintetiza quatro tipos de desenvolvimento tecnológico, cujo emprego relativo diferencia os setores da economia. São eles: (i) processos de pesquisa sistematizados e dispendiosos; (ii) processos informais de difusão de informação e de capacidades tecnológicas (por exemplo, publicações, associações técnicas, transferência de pessoal); (iii) formas de externalidades absorvidas pela firma por intermédio dos procedimentos de *learning by doing* e *learning by using*; e (iv) adoção de inovações desenvolvidas por outras indústrias e incorporadas sob a forma de bens de capital e de insumos.

Lall (1994; BELL e PAVITT, 1995) desenvolveu uma tipologia distinta, na qual o nível de capacitação tecnológica de uma firma - aqui compreendida como sua habilidade em absorver e em criar conhecimento tecnológico - pode ser identificado mediante uma estrutura matricial. Nesta, as colunas correspondem às funções tecnológicas ou às atividades empreendidas pela firma, e as linhas equivalem ao nível de complexidade para o pleno exercício dessas funções^{xiii}.

A complexidade pode ser segmentada em quatro segmentos qualitativos. O primeiro segmento corresponderia ao grau de capacitação necessário para operar os

sistemas produtivos existentes, e corresponde às capacidades de operação e de produção da tecnologia assimilada. Os demais estratos são alusivos à capacidade de gerar e de administrar novas tecnologias, ou seja, as capacidades que propiciam a geração de competências básicas da firma. As capacidades básicas compreendem a mudanças marginais, baseadas na experiência adquirida, empreendidas em estágio preliminar. As capacidades intermediárias envolvem a execução de adaptações da tecnologia existente com vistas à sua reprodução e ao seu desenvolvimento. Em vez da experiência, o método utilizado é a procura por novos profissionais e por novas tecnologias.

Por fim, as capacidades inovadoras equivalem à plena habilidade da firma de desenvolver novas tecnologias associadas a projetos de processos, de equipamentos, de produtos. Corresponde às atividades centradas em pesquisa.

Em tese, no longo prazo, a firma tende a sedimentar sua base de conhecimento tecnológico em um desses níveis e a evoluir no sentido de acumular capacidades para criar e para gerenciar inovações tecnológicas, expressas em ganhos de produtividade e em diversificação mediante a concepção de novos produtos concêntricos ou atinentes a outras indústrias.

No que pertine às funções, em síntese elas podem ser agrupadas em três grandes grupos. As funções inerentes às etapas de investimento abrangem as atividades de pré-investimento; ou seja, em um gradiente crescente, os estudos de pré-viabilidade, o estudo de viabilidade propriamente dito, a escolha da localização da planta, o cronograma de investimento, a seleção de tecnologia, e o desenvolvimento de novos sistemas de produção. A outra atividade da capacitação em investimento da firma é denotada pela implementação do projeto de investimento. Em grau crescente de complexidade, compreende a capacidade de empreender as tarefas de construção civil e de edificação da planta, a elaboração de projeto executivo, as licitações de equipamentos, o recrutamento de pessoal especializado, o projeto dos processos, e o projeto e o fornecimento de equipamentos.

O segundo grande grupo aborda a capacidade de produção da firma. Pode ser subdividido em engenharia de processo e em engenharia de produção. Quanto à primeira, envolve as atividades, sempre em grau crescente de dificuldade, de procedimentos de produção, de manutenção preventiva, de assimilação da tecnologia de processo, de aperfeiçoamento de processos e de otimização de máquinas, de licenciamento de novas tecnologias, de pesquisa direcionada a processos, e de inovação de processos.

Com relação à engenharia de produção, podemos enumerar reprodução de especificações e de projetos, controle de qualidade dos produtos, controle de inventário, assimilação do projeto do produto, pequenas adaptações do produto, melhoria de qualidade, licenciamento de novas tecnologias de produtos, uso de engenharia reversa, desenvolvimento de projeto de produto, pesquisa direcionada à criação de novos produtos, e inovação de produto.

O último grande grupo concerne às atividades associativas da firma, ou seja, o desenvolvimento de ligações de interdependência ou interações (*linkages*) com clientes, com fornecedores e com outros concorrentes. Correspondem às associações informais e formais de cooperação com fornecedores, com clientes e com demais entidades locais para assimilação e transmissão de novas informações, de habilidades e de

conhecimentos, transferência de tecnologia a fornecedores para incremento de eficiência e de qualidade, *outsourcing*, acordos de intercâmbio de tecnologia, desenvolvimento conjunto de novos programas de P&D, capacitação para efetuar projetos *turn-key*, e licenciamento de tecnologia própria.

5. Aprendizagem Tecnológica na Organização

Este é ponto nodal deste trabalho. Procuramos enfatizar, desde o início, a importância do processo de aprendizagem no contexto dinâmico da concorrência caracterizada pelas inovações tecnológicas. Neste tópico, ilustramos diversos elementos atinentes à capacidade competitiva da firma como pano de fundo para a apresentação da aprendizagem organizacional. Ressaltamos que a principal sala de aula para aprendizagem é a firma. Posteriormente, aduzimos as duas grandes correntes literárias no campo da inovação tecnológica, relevando aquela cujo objeto de estudo consiste na acumulação de capacidades tecnológicas com base na aprendizagem. A seguir, arrazoamos acerca das duas modalidades de abordagem da aprendizagem institucional. Um grupo é formado pelos conceitos de “aprendendo fazendo” e de “aprendendo mudando”, e o outro, pelas dimensões do conhecimentos tácito e explícito. Finalmente, encerramos este tópico abordando diferentes processos e mecanismos de aprendizagem.

Diversos elementos contribuem para a geração de oportunidades, de incentivos e de capacidades de inovação tecnológica, bem como para a apropriação dessa inovação. Com relação às causas exógenas, podemos enumerar o estágio da evolução científica nas diferentes indústrias, as estruturas de difusão de conhecimento, a oferta de pessoal técnico qualificado, a transferência de competências técnicas mediante franquias e consultorias, as condições institucionais de mobilidade geográfica de habilidades individuais, os arranjos institucionais de aprendizagem, a resiliência das instituições aos processos de mudança, as tecnologias substitutas e complementares, a infraestrutura científico-tecnológica, os aspectos mercadológicos de crescimento da demanda e da competição interfirmas, a alocação de fundos e de políticas de financiamento, o ambiente e as tendências macroeconômicas, os fatores socioculturais, as políticas públicas de proteção industrial, tarifária e de licitações, o ambiente regulatório e o arcabouço jurídico.

