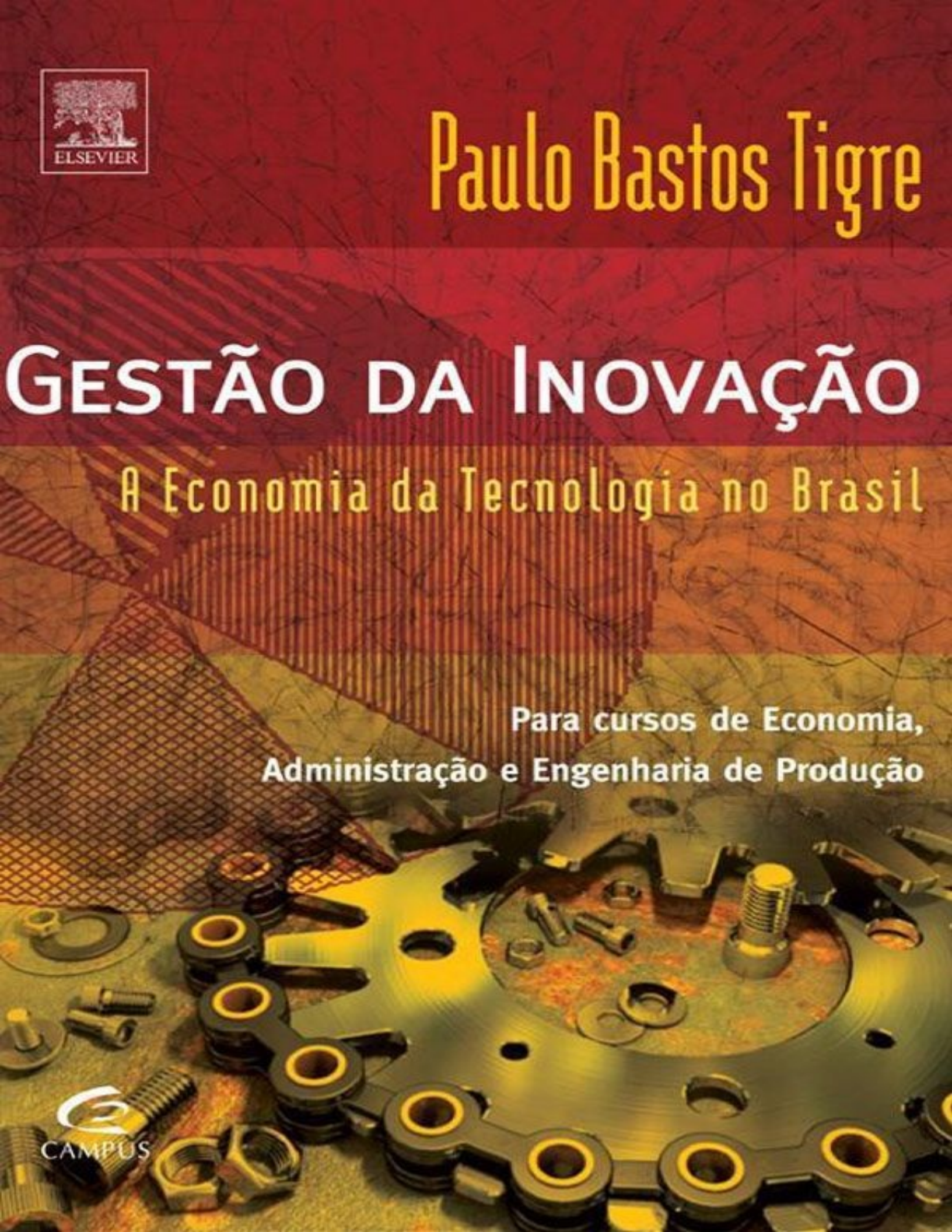
ELSEVIER

Paulo Bastos Tigre

Gestão da Inovação

A Economia da Tecnologia no Brasil

Para cursos de Economia, Administração e Engenharia de Produção



CAMPUS

DADOS DE COPYRIGHT

Sobre a obra:

A presente obra é disponibilizada pela equipe ***Le Livros*** e seus diversos parceiros, com o objetivo de oferecer conteúdo para uso parcial em pesquisas e estudos acadêmicos, bem como o simples teste da qualidade da obra, com o fim exclusivo de compra futura.