No âmbito interno da firma, esses aspectos correspondem, via de regra, à capacidade de a firma de prover acesso e controle de ativos e atividades complementares que assegurem o retorno econômico das inovações empreendidas. Alguns desses fatores condicionantes, observados dentro do ambiente organizacional, são a composição societária, a estrutura de capital financeiro, as estratégias corporativas, a estrutura organizacional, o estoque de capital físico, as economias de escala, a cultura organizacional, o estilo de liderança e de empreendedorismo, e o tipo de hierarquia.

Podemos enumerar, também, os investimentos em pesquisa, a experiência e as habilidades gerenciais, a efetividade dos processos de tomada de decisão, a estrutura de pesquisa e desenvolvimento, a educação e o treinamento, os modelos e os mecanismos de aprendizagem para a conversão de conhecimento, a coordenação das estratégias de aprendizagem, as políticas e os procedimentos para a aquisição de conhecimento específico, as técnicas de disseminação de conhecimento, as estratégias

para o desenvolvimento da tecnologia, os procedimentos para geração, motivação e colaboração entre novas equipes de aprendizagem, os programas e a estrutura do departamento de P&D, a existência de ambiente organizacional direcionado para a integração e para a coordenação entre os setores de P&D, a produção e o *marketing*, assim como o nível de integração do conhecimento entre as diversas unidades funcionais, departamentais e regionais, as políticas de aquisição de bens e de serviços, os princípios e as técnicas de organização da produção, a documentação sistemática, a certificação internacional de padronização da produção, a estrutura jurídica, e a constituição de alianças estratégicas^{xiv} (DOSI, 1988; DUTRÉNIT, 2000; FIGUEIREDO, 2001; FREEMAN, 1974; LALL, 1994; NELSON, 1991; ROSENBERG, 1982; SALOMON, 1984; TUNZELMANN, 1995).

Evidentemente não se trata de *numerus clausus*, ou seja, de uma relação exaustiva que procura enumerar todos os determinantes. De modo secundário, procuramos ilustrar a profusão de possíveis causas para os desempenhos econômico-financeiro e mercadológico de uma firma. Mas, na última frase do parágrafo anterior, procuramos enfatizar a miríade de temas correlatos à acumulação e à difusão de conhecimento e de tecnologia dentro da firma. É sobre conhecimento e acumulação de capacitação tecnológica através de aprendizagem em nível da firma que nos deteremos adiante.

5.1. A firma como local de aprendizagem

Recepcionando a definição de Kim (1997), aprendizagem corresponde ao processo dinâmico de aquisição de conhecimento necessário para desenvolver capacidade tecnológica. Essa capacidade tecnológica ou dinâmica da firma é, segundo Prahalad e Hamel (1990), constituída por um conjunto formado pela arquitetura estratégica da organização, por sua capacidade gerencial, pelos recursos tecnológicos, e pelas habilidades individuais capazes de assegurarem a sua competitividade no longo prazo. Como salientam Teece e Pisano (1994), as capacidades específicas da firma devem ser continuamente desenvolvidas de modo que suas competências básicas estejam permanentemente atualizadas. A sobrevivência e a competitividade, contudo, só podem perdurar caso a empresa seja capaz de se adaptar rapidamente às mudanças, e capturar as novas oportunidades mercadológicas. Isto só é possível mediante o desenvolvimento de aprendizagem coletiva na organização, de modo a integrar e a coordenar as diversas habilidades individuais e as múltiplas modalidades de tecnologia disponíveis.

À guisa de ilustração, a afirmação de que as atividades de pesquisa básica contribuem com a maior parcela do processo de aprendizagem é falaciosa. Conforme prelecionam Bell e Pavitt (1993), os procedimentos operacionais são caracterizados pela complexidade de parâmetros, pelos constrangimentos e pelos fatores intervenientes e interdependentes que impossibilitam sua pronta translação para manuais e instruções de operações. Tecnologia é acumulada, também, através de experiência e de mecanismos de tentativa e erro. Destarte, os trabalhos desenvolvidos por pesquisadores, por universidades e por centros e institutos de pesquisa devem ser complementados por atividades de projeto, de construção e de teste de protótipos e de processos, e por plantas-piloto na unidade da firma.

Desta forma, ao passo que o empreendimento de pesquisa básica pode ser efetuado fora da firma, o seu desenvolvimento - que compreende os estágios de projeto, de engenharia, de teste de processos e de produtos, de organização da produção, de controle da qualidade, e de sua subsequente viabilidade - só podem ocorrer dentro da firma. A firma é o laboratório que irá replicar todas as situações do mundo real. Conseqüentemente, é o local que permite a experimentação, a observação, a efetiva aprendizagem, a acumulação de conhecimento, e os contínuos aperfeiçoamento e inovação de seus processos e produtos. A visualização do processo de P&D deve compreender toda a firma. Caso contrário, o viés reducionista não resultará na absorção de toda a dimensão dos processos de aprendizagem, de acumulação de conhecimento e de constituição de capacidades dinâmicas que assegurem a sobrevivência e a expansão da firma.

A literatura sobre inovação e sobre o processo de formação e de desenvolvimento tecnológico apresenta duas grandes vertentes. A primeira enfoca as atividades necessárias para assegurar a vantagem competitiva das empresas mediante a implementação de capacidades básicas dentro da firma, destinadas a empreender sistematicamente inovações mercadológicas. O tema de maior interesse nessa literatura é a inovação. Enfatizam, prioritariamente, o estudo da administração organizacional direcionada para a construção, a manutenção e a renovação das capacidades estratégicas da firma. Deste modo, essa tradição teórica aborda as temáticas de gestão de conhecimento e processos de aprendizagem organizacional. Todavia, considerando que essa vertente acadêmica está enraizada nos países de economia desenvolvida, a análise do processo inicial de constituição de competências estratégicas é reificada.

O outro campo da literatura concentra seus estudos na formação e no desenvolvimento do processo de acumulação de capacidade tecnológica em firmas não detentoras das capacidades básicas. Este segundo campo é mais consentâneo com o estudo de empresas localizadas em países de economia emergente que desejam adquirir capacidade competitiva e posicionamento no mercado. Para tanto, o principal objeto de análise dessa escola é o processo de aprendizagem organizacional, em especial a conversão do conhecimento por socialização e por internalização. Isto porque o desenvolvimento e a acumulação de capacidades tecnológicas resultam, eminentemente, dos processos de aprendizagem.

Essa abordagem estuda a formação da base de conhecimento, a aquisição de tecnologia, sua assimilação, a difusão tecnológica mediante processos de aprendizagem, as adaptações, os aperfeiçoamentos dos processos e produtos, e a complementaridade entre a infraestrutura pública de educação e de treinamento e os sistemas de aprendizagem intrafirma. Analisam, também, os mecanismos disponíveis de aprendizagem, as estratégias e as políticas de coordenação interna de aprendizagem, bem como os meios informais e institucionais para a integração do conhecimento nas diversas unidades funcionais, departamentais e regionais da firma. (DUTRÉNIT, 2000; FIGUEIREDO, 2001 e 2003).

5.2. Aprendendo fazendo e aprendendo mudando

Podemos enumerar diversas formas para a aquisição de conhecimento tecnológico. A contratação de profissionais detentores de conhecimento tácito, a importação de mão-de-obra especializada, os intercâmbios técnicos, o investimento

externo direto com a implantação de empresas multinacionais ou a constituição de *joint ventures*, a criação de uma estrutura institucional mediante a formalização de alianças estratégicas com clientes, com fornecedores e com outras empresas, a aquisição externa de tecnologia (por exemplo, licenças de produção, contratos de projetos, serviços de engenharia, fornecimento de *know-how*), a educação formal, o treinamento externo, e o *learning by doing*^{xv}. O processo de transferência tecnológica em algumas indústrias caracterizadas pelo desenvolvimento de produtos que demandam a formação de uma base de conhecimento complexa requer a formação de cientistas e de pesquisadores, e a implantação de departamentos de P&D capazes de analisar e de difundir a tecnologia adquirida.

Com relação à aprendizagem, tradicionalmente a literatura associa o processo de aprendizagem institucional à práxis do *learning by doing*. De acordo com esse conceito, a acumulação de conhecimento e o desenvolvimento de habilidades decorrem do processo produtivo continuado. Por sua vez, o *learning by using* representa o processo de aprendizagem proveniente do uso contínuo de produtos que apresentam sistemas complexos (ROSENBERG, 1982).

Bell e Pavitt (1993, 1995) expandem a conceituação de Rosenberg com o propósito de capturar a dimensão de mudança tecnológica. Esses autores distinguem duas modalidades de aquisição e de formação de tecnologia. A primeira consiste nos bens de capital, nas habilidades, nos conhecimentos, nas especificações e nas rotinas operacionais necessárias para a produção de bens, dada uma tecnologia. Mediante o processo de *learning by doing*, a firma apresenta capacitação para operar um sistema produtivo e produzir uma dada mercadoria com alta taxa de produtividade – baixo custo e elevada qualidade.

A outra fonte de recurso tecnológico são as habilidades, os conhecimentos, a experiência, os procedimentos operacionais, os *linkages* com fornecedores, com clientes e com outras firmas, além de, no nível governamental, as instituições que propiciam, por intermédio do processo de *learning by changing*, uma gestão orientada para a adaptação e para o aperfeiçoamento da tecnologia adquirida, assim como a formação de *expertise* necessária para a seleção e a aquisição de tecnologias alternativas, oferecidas por outras empresas. A capacitação tecnológica representa essa capacidade de empreender eficazmente a gestão de mudança tecnológica. Implícita a essa perspectiva, está a compreensão de que o processo de inovação continua durante o estágio de difusão.

5.3. Conhecimento tácito e explícito – as duas dimensões da aprendizagem

Abordamos, anteriormente, dois dos fatores que influenciam definitivamente a trajetória do processo de inovação tecnológica, quais sejam o segmento econômico e as funções tecnológicas imanentes à firma. Apresentaremos, a seguir, o terceiro fator considerado determinante nesse processo: a aprendizagem.

De acordo com Kim (1997, 1998) a aprendizagem é condicionada pela capacidade de absorção tecnológica da firma, que, por sua vez, é determinada pelo estoque de conhecimento existente – habilidades básicas, conhecimento geral, e conhecimentos científico e tecnológico disponíveis – e pela intensidade do esforço coletivo empregado para solucionar problemas que, por conseguinte, intensificam as

interações organizacionais internas e internalizam novos conhecimentos, que são convertidos ou socializados no contexto da firma.

Esse autor concebe, também, o conhecimento em suas dimensões tácita e explícita. O conhecimento explícito concerne à dimensão codificável do saber, substantivado nos projetos, nos manuais, nas especificações ou, mesmo, incorporado nas máquinas e nos equipamentos. De outro modo, conforme já salientado, o conhecimento tácito corresponde à parcela ininteligível do saber. No âmbito da firma, com seu corpo de empregados, suas habilidades pessoais, com os equipamentos, os processos, a cultura e as rotinas organizacionais - ou seja, com sua singularidade sistêmica - essa dimensão do conhecimento só pode ser disseminada mediante processos de aprendizagem organizacional alicerçados na experiência adquirida pelos mecanismos de observação, de imitação e de prática.

A aprendizagem pode ser compreendida como o processo de repetição e de experimentação que possibilita a execução de uma tarefa de forma mais eficiente e rápida, bem como a identificação de novas oportunidades de produção. Consigna salientar que o processo de aprendizagem não corresponde, simplesmente, a mecanismos de imitação e de emulação^{xvi} de tarefas transmitidas por modelos do tipo mestre-aprendiz, ou professor-aluno. Compreende, também, a abordagem coletiva no sentido de compartilhamento e de resolução de problemas coletivos e organizacionais, mediante a introdução de técnicas sistemáticas de aprendizagem e da substantivação dos novos conhecimentos organizacionais adquiridos mediante a padronização dos procedimentos operacionais (TEECE e PISANO, 1994).