É expressamente proibida e totalmente repudíavel a venda, aluguel, ou quaisquer uso comercial do presente conteúdo

Sobre nós:

O ***Le Livros*** e seus parceiros disponibilizam conteúdo de dominio publico e propriedade intelectual de forma totalmente gratuita, por acreditar que o conhecimento e a educação devem ser acessíveis e livres a toda e qualquer pessoa. Você pode encontrar mais obras em nosso site: ***LeLivros.link*** ou em qualquer um dos sites parceiros apresentados neste link.

"Quando o mundo estiver unido na busca do conhecimento, e não mais lutando por dinheiro e poder, então nossa sociedade poderá enfim evoluir a um novo nível."

Gestão da Inovação

A Economia da Tecnologia no Brasil

Paulo Bastos Tigre

CONSULTORIA EDITORIAL

Andrea Lago da Silva

Professora do Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de São Carlos e Pesquisadora do GEPAI

ELSEVIER

7ª Tiragem

CAMPUS

Sumário

Capa

Folha de rosto

Cadastro

Copyright

Agradecimentos

Introdução

Parte I: Teorias econômicas da tecnologia

Capítulo 1. Teorias econômicas clássicas da tecnologia

- Bases Técnicas E Institucionais Da Revolução Industrial
- A Tecnologia E O Capitalismo
- A Tecnologia No Pensamento Econômico Clássico
- Resumo
- Leitura Complementar

Capítulo 2. A tecnologia nas visões marxista e neoclássica

As Inovações Da Segunda Revolução Industrial

O Panorama Institucional

Marx E O Papel Da Tecnologia Na Dinâmica Econômica

A Visão Neoclássica Sobre A Firma E A Tecnologia

Tecnologia E Concentração De Capital

Equilíbrio E Dinâmica Tecnológica

Diferenciação De Produtos E Processos

Tecnologia Endógena E Exógena

Resumo

Leitura Complementar

Capítulo 3. A era fordista e a concorrência oligopolista

As Inovações Da Era Fordista

Inovações E Teorias Da Firma

Penrose E O Crescimento Da Firma

Schumpeter E A Destruição Criadora

O Progresso Técnico Na Economia Convencional

Resumo

Leitura Complementar

Capítulo 4. O pós-fordismo e as novas teorias da firma e da tecnologia

O Contexto Técnico E Institucional Do Final Do Século XX

Impactos Econômicos E Organizacionais DasTIC

Neosschumpeterianos E Evolucionistas

Aprendizado Cumulativo

A Visão Neoinstitucionalista Da Tecnologia

Ciclos Econômicos De Longo Prazo

Resumo

Leitura Complementar

Parte II: Inovação e competitividade

Capítulo 5. Inovação e difusão tecnológica

Conceitos De Mudança Tecnológica

Tipos De Inovações

Fatores Indutores Da Mudança Tecnológica

O Processo De Difusão Tecnológica

Indicadores De Inovação Tecnológica

Resumo

Leitura Complementar

Capítulo 6. Fontes de inovação na empresa

Fontes De Conhecimento Para A Inovação

Desenvolvimento Tecnológico Próprio

Transferência De Tecnologia

Tecnologia Incorporada Em Bens De Capital E Insumos Críticos

Conhecimento Tácito E Codificado

Aprendizado Cumulativo

Tecnologia Industrial Básica (TIB)

Propriedade Intelectual

Fontes De Inovação Na Indústria Brasileira

Resumo

Leitura Complementar

Capítulo 7. Setor de atividades, tamanho da firma e localização geográfica

Inovação E Setores De Atividades Econômicas

Produtores De Commodities

Setores Tradicionais

Produtores De Bens Duráveis E Seus Fornecedores

Setores Difusores Do Progresso Técnico

Inovações Em Serviços

Inovação E Tamanho Da Firma

Sistemas De Inovação E Arranjos Produtivos Locais

Resumo

Leitura Complementar

Capítulo 8. Inovação e competitividade internacional

Tecnologia E Competitividade Internacional

Hiato De Produtividade

Padrão De Especialização E Competitividade Internacional

Fluxos Internacionais De Tecnologia

Necessidades Tecnológicas Das Empresas Exportadoras

Acordos Multilaterais De Comércio E Tecnologia

Resumo

Leitura Complementar

Parte III: Gestão da inovação

Capítulo 9. Inovação e estratégia competitiva

Conceitos De Estratégia

Estratégia Ofensiva

Estratégia Defensiva

Estratégia Imitativa

Estratégia Dependente

Estratégias Tradicional E Oportunista

Resumo

Leitura Complementar

Capítulo 10. Integração entre estratégia competitiva e capacitação tecnológica

Capacitação Tecnológica E Estratégia Competitiva

Necessidades De Recursos Produtivos Ao Longo Do Ciclo De Vida Do Produto

Conflitos Entre As Visões E Metas Dos Diferentes Setores Da Empresa

Resumo

Capítulo 11. Inovações organizacionais

Inovação Tecnológica E Mudanças Organizacionais

O Sistema Just In Time (JIT)