De forma sintética, aprendizagem tecnológica consiste no processo de conversão de conhecimento tácito em conhecimento codificado em nível da firma. Congruente com o papel indutor da aprendizagem para o desenvolvimento tecnológico, Figueiredo (2001) conceitua aprendizagem como o processo de formação e de acumulação de capacidade tecnológica da firma. Por sua vez, capacidade tecnológica é compreendida como o conjunto de recursos necessários para criar e para gerenciar o desenvolvimento e a inovação de produtos, de processos, da organização da produção, equipamentos, e projetos.

Atinente às diferenças de performance técnico-econômica entre empresas, inclusive aquelas que operam no mesmo setor industrial, Dosi (1988) elenca algumas características das empresas, de natureza estrutural e de desempenho que as diferenciam. Exemplifica o tamanho, a capacitação tecnológica, as estratégias de mercado, o custo de produção, a lucratividade, e o grau de inovação e de sucesso competitivo das firmas. Particulariza, também, três pontos. Inicialmente, destaca a relevância dos investimentos em inovação - como, por exemplo, dispêndios com P&D - na performance empresarial. O outro elemento destacado corresponde à estratégia de produção selecionada a partir do *trade off* entre economia de escala (custos mais baixos, maior produção) e flexibilidade (maior variabilidade de produtos e "customização" da produção). Observa, também, que as diferenças decorrentes da cumulatividade de conhecimento e da apropriabilidade da inovação geram assimetrias nas empresas, que se manifestam na qualidade de seus produtos e na eficiência do processo produtivo. Por fim, salienta o papel da aprendizagem no processo de inovação e, por conseguinte, de diferenciação das firmas.

Dosi (1988) conceitua base de conhecimento como o conjunto de informações, de conhecimentos e de capacidades que são empregados nos processos de inovação tecnológica. Esse conjunto de informações, genericamente denominado de conhecimento, apresenta duas formas distintas, caracterizadas pelo seu grau de difusão. São o conhecimento tácito ou específico e o conhecimento público ou universal. A pesquisa científica empreendida nas universidades constitui uma ilustração de um conhecimento público que é essencial para o desenvolvimento de determinados setores econômicos, como, por exemplo, química, metalúrgica, e ciências da informação. Outra forma dessa modalidade de conhecimento pode ser exemplificada nas alianças entre as universidades e a indústria verificadas nos setores de química e de biotecnologia. Contudo, o conhecimento público e o conhecimento tácito são complementares. Se o primeiro apresenta instrumentos conhecidos de disseminação, tais como publicações especializadas, manuais, entidades técnicas e transferência de pessoal, o mesmo não ocorre com o conhecimento específico.

Conhecimento tácito^{xvii} expressa o saber intrínseco, não-codificado, particular, idiossincrático, pouco passível de transferência. Pode, contudo, ser parcialmente transmitido a outros indivíduos que compartilham experiências comuns. Todavia, malgrado a difusão e a assimilação de equipamentos, de técnicas e de padrões tecnológicos e científicos entre as diferentes firmas, cada estágio do processo de produção - como, por exemplo, resistência dos materiais, sistemas de engenharia, montagem de produtos, programas computacionais de produção e controle - requer, também, o emprego de conhecimento tácito. Esta é a modalidade de conhecimento que diferencia as firmas dentro de uma mesma indústria. Por conseguinte, o estágio de acumulação e de desenvolvimento tecnológico é específico para cada firma. Basicamente, a habilidade específica e o conhecimento tácito podem ser transferidos de duas formas: contratação de pessoal especializado de outras empresas e formalização de procedimentos de aprendizagem. Ela pode ser transmitida, inclusive, mediante alianças estratégicas com outros competidores, assim como com fornecedores e com clientes.

5.4 Processos de aprendizagem

Desenvolveremos, agora, o conceito de processos de aprendizagem. O processo de acumulação de tecnologia ocorre com a absorção de conhecimento. Aprendizagem corresponde à endogenização ou à conversão desse conhecimento. Em nível da firma, o processo de aprendizagem compreende duas dimensões, quais sejam, a individual e a organizacional. Deriva dessa compreensão o emprego da expressão aprendizagem organizacional.

A classificação desse processo de aprendizagem pode ser baseada na conversão das duas formas de conhecimento supracitadas: tácito e explícito. A socialização corresponde à conversão do conhecimento na dimensão tácita, ou seja, ao compartilhamento individual de conhecimento mediado pelo treinamento. A combinação equivale à constituição de novos conhecimentos explícitos a partir daqueles já existentes. O processo de externalização é definido pela capacidade individual de transmitir o conhecimento tácito, convertendo-o em explícito. Por fim, a internalização representa o compartilhamento do conhecimento explícito dentro da

firma, que, por conseguinte, induz à formação de novos conhecimentos tácitos individuais (KIM, 1998; NONAKA; TAKEUCHI, 1995).

Figueiredo (2003) apresenta uma tipologia dos processos de conversão de conhecimento que se assemelha parcialmente com a de Kim (1998). Aquele autor apresenta duas modalidades de acumulação de conhecimento, quais sejam aquisição - interna ou externa - de conhecimento, e conversão do conhecimento intrínseco ao indivíduo. A aquisição corresponde à assimilação de conhecimento tácito ou explícito dentro ou fora da firma. Preleciona, o autor que o processo de aprendizagem para a aquisição de conhecimento ocorre em nível do indivíduo. Mediante a conversão, o conhecimento individual é trasladado - ou convertido - por intermédio de socialização ou de codificação, em aprendizagem organizacional^{xviii}, ou, *ultima ratio*, em ativo corporativo específico da firma. Assevera, portanto, que o processo de aprendizagem atinente à conversão de conhecimento opera dentro da firma. Ademais, consentânea com essa lógica, constata o autor que os processos de aprendizagem, em especial aqueles observados intrafirma, condicionam a rentabilidade e a taxa de crescimento de firmas dentro de uma mesma indústria.

A guisa de melhor compreensão, tecemos breve analogia entre as formas de aprendizagem organizacional concebidas por Kim (1998) e Figueiredo (2003). O processo de aquisição de conhecimento idealizado por Figueiredo distingue o processo de aprendizagem apenas no que pertine ao local de absorção de conhecimento. Destarte, não equivale aos modos de conversão de conhecimento a partir do conhecimento explícito, denominados, por Kim, de combinação e de internalização. Por outro lado, o processo de conversão de conhecimento articulado por Figueiredo é originário do indivíduo, aquele ente dotado de conhecimento tácito.