Melhoramentos Contínuos: O Controle Da Qualidade Total

Células De Produção

Reengenharia De Processos De Negócios

Mudanças Na Organização Do Trabalho E Nas Qualificações Profissionais

Resumo

Leitura Complementar

Capítulo 12. Redes de firmas e cadeias produtivas

Redes De Firmas E Competitividade

Redes Hierarquizadas

Redes Não Hierarquizadas

Agregação De Valor E Mobilidade Em Cadeias Produtivas

Redes De Firmas, Padrões Técnicos E Propriedade Intelectual

Resumo

Leitura Complementar

Capítulo 13. Gestão da inovação na economia do conhecimento

O Conhecimento Como Fator De Produção

Gestão Das Relações Com Clientes

Gestão Dos Custos De Transação

Economias De Redes E Seleção Tecnológica

Inovações E Economias De Escopo

Custos De Mudança E Aprisionamento Do Cliente

Gestão De Preços Na Economia Do Conhecimento

Resumo

Leitura Complementar

Glossário

Bibliografia

Cadastro



Preencha a **ficha de cadastro** no final deste livro e receba gratuitamente informações sobre os lançamentos e as promoções da Elsevier.
Consulte também nosso catálogo completo, últimos lançamentos e serviços exclusivos no site **www.elsevier.com.br**

Copyright

© 2006, Elsevier Editora Ltda.

Todos os direitos reservados e protegidos pela lei nº 9.610, de 19/02/1998. Nenhuma parte deste livro, sem autorização prévia por escrito da editora, poderá ser reproduzida ou transmitida sejam quais forem os meios empregados: eletrônicos, mecânicos, fotográficos, gravação ou quaisquer outros.

Copidesque: Cláudia Mello Belhassof

Editoração Eletrônica: DTPhoenix Editorial

Revisão Gráfica: Marília Pinto de Oliveira | Danielle Fonseca Machado

Elsevier Editora Ltda.
Conhecimento sem Fronteiras
Rua Sete de Setembro, 111 – 16º andar
20050-006 – Centro – Rio de Janeiro – RJ – Brasil

Rua Quintana, 753 – 8º andar
04569-011 – Brooklin – São Paulo – SP

Serviço de Atendimento ao Cliente
0800-0265340
sac@elsevier.com.br

ISBN 13: 978-85-352-1785-8
ISBN 10: 85-352-1785-8
ISBN (versão eletrônica): 978-85-352-6734-1

Nota: Muito zelo e técnica foram empregados na edição desta obra. No entanto,

podem ocorrer erros de digitação, impressão ou dúvida conceitual. Em qualquer das hipóteses, solicitamos a comunicação ao nosso Serviço de Atendimento ao Cliente, para que possamos esclarecer ou encaminhar a questão.
Nem a editora nem o autor assumem qualquer responsabilidade por eventuais danos ou perdas a pessoas ou bens, originados do uso desta publicação.

CIP-Brasil. Catalogação-na-fonte.
Sindicato Nacional dos Editores de Livros, RJ

T448g Tigre, Paulo Bastos, 1952-
Gestão da inovação: a economia da tecnologia do Brasil / Paulo Bastos Tigre. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2006. – 7ª reimpressão.
il.

Inclui bibliografia
ISBN 85-352-1785-8

1. Inovações tecnológicas – Aspectos econômicos – Brasil. 2. Tecnologia – Administração – Brasil. 3. Desenvolvimento organizacional – Brasil. 4. Administração – Efeito das inovações tecnológicas – Brasil. I. Título.

CDD 658.4
06-1679
CDU 65.011.4

Agradecimentos

Este livro é produto da colaboração de muitas pessoas com as quais tive o privilégio de trabalhar em projetos de ensino, pesquisa e consultoria em inovação. Sou grato a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a concepção das ideias, conceitos e argumentos aqui contidos. Infelizmente não poderia citá-los nominalmente com a devida precisão e justiça e assim faço um agradecimento conjunto, enfatizando que este trabalho é fruto de um processo coletivo de aprendizagem e busca de conhecimento.

Na elaboração do livro, contei com a ajuda inestimável de alunos do curso de Economia da Tecnologia do Instituto de Economia da UFRJ. O texto foi progressivamente testado em 2005 e 2006 em salas de aula, quando tive a oportunidade de identificar nas dúvidas e inquietações dos alunos as inconsistências das versões iniciais. Muitos deles contribuíram diretamente para o melhoramento do texto por meio de críticas e sugestões que permitiram clarificar e aprofundar conceitos, casos e análises.

Um agradecimento especial é devido aos colegas que generosamente cederam seu tempo escasso para ler e comentar o texto. Em uma empreitada admirável, Francisco Teixeira, Reinaldo Gonçalves, Felipe Marques, Renata La Rovere, Vânia Cury, Jorge Katz, Lia Hasenclever, Anne-Marie Maculan, Luis Antonio Caruso, Eduardo Viotti, Ricardo Redisch, Fabio Erber e José Victor Bomtempo contribuíram com seu conhecimento e experiência com críticas e sugestões valiosas. Eles naturalmente estão eximidos de qualquer responsabilidade sobre os eventuais erros e omissões, que são de responsabilidade exclusiva do autor.

Por fim, agradeço a Lorraine pelo apoio afetivo para escrever este livro e também por suas críticas e sugestões inteligentes, que ajudaram a tornar o texto mais agradável de ser lido. Dedico este livro a você e a nossos filhos Antonio, Vicente, André, Ricardo e Marcos.

Introdução

Ainovação tecnológica constitui uma ferramenta essencial para aumentar a produtividade e a competitividade das organizações, assim como para impulsionar o desenvolvimento econômico de regiões e países. O desenvolvimento não deriva de um mero crescimento das atividades econômicas existentes, mas reside fundamentalmente em um processo qualitativo de transformação da estrutura produtiva no sentido de incorporar novos produtos e processos e agregar valor à produção por meio da intensificação do uso da informação e do conhecimento. O mundo está cheio de exemplos recentes de países que vêm conseguindo superar o subdesenvolvimento graças a investimentos em educação e tecnologia e à entrada bem-sucedida em setores mais inovadores e dinâmicos da economia mundial. O desenvolvimento depende essencialmente de transformações que gerem empregos mais qualificados, criem novas formas de organização, atendam a novas necessidades dos consumidores e melhorem a própria forma de viver.

Do ponto de vista empresarial, as empresas mais dinâmicas e rentáveis do mundo são justamente aquelas mais inovadoras que, em vez de competir em mercados saturados pela concorrência, criam seus próprios nichos e usufruem de monopólios temporários por meio de patentes e segredo industrial. A geração e apropriação de inovações, entretanto, é um processo complexo que depende não apenas das qualificações e dos recursos técnico-financeiros detidos pela firma, mas também do ambiente institucional no qual está inserida e do poder de negociação com fornecedores e clientes.

Este livro explora os diferentes aspectos relacionados à economia e à gestão da inovação em empresas e organizações, uma área do conhecimento que é principalmente multidisciplinar. A organização da produção é objeto de estudo de engenheiros de produção e administradores; a análise dos processos de inovação e difusão tecnológica está assentada na contribuição de especialistas em tecnologia; os impactos sociais e econômicos e os mecanismos de incentivo à inovação são campos de estudos compartilhados por economistas e sociólogos,

enquanto as políticas públicas de inovação recebem o aporte teórico de cientistas políticos. A literatura relacionada à inovação, apesar dos esforços de integração, ainda encontra-se fragmentada entre diferentes áreas do conhecimento, que adotam focos de análise e metodologias distintas. Por meio deste livro, procuramos contribuir para a formulação de uma visão mais integrada, reunindo e sistematizando trinta anos de experiência em pesquisa, ensino, consultoria e gestão empresarial na área de inovação, pautada principalmente na realidade brasileira. O texto é apoiado por estudos de casos nacionais, assim como leituras complementares recomendadas e um glossário que esclarece conceitos e definições.