Deste modo, os conceitos de socialização e de codificação de Figueiredo coadunam-se com as definições de socialização e externalização de Kim. Devido à sua própria ontologia, o conhecimento tácito não é adquirido; apenas, é convertido. E, devido à sua própria definição, a formação pessoal do conhecimento é constituída de modo cognitivo, resultante de crenças, de valores, de percepções, de sensações e de experiências trazidas e vivenciadas pelo indivíduo no local em que pratica esse conhecimento: na firma, *in casu*. Desse último ponto, exala a assertiva de Figueiredo sobre o papel substantivo que o processo de aprendizagem intrafirma - ou seja, aquele resultante do conhecimento tácito - exerce na acumulação de capacidade tecnológica e no desempenho da empresa.

Salientamos outro ponto, esse de natureza metodológica. A distinção dos processos de aprendizagem em nível do indivíduo (aquisição) e em nível da firma (conversão) objetiva identificar a origem dos obstáculos para a formação de conhecimento tecnológico na firma. Isto porque, muitas vezes, as firmas entrantes em uma indústria, notadamente aquelas localizadas nos países em desenvolvimento, apresentam deficiências para gerar conhecimento em nível do indivíduo; ou seja, têm processos precários de aprendizagem individual.

Esses dois autores sobrelevam a importância da aprendizagem individual e de suas difusão e internalização em nível da firma, substantivada pelas rotinas organizacionais, pelas práticas e pelas crenças da organização. É imprescindível antropomorfizar o conhecimento da firma. Para tanto, é necessário assegurar a eficiência dos processos de aprendizagem individual. A aprendizagem em nível do

indivíduo é o *deus ex machina* de todo o acervo de conhecimento da firma. E, como todo esse conhecimento organizacional é idiossincrático, as firmas devem ser sistemas de aprendizagem, ou seja, devem ser orientadas para a aprendizagem.

5.5. Mecanismos de aprendizagem

Diversos princípios, técnicas, métodos e práticas podem ser implementados na firma de modo a aumentar a sua eficiência produtiva – menores custos e maior produção – o seu grau de diferenciação da concorrência – individualização de inovação de produto ou processo – e a sua responsividade – rápida resposta a mudanças tecnológicas. E, por conseguinte, assegurar a sua vantagem competitiva. Ilustrativamente, citamos o *just-in-time* – JIT, o *kanban* (redução de estoque), o *total quality control* – TQC, o *kaizen* (desenvolvimento contínuo), a *jidoka* (detecção automática de erro com interrupção da produção), o *tsukurikomi* (inspeção imediata), o *andon* (*feedback* em tempo real de problemas de produção), a produção enxuta (*lean production*), os círculos de controle de qualidade, o controle estatístico de processo, a frequência de revisão de procedimentos padrões pelos supervisores, o programa de manutenção preventiva, o envolvimento do operador nas atividades de manutenção, o *turn over* de empregados que desempenham atividades essenciais, o treinamento com ênfase no aprofundamento de conhecimentos específicos e na disseminação do saber para empregados que executam outras atividades, capacitando profissionais multitarefas (dimensões de aprofundamento e extensão do conhecimento), o sistema de incentivo que premie a acumulação de conhecimento, as políticas de aquisição de bens e de serviços, as relações de longo prazo com clientes e fornecedores, a capacitação computacional para o desenvolvimento de projetos, de engenharia e de montagem – CAD e CAM, a vantagem competitiva proveniente da capacidade de inovação em vez da capacidade de aquisição de insumos a preços menores (*bidding*), e a interação com a equipe de assistência técnica de fornecedores (FIGUEIREDO, 2001; TEECE e PISANO, 1994).

Há inúmeros mecanismos ou instrumentos de aprendizagem disponíveis para a concretização do processo de aprendizagem organizacional. Ilustrativamente, Kim (1998) destaca quatro fases características de uma estratégia tecnológica centrada no processo de imitação. Essas etapas correspondem aos estágios de preparação ou de capacitação para a seleção da tecnologia a ser adquirida, de aquisição, de assimilação, e de aperfeiçoamento ou aplicação. Consoante cada fase, diferentes mecanismos podem ser adotados.

Os instrumentos de aprendizagem que podem ser utilizados na fase de preparação são a contratação de pessoal qualificado e com larga experiência, a prestação de serviços de consultoria especializada, a pesquisa literária intensiva para a internalização de conhecimento, e a observação e a experimentação da tecnologia por ora empregada. A fase de preparação é caracterizada pelo processo de aquisição de conhecimento tácito por internalização e por socialização.

A segunda fase, correspondente à aquisição de tecnologia, representa a capacidade da firma em identificar e em selecionar, entre diversas alternativas, a melhor opção tecnológica em condições favoráveis. Os mecanismos de aprendizagem existentes nessa etapa correspondem aos conhecimentos explícito e tácito do fornecedor de tecnologia. Deste modo, correspondem aos manuais, às especificações

técnicas, aos equipamentos e às rotinas de produção concedidas pelo fornecedor, assim como à assistência técnica, ao treinamento e ao trabalho de supervisão prestado pelo mesmo.

A fase subsequente concerne à assimilação da tecnologia do fornecedor. Essa fase é tipificada pelos processos de *learning by doing* e *learning by using*. Esse estágio representa a capacitação da firma em replicar a tecnologia adquirida, sendo-lhe inerentes os procedimentos de tentativa e erro.

Por fim, a última etapa equivale ao processo cumulativo e incremental de desenvolvimento da tecnologia alienígena e, por conseguinte, à sua aplicação em outras áreas.

Concernente aos mecanismos de aprendizagem que podem ser utilizados para o empreendimento de inovação tecnológica, com o objetivo de constituir competências dinâmicas na firma, de torná-la tecnologicamente independente, ou, mesmo, de possibilitar a diferenciação de produtos, Kim (1998) destaca as atividades de P&D. Evidente, é a necessidade de adoção de instrumentos de aprendizagem relativos à aquisição de profissionais especializados, à contratação de consultores com *expertise*, à formação de equipes de trabalho e à promoção de treinamento contínuo. Todavia, as ferramentas de aprendizagem orientadas para a formação de pesquisadores com pós-graduação e, mormente, a constituição de laboratórios internos de P&D, bem como de arranjos cooperativos de infraestrutura científico-tecnológica que compreendam as firmas, seus centros de P&D e os institutos de pesquisa governamentais e universidades, representam o principal elemento indutor de inovação tecnológica.