O foco na realidade brasileira visa a preencher lacunas na literatura internacional, mesmo a relativa às questões de países em desenvolvimento, que não atende às particularidades e singularidades do nosso país. As teorias foram formuladas em países mais desenvolvidos, onde a economia é mais estável e o ambiente de negócios gera menos incertezas. O Brasil tem a contradição de apresentar características tecnológicas típicas de países em desenvolvimento, a exemplo da pouca escolaridade da força de trabalho e da baixa intensidade tecnológica de grande parte da atividade econômica e, por outro lado, reunir comprovada capacitação para desenvolver e utilizar tecnologias avançadas em várias áreas do conhecimento. Isso coloca o país em uma situação *sui generis* para o enquadramento em modelos analíticos sobre inovação, exigindo um tratamento específico que combine a literatura internacional com a análise das características locais.

O livro está organizado em três partes. A Parte I analisa como as teorias econômicas sobre a firma vêm incorporando a questão da mudança tecnológica, desde a revolução industrial até os dias de hoje. Para isso, foi adotada uma metodologia que associa inovações tecnológicas ao contexto em que foram elaboradas, partindo do princípio de que a tecnologia não é neutra nem se desenvolve sem as condições institucionais apropriadas. O argumento desenvolvido nos quatro capítulos iniciais é que a mudança tecnológica provoca transformações no funcionamento da economia que não são facilmente incorporadas pelas teorias econômicas. A análise da evolução das teorias da firma e sua relação com paradigmas técnico-econômicos distintos mostram que não existe um corpo teórico único e coerente, pois as teorias estão condicionadas por diferentes filiações metodológico-teóricas, enfocam aspectos distintos e baseiam-se em contextos institucionais, históricos e setoriais diversos.

A Parte II aborda os aspectos meso-econômicos que caracterizam a relação

entre inovação e competitividade. Inicialmente revemos os conceitos de inovação e difusão tecnológica, seus fatores condicionantes e indicadores. Em seguida, discutimos o papel das diferentes fontes de tecnologia para a competitividade empresarial, com ênfase na realidade brasileira, para então examinar o papel de três importantes fatores condicionantes da inovação empresarial: o setor de atividades em que a empresa se insere, sua localização regional e as limitações e oportunidades para inovação segundo o porte da empresa. Por fim, são analisados os impactos da mudança tecnológica sobre a competitividade internacional, assim como examinada a demanda tecnológica das empresas exportadoras brasileiras.

A Parte III trata da gestão da inovação propriamente dita, uma atividade que se desenvolve no contexto microeconômico. O principal argumento é que o sucesso na introdução de novas tecnologias depende do *matching* entre a oferta de conhecimentos e a capacidade de as empresas absorverem eficientemente novos equipamentos, sistemas e processos produtivos. Inicialmente são apresentadas as diferentes estratégias tecnológicas adotadas pelas empresas, mostrando que as opções não são necessariamente voluntárias, pois dependem da capacitação técnica da empresa, sua força financeira e das condições dos mercados em que atuam. Um bom produto ou processo é apenas uma das variáveis a ser considerada na formulação de uma estratégia competitiva e as decisões tecnológicas precisam estar em harmonia com o modelo de negócios adotado pelas empresas. Apresentamos também as principais mudanças na organização da produção de bens e serviços desencadeadas a partir do último quartil do século passado e o processo de inovação organizacional coletivo característico das redes de firmas, destacando: (i) a relação entre redes de firmas e competitividade; (ii) as formas de estruturação das redes segundo modelos de hierarquia e coordenação; e (iii) a mobilidade das empresas dentro das redes. O último capítulo discute as oportunidades abertas pelas tecnologias da informação para inovar e criar novas práticas de gestão empresarial.