Do mesmo matiz provém a ênfase analítica de Figueiredo (2003) nos processos de aprendizagem e sua relevância para a absorção de tecnologia e para a criação de capacidades estratégicas. Com o propósito de estudar a translação da aprendizagem do nível individual para o nível organizacional - processo que é efetivado com o compartilhamento do conhecimento tácito para toda a firma - esse autor apresenta uma estrutura de análise qualitativa que identifica quatro processos de aprendizagem, apresentados anteriormente. De modo a avaliar os processos de aprendizagem, ele elabora uma estrutura matricial, em que cada um dos processos é discriminado em termos de três atributos ou características-chaves: a variedade ou a diversificação de oferta de processos e mecanismos de aprendizagem^{xix} (por exemplo, disponível ou não; ausente, limitado, moderado, diversificado); a intensidade ou o nível de esforço empreendido pela firma para fortalecer e, mesmo, para tornar rotinas os processos e os mecanismos de aprendizagem; pode ser avaliado no horizonte de tempo (por exemplo, descontinuado, intermitente, contínuo); e o funcionamento ou o grau de eficácia do instrumento de aprendizagem (por exemplo, péssimo, insuficiente, moderado, bom, excelente).

Os mecanismos de aprendizagem podem ser discriminados segundo os seus respectivos processos de aprendizagem, e avaliados em consonância com as suas características-chave, para efeitos empíricos e analíticos. Alusivos ao processo de aquisição externa de conhecimento, citamos importação de especialista da matriz, contratação de especialistas, contratação de consultores, assistência técnica, acordos de aquisição de tecnologia, treinamento externo conforme levantamento de necessidades, palestras e cursos, reembolsos de treinamento, suporte educacional, e aperfeiçoamento externo. Para a aquisição interna de conhecimento, atividades de P&D, treinamento de

empregados, atividades de rotinas operacionais (*learning by doing*), *learning by search* (aperfeiçoamentos e melhorias diversos). Atinente à codificação de conhecimento, especificações, normas, regulamentos, procedimentos, instruções técnicas, certificações, elaboração de módulos de treinamento, seminários internos, sistemas de planejamento e controle operacionais e gerenciais. Com relação à socialização, interação e desenvolvimento conjunto com clientes e fornecedores, equipes de trabalho e solução compartilhada de problemas, *on the job training*, disseminação interna de facilitadores, visitas a outras unidades da firma, desenvolvimento de protótipos, e sistemas internos de disseminação da informação (FIGUEIREDO, 2003; TACLA e FIGUEIREDO, 2003).

6. Considerações Finais

São apresentadas duas considerações de natureza prática que podem ser derivadas deste estudo teórico. A primeira refere-se a diretrizes que devem nortear uma política de fomentos científico e tecnológico. A segunda observação suplementar apresenta a possibilidade de conjugação de pesquisa qualitativa e quantitativa para o desenvolvimento de trabalhos empíricos de aprendizagem e de capacitação tecnológica em nível da firma.

As considerações acerca das diretrizes tecnológicas de uma firma consoante a classe de indústria na qual está localizada (BELL e PAVITT, 1993, 1995), a estrutura de diferenciação de capacidades tecnológicas segundo as clivagens intersetoriais de uma indústria (BELL e PAVITT, 1993, 1995; LALL, 1994), e a estrutura de aprendizagem tecnológica dentro de uma firma (FIGUEIREDO, 2003; TACLA e FIGUEIREDO, 2003) constituem a trilogia dos critérios de avaliação de financiamentos públicos a empresas com o objetivo de desenvolvimento da ciência, da tecnologia e da inovação. Os processos de aprendizagem para a criação, para a acumulação e para a disseminação de conhecimento são influenciados pela indústria e pela função tecnológica desenvolvida pela firma na sua indústria. O conhecimento indutor de diferenciação e de inovação ocorre dentro da firma, mediante a conversão e a socialização de conhecimento tácito.

Portanto, as políticas públicas de fomento tecnológico de firmas devem valorizar a implantação e o desenvolvimento de práticas e de mecanismos de aprendizagem que alavanquem essa modalidade de difusão de conhecimento dentro da firma, com base em sua função tecnológica e em sua indústria. Perfazemos, assim, os três elementos determinantes do desenvolvimento tecnológico e da inovação: indústria em que está localizada a firma, a função tecnológica objeto da firma, e os processos e mecanismos de aprendizagem efetuados dentro da firma. Deste modo, os critérios de avaliação devem ser elaborados de forma a examinar os processos e os mecanismos de aprendizagem para as firmas que empreendem diferentes funções e para aquelas localizadas nas diversas indústrias.

Os quatro processos de aprendizagem apresentados por Figueiredo (2003) são variáveis latentes, ou seja, são constructos teóricos que não são passíveis de mensuração direta. De forma a possibilitar a quantificação da aprendizagem, foram introduzidos os mecanismos de aprendizagem em sua estrutura analítica. Os mecanismos de aprendizagem são os instrumentos utilizados pela firma para a aquisição e para a transmissão de conhecimento. Eles podem ser agrupados segundo os processos de construção de conhecimento – aquisição, socialização e codificação - e

Revista ADM.MADE, Rio de Janeiro, ano 11, v.15, n.2, p.1-28, maio/setembro, 2011.

classificados consoante os atributos de variedade, de intensidade e de funcionamento dos processos de aprendizagem. Por conseguinte, essa estruturação possibilita mensurar a efetividade de cada mecanismo^{xx} e, *a fortiori*, de cada processo de aprendizagem, inclusive a transmissão de conhecimento tácito, além de possibilitar a avaliação da efetividade de cada processo de aprendizagem.