PARTE I
Teorias econômicas da tecnologia

Capítulo 1 Teorias econômicas clássicas da tecnologia

Capítulo 2 A tecnologia nas visões marxista e neoclássica

Capítulo 3 A era fordista e a concorrência oligopolista

Capítulo 4 O pós-fordismo e as novas teorias da firma e da tecnologia

CAPÍTULO 1

Teorias econômicas clássicas da tecnologia

Arevolução industrial constitui um divisor de águas na história econômica do Ocidente, dados seus impactos sobre o crescimento da produtividade. Desde meados do século XVIII observam-se sucessivas ondas de inovações obtidas por meio da introdução de máquinas e equipamentos, de novas formas de organização da produção e do desenvolvimento de novas fontes de materiais e energia. Para analisar o pensamento sobre o papel da inovação na competição e no funcionamento das empresas, é necessário conhecer o contexto histórico, técnico, econômico e institucional nos quais as diferentes teorias foram formuladas. As teorias não são elaboradas no vazio, referindo-se em maior ou menor grau a uma realidade empírica, representada pelo tipo de indústria, tecnologia e ambiente de negócios que caracteriza cada época. Entendemos que mesmo as teorias mais abstratas, apoiadas em métodos pretensamente mais científicos, estão indiretamente relacionadas a uma visão real ou idealizada do funcionamento da economia.

Este capítulo inicia nosso estudo sobre a economia da inovação abordando a gênese do pensamento econômico sobre a tecnologia. Utilizando uma metodologia comum aos demais capítulos da Parte I, que consiste em associar as teorias econômicas ao seu contexto histórico-institucional e às grandes ondas de inovações de suas épocas, mostraremos as principais transformações tecnológicas que ocorreram a partir do século XVIII até meados do século XIX, quando ocorreu a chamada Primeira Revolução Industrial. Nesse período, surgiram grandes inovações, como a máquina a vapor e a automação da manufatura, dando origem às primeiras interpretações dos autores clássicos – Adam Smith e David Ricardo – sobre o papel da tecnologia na criação de riquezas.

Bases técnicas e institucionais da Revolução Industrial

Até meados do século XVIII, quando efetivamente se inicia a primeira revolução industrial, a agricultura era a principal atividade econômica em todo o mundo. As mercadorias eram feitas individualmente de forma artesanal e nenhum produto era exatamente igual ao outro. O conceito de fábrica ainda não existia, apesar de algumas corporações desenvolverem trabalho cooperativo, permitindo um processo de aprendizado profissional organizado hierarquicamente do aprendiz ao mestre. Sem a utilização de máquinas e processos organizacionais voltados para a melhoria da produtividade, o aumento da produção dependia de um aumento proporcional dos fatores de produção utilizados. Assim, para dobrar a produção, dobrava-se o número de trabalhadores, a quantidade de insumos e a área das oficinas, replicando as formas de produção preexistentes.

A Revolução Industrial foi uma experiência inusitada na história da humanidade. Segundo Landes (1969), as transformações anteriores, políticas ou econômicas, sempre haviam acabado por se estabilizar em uma nova posição de equilíbrio. Mas esta revolução claramente continuava e prometia prosseguir indefinidamente apesar dos esforços de seus opositores para reduzir seu ritmo. A difusão das inovações é inicialmente lenta e concentrada na indústria têxtil e, em menor medida, na fabricação de ferro. Mas, no final do século XVIII, quando Adam Smith escreveu *A Riqueza das Nações*, a revolução industrial já estava efetivamente em marcha, promovendo o aumento da produtividade e o crescimento econômico.

Uma sucessão de inovações tecnológicas, iniciadas nas etapas de fiação e em seguida na tecelagem, permitiu que o custo de produção dos tecidos baixasse rapidamente, estimulando a expansão do mercado através do mecanismo de *elasticidade-preço da demanda.* A queda do preço do “tecido de algodão n.100”, que passou de 38 *shillings* em 1786 para apenas seis em 1807, mostra como os aumentos de produtividade acabaram sendo transferidos aos preços, beneficiando consumidores e expandindo a indústria (Freeman, 1997:38). Tal revolução concentrou-se na Inglaterra, tendo sido necessárias muitas décadas para que outros países alcançassem um nível semelhante de industrialização. Em 1820, cerca de 60% da produção britânica de produtos têxteis era exportada e os tecidos passaram a ser a maior *commodity* industrial do mundo.

Um conjunto de fatores de ordem técnica, institucional, social e econômica explica o surgimento da revolução industrial na Inglaterra e sua gradativa migração para a Europa continental e a América do Norte. A mudança tecnológica não é um processo automático, pois representa a substituição de métodos já estabelecidos, causando prejuízo ao capital investido. É necessário haver uma combinação de fatores que incitem essa mudança e a possibilitem. Nesse sentido, Landes (1969) aponta dois fatores preponderantes: "(1) uma oportunidade de aperfeiçoamento em razão da inadequação das técnicas vigentes ou uma necessidade de aprimoramento criada por aumentos autônomos dos custos dos fatores; e (2) uma superioridade de tal ordem que os novos métodos fossem compensatórios para cobrir os custos de mudança". Somente uma forte combinação de incentivos poderia ter levado os empresários a aceitarem essas mudanças e superarem a resistência dos trabalhadores à mecanização.

Historicamente, ciência e tecnologia tiveram caminhos separados. Na época de Galileu, por volta de 1600, a Europa começava a assumir a liderança científica mundial, posição desempenhada até então pelos chineses, que inventaram o papel e a pólvora, e os árabes, que herdaram a álgebra e a geometria dos gregos e desenvolveram aplicações dessas ciências muito antes de o Renascimento ter chegado à Europa. No século XVII, grande parte do continente europeu já havia absorvido os conhecimentos orientais e dado os primeiros passos para assumir a liderança científica mundial. Apesar desse avanço, o continente não se diferenciava muito do restante do mundo em termos de riqueza, fato que somente veio a ocorrer com a revolução industrial. As preocupações da ciência tinham um caráter essencialmente filosófico, buscando explicar os fenômenos naturais que tanto despertavam a curiosidade humana. Ao introduzir a noção de método científico, propondo sistematizar o tratamento analítico através da experimentação, Galileu contribuiu decisivamente para o avanço científico do Ocidente sem, contudo, afetar o ritmo e a direção do progresso tecnológico.

As inovações ocorridas nas etapas iniciais da revolução industrial eram de natureza essencialmente prática, desenvolvidas por mecânicos, ferreiros e carpinteiros engenhosos praticamente sem formação científica. A ciência não constituía uma resposta ao objetivo de aumentar a produção de bens, de forma a atender às necessidades humanas. Os vínculos entre ciência e tecnologia começaram a se estreitar com a fundação da Escola Politécnica por Napoleão Bonaparte, visando formar engenheiros de alto nível para seus esforços militares.

Entretanto, o uso comercial da ciência só veio ocorrer efetivamente no final

do século XIX, quando surgiram os laboratórios de pesquisa empresariais direcionados a aplicar métodos e conhecimentos científicos ao desenvolvimento de novos produtos e processos. Thomas Edson criou o primeiro laboratório de pesquisa e desenvolvimento com propósitos comerciais no mundo, apelidado por ele de “fábrica de invenções”. Tal iniciativa só foi possível em função do surgimento de um mercado capitalista com poder de consumo, resultado da própria Revolução Industrial. Por outro lado, a ciência só passou a influenciar diretamente o progresso técnico quando a tecnologia industrial passou do mundo visível das polias e engrenagens para o campo invisível do eletromagnetismo e das reações químicas.

As inovações ocorridas na Revolução Industrial podem ser agrupadas em três princípios: a substituição da habilidade e do esforço humano pelas máquinas – rápidas, constantes e incansáveis; a substituição de fontes animadas de energia por fontes inanimadas, em especial a introdução de máquinas para converter o calor em trabalho; e o uso de matérias-primas novas e muito mais abundantes, sobretudo a substituição de substâncias vegetais ou animais por minerais. A aplicação desses princípios permitiu um progressivo aumento autossustentado na produtividade e na renda, motivando um fluxo ininterrupto de investimentos e inovações tecnológicas. O efeito combinado das invenções acabou por ter um impacto radical nos processos produtivos, dando origem à Revolução Industrial. A introdução da maquinaria e da divisão do trabalho na indústria têxtil pode ser destacada como núcleo da chamada “Primeira Revolução Industrial”, como veremos a seguir.

Automação Da Indústria Têxtil

A primeira unidade produtiva organizada de forma a permitir a automação e a divisão do trabalho foi uma tecelagem acionada por roda-d’água construída em 1719 perto de Derby, na Inglaterra. O novo conceito de fábrica introduz não apenas máquinas que automatizam a força humana, mas principalmente mudanças na organização da produção, visando especializar os trabalhadores e aprofundar sua capacitação. Contínuas inovações, geralmente introduzidas de forma anônima, permitiram um salto de produtividade no final do século XVIII reduzindo o número de horas de operação necessárias para produzir tecidos de algodão em mais de uma ordem de magnitude. A força humana e a tração animal foram substituídas pela máquina a vapor. Como observou Adam Smith (1776), a introdução de novos equipamentos e processos produtivos resultava em

melhorias incrementais obtidas pela melhor combinação de princípios mecânicos básicos como alavancas, catracas, polias, engrenagens e roldanas. As melhorias também eram derivadas da observação prática sobre diferentes formas de organizar máquinas e trabalhadores.