Procedimento semelhante pode ser empregado nos gradientes dos níveis de capacitação tecnológica da estrutura de funções tecnológicas concebidas inicialmente por Lall (1994). Essas funções, assim como seus diferentes níveis, podem ser ajustadas de acordo com as singularidades de cada classe de indústria. Portanto, cada nível poderia corresponder a um valor de uma escala ordinal. A guisa de exemplificação, Figueiredo (2003) estruturou os níveis de capacitação das funções tecnológicas da indústria siderúrgica em dois grupos distintos. No primeiro, denominado de capacitação de rotina, segmentou-o nas seguintes divisões: básico, renovado, extrabásico, e pré-intermediário. No segundo grupo, cunhado de capacitação inovadora, dividiu-o em intermediário, em alto-intermediário, e em avançado, de modo que, para cada elemento da matriz função-nível tecnológico, foram especificadas características distintas.

Desta forma, a análise qualitativa das práticas de aquisição e de difusão de conhecimento na firma pode ser adensada com estudos quantitativos, porquanto as características dos mecanismos de aprendizagem podem ser avaliadas por meio da utilização de escalas ordinais. Consequentemente, as vertentes das análises explicativa e preditiva podem ser estendidas. Mediante a utilização de técnicas de estatística multivariada, os mecanismos correspondentes a cada processo de aprendizagem constituem os diferentes elementos que podem ser quantificados por meio das variáveis categóricas representadas pelos atributos do processo de aprendizagem.

É possível enriquecer a análise qualitativa com a avaliação quantitativa do impacto de políticas de aprendizagem na acumulação de capacidades tecnológicas de diferentes firmas, bem como na aquisição de competências dinâmicas, no posicionamento mercadológico das firmas e em seus desempenhos econômicos.

Igualmente exequível é a utilização de dados quantitativos para a realização de estudos comparados entre firmas e de análises intertemporais que avaliem o impacto dos mecanismos de aprendizagem no comportamento das firmas em um horizonte de tempo.

Referências

- ALCHIAN, A. Uncertainty, evolution and economic theory. **Journal of Political Economy**, v.58, p.211-221, 1950.
- BELL, M. Learning and Accumulation of Technological Capacity in Developing Countries in M. Fransman and K. King (eds.), **Technological Capability in the Third World**. London: Macmillan, 1984.
- _____.; PAVITT, K. Technological Accumulation and Industrial Growth: Contrasts Between Developed and Developing Countries. **Industrial and Corporate Change**, vol. 2, no. 2, 1993.
- _____.; _____. The Development of Technological Capabilities. In: HAQUE, I.U. (Ed.), **Trade, Technology and International Competitiveness**. Washington: The World Bank, 1995.

- BURRELL, G.; MORGAN, G. **Sociological Paradigms and Organisational Analysis**. London: Heinemann Educational Books, 1979.
- DOSI, G. Sources, Procedures and Microeconomic Effects of Innovation, **Journal of Economic Literature**, vol. XXVI, September, pp. 1120-1171, 1988.
- DUTRÉNIT, G. **Learning and Knowledge Management in Firm: from Knowledge Accumulation to Strategic Capabilities**. Cheltenham: Edward Elgar, 2000.
- FIGUEIREDO, P. N. *Technological Capability-Accumulation Paths and the Underlying Learning Processes: a Review of Empirical Studies*, **Journal of International Business Studies** (Academy of International Business, Copenhagen Business School), May, 2001.
- _____. Learning, Capability Accumulation and Firm Differences: Evidence from Latecomer Steel, **Industrial and Corporate Change**, vol. 12, no. 3, pp. 607-643, 2003.
- FREEMAN, C. **The Economics of Industrial Innovation**. Middlesex: Penguin Books, 1974.
- KIM, L. The Dynamic of Samsung's Technological Learning in Semiconductors, **California Management Review**, vol. 39, no. 3, spring, 1997.
- _____. Crisis Construction and Organizational Learning: Capability Building in Catching-up at Hyundai Motor, **Organization Science**, vol. 9, no. 4, July-August, 1998.
- LALL, Sanjaya. Technological Capabilities in Salomon, J-J. et al. (eds.), **The Uncertain Quest: Science Technology and Development**. Tokyo: UN University Press, 1994.
- LEONARD-BARTON, D. **Nascentes do Saber: Criando e Sustentando as Fontes de Inovação**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 1995.
- NAPOLEONI, C. **O Pensamento Econômico do Século XX**. Lisboa: Editorial Presença, 1990.
- NELSON, R. R. The role of firm differences in an evolutionary theory of technical advance, **Science and Public Policy**, December, 1991.
- _____.; WINTER, S. G. **An Evolutionary Theory of Economic Change**. Cambridge: Belknap Press of Harvard University Press, 1982.
- NONAKA, I.; TAKEUCHI, H. **The Knowledge-Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation**. Nova York: Oxford University Press, 1995.
- OHLIN, B. **International and Interregional Trade**. Cambridge: Harvard University Press, 1935.
- PRAHALAD, C.K.; HAMEL, Gary. The Core Competence of the Corporation, **Harvard Business Review**, May-June, 1990.
- RICARDO, D. **Princípios de Economia Política e Tributação**. São Paulo: Abril Cultural, 1982.
- ROSENBERG, N. **Perspectives on technology**. Cambridge: Cambridge University Press, 1976.
- _____. **Inside the black box**. Cambridge: Cambridge University Press, 1982.
- SALOMON, J-J. What is Technology? The Issue of its Origins and Definitions, **History and Technology**, vol. 1, pp. 113-156, 1984.
- SMITH, A. **A Riqueza das Nações: Investigação sobre sua Natureza e suas Causas**. São Paulo: Abril Cultural, 1983.
- TACLA, C. L.; FIGUEIREDO, P. N. Processos de Aprendizagem e acumulação de competências tecnológicas: evidências de uma empresa de bens de capital no Brasil. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 7, n.3, jul/set, 2003.
- TEECE, D.; PISANO, G. The Dynamic Capabilities of Firms: an Introduction, **Industrial and Corporate Change**, vol. 3, no. 3, 1994.
- TUNZELMANN, N. von. **Technology and Industrial Progress: The Foundations of Economic Growth**. Aldershot: Edward Elgar Publishing, 1995.
- WALRAS, L. **Compêndio dos Elementos de Economia Política Pura**. Coleção "Os Economistas". São Paulo: Abril Cultural, 1983.
- WINTER, S. G. On Coase, competence, and the corporation, **Journal of Law Economics, and Organization**, vol. 4, no. 1, 1988.