O principal fator indutor das inovações na indústria têxtil era a aceleração do processo produtivo de forma a obter economias de tempo. A organização dos processos de produção visava coordenar o uso de máquinas de forma a eliminar gargalos e acelerar o ritmo de produção. O aumento contínuo da produtividade do trabalho obtida pela substituição de teares manuais por mecânicos permitiu o rápido declínio dos preços e o crescimento na popularidade dos tecidos de algodão.

As inovações na indústria têxtil surgem em uma sequência de desafio e resposta a situações de desequilíbrio ao longo da cadeia produtiva. Inovações em uma etapa da cadeia contribuíam para agravar o desequilíbrio nas demais etapas, pois ao aumentar a produtividade de uma tarefa criava gargalo nas demais. Por exemplo, o desenvolvimento das fiadeiras de fusos e dos filatórios contínuos aumentou tanto a produtividade e a oferta de fios de algodão no final do século XVIII que foram necessários aperfeiçoamentos na etapa seguinte da cadeia (tecelagem) para reduzir a dependência que criou junto aos tecelões manuais que vivenciaram então sua fase áurea. Nesse processo, as pequenas conquistas foram tão importantes quanto as mudanças iniciais mais radicais, pois nenhuma inovação chega à indústria em sua forma perfeita. Inúmeros ajustes e aperfeiçoamentos foram necessários para que as máquinas pudessem operar comercialmente de forma mais integrada.

O Desenvolvimento Da Máquina A Vapor

A máquina a vapor constitui o grande ícone dessa época, apesar de ter sido pouco empregada inicialmente em função da baixa qualidade do ferro utilizado em sua fabricação e de seu baixo rendimento energético inicial. A tecnologia a vapor evoluiu visando aumentar sua eficiência energética, ou seja, produzir mais força e calor com a mesma quantidade de combustível, por meio de múltiplos aperfeiçoamentos quase sempre anônimos: melhores materiais, níveis de tolerância mais restritos, a introdução de válvulas e medidores de segurança, a adoção de um carvão especialmente adequado à produção de vapor e a compilação de informações precisas sobre o desempenho das máquinas em condições diferentes.

Algumas grandes invenções, atribuídas a gênios individuais, permitiram saltos fundamentais no sentido de viabilizar as aplicações comerciais da máquina a vapor. Savery desenvolveu em 1698 sua “máquina de aquecer” sem ter, no entanto, aplicação prática viável. Poucos anos depois, o ferreiro Thomas Newcomen desenvolveu a primeira máquina verdadeira, ou seja, um dispositivo de geração de força que era transmitida a uma máquina que executava o trabalho desejado. A máquina de Newcomen continha uma bomba separada do cilindro que recebia o vapor. O problema era que os cilindros produzidos com o ferro então disponível apresentavam pouca resistência física. Quando a pressão aumentava, os cilindros se rompiam, impedindo a operação em alta pressão. Em consequência, o rendimento da máquina era de apenas 1%, ou seja, 100 unidades de energia eram transformadas em apenas uma unidade de força. Nessas condições, a única aplicação economicamente viável da máquina de Newcomen foi o bombeamento de água das minas de carvão, já que junto à mina o insumo energético era amplamente disponível. Tal aplicação pioneira permitiu que a produção carbonífera inglesa duplicasse no período de 1700 a 1750 (Moreno, 1999), contribuindo decisivamente para a substituição do carvão vegetal, cuja oferta declinava com o fim das florestas naturais, pelo carvão mineral.

Outro passo fundamental foi dado por Watt, que construiu um condensador (patente de 1769) que permitiu economizar a energia que antes era desperdiçada no reaquecimento do cilindro a cada golpe do pistão. A inovação é considerada decisiva para a viabilização do vapor, não apenas em razão da economia de combustível, mas também por abrir caminho para os aumentos contínuos de eficiência que permitiram sua aplicação em todos os ramos da economia, transformando o engenho a vapor em uma máquina motriz universal.

Uma inovação puxa outra: o uso do carvão mineral na metalurgia permitiu melhoramentos na qualidade do ferro. Com cilindros mais resistentes à pressão, foi possível desenvolver máquinas a vapor