Notas:

- ⁱ Os escritos originais de Smith (conferências pronunciadas na década de 1760) remontavam a uma sociedade pré-capitalista, constituída por pequenos artesãos cuja renda provinha do trabalho utilizado, em vez da remuneração do capital empregado. Essa visão atenua as críticas ao pensamento smithiano, uma vez que Smith não vivenciou o capitalismo em sua plenitude, malgrado as mudanças observadas no regime econômico inglês entre as décadas de 1760 e a segunda metade da década de 1770.
- ⁱⁱ A concepção de Schumpeter de que o desenvolvimento econômico ocorre de arroubos de inovação tecnológica – entendimento celebrizado em sua expressão “ventos perenes da destruição criativa” – é amplamente contestada, uma vez que, comumente, as novas tecnologias não são irrupções; ao contrário florescem de um amplo e contínuo processo de desenvolvimento tecnológico. Ademais, coexistem, por um longo tempo, com as antigas tecnologias (ROSENBERG, 1982; SALOMON, 1984).
- ⁱⁱⁱ A expressão acumulação tecnológica é bastante utilizada por Bell e Pavitt (1993). Equivale aos termos capacitação tecnológica, capacidades básicas e competências básicas, empregados ao longo deste trabalho.
- ^{iv} Pertinente o comentário de Teece e Pisano (1994, p.554) acerca das diferentes abordagens das diversas teorias da firma: “*The transaction cost economics highlights boundaries, agency theory highlights incentives and control, and the production function highlights the role of fixed factors*”.
- ^v Dentre as estruturas teóricas dessa escola, destacamos a teoria do principal-agente, teoria dos jogos não cooperativos, os modelos de problemas de ação coletiva e de equilíbrios racionais múltiplos, e a escolha da segunda melhor opção – “*the second best*”. Ao contrário do equilíbrio geral da escola neoclássica, a abordagem institucionalista recepciona a existência de assimetrias informacionais de natureza estrutural nas relações envolvendo os diversos agentes econômicos.
- ^{vi} Ronald Coase, em seu trabalho intitulado *The Nature of the Firm* (1937), celebrizou o paradigma do custo de transação, segundo o qual as empresas são constituídas, e dinamicamente configuradas, com vistas a mitigar os custos de operações de difícil comercialização.
- ^{vii} Ver Lall (1994, p.266) a respeito da convergência dos pressupostos da teoria evolucionista ao estudo da tecnologia em nível da firma.
- ^{viii} De acordo com Teece e Pisano (1994), essa nova vertente teórica expande a doutrina da estratégia baseada em recursos – *resource-based strategy* – consoante a qual, a competitividade de uma empresa era auferida pela acumulação de ativos de alto valor tecnológico, amparados por proteção intelectual (patentes).
- ^{ix} Denominadas pelo autor como *core capabilities*. A literatura as denomina, também, como *core competences* – “*what they are good at*” (DOSI, 1988, p.1133) e *dynamic* ou *strategic capabilities* – *user need, unique e difficult to replicate or difficult to imitate* (TEECE e PISANO, 1994). Prahalad e Hamel (1990) utilizam a expressão *core capabilities* de forma distinta. Segundo esses autores, as competências básicas são o conjunto de características de uma empresa que asseguram a sua competitividade a longo prazo mediante a produção de um bem com um valor adicional percebido pelo cliente.
- ^x Terminologia concebida por Michael Polanyi em *The Tacit Dimension* (1967). Comumente, o conhecimento é classificado em dois grupos: tácito e explícito.
- ^{xi} Rotina “... *may refers to a repetitive pattern of activity in an entire organization, to an individual skill or, an adjective, to the smooth uneventful effectiveness of such an organizational or individual performance*” (NELSON e WINTER, 1982, p.97). Corresponde ao processo de *remember by doing*.
- ^{xii} As evidências empíricas foram obtidas a partir de estudos de processos de inovação empreendidos por firmas localizadas em países de economia desenvolvida.
- ^{xiii} Figueiredo (2003) observa que existem outras formas de avaliar o nível de capacitação tecnológica de uma firma, tais como, gastos com P&D, investimentos nos profissionais de P&D, qualificação profissional, e patente. Salienta, contudo, que esses indicadores não capturam a dimensão organizacional (funções tecnológicas) embrionária do processo de acumulação de capacidades.
- ^{xiv} Por exemplo, custo de aquisição de novas tecnologias, difusão de boas práticas gerenciais, cooperação técnica entre empresas (*linkage* horizontal), bem como, entre empresas e fornecedores e clientes (*linkage* vertical), e *pool* de financiamento.
- ^{xv} Como salientam Bell e Pavitt (1993), a promoção de *learning by doing* possibilita que as firmas “criem” capital humano, em vez de simplesmente “usar” o capital humano constituído fora da plataforma real de trabalho.
- ^{xvi} Imitar no sentido de copiar, replicar procedimentos ensinados. Emular na conotação de atingir o mesmo resultado (performance ou qualidade) mediante o emprego de outras alternativas. Como observam Teece e Pisano (1994, p.549): “[*t*]here is ample evidence that a given type of competence (e.g. quality) can be supported by different routines and combination of skills”.

^{xvii} Bell e Pavitt (1993, p.166) denotam-no como “... *rules of thumb, that can be acquired and improved only with experience*”. O conhecimento difundido e disponível é conhecido como conhecimento codificado ou explícito.

^{xviii} Figueiredo (2003, p.612) argumenta que “... [*knowledge acquisition*] is more related to learning at the individual level; [*knowledge conversion*], to learning at the organizational level”.

^{xix} Os processos de aprendizagem correspondem à aquisição interna ou externa, e à conversão, socialização ou codificação, de conhecimento. Mecanismos de aprendizagem referem-se às técnicas utilizadas para realizar a aprendizagem.

^{xx} Exemplificamos alguns mecanismos segmentados por processo de aprendizagem: contratação de profissionais especializados, seminários e treinamentos externos (aquisição externa), *on the job training* – OJT, contratação de *trainees* (aquisição interna), elaboração de manuais e certificações de processo de acordo com a ISO9000 (codificação), e grupos multidisciplinares e resolução compartilhada de problemas (socialização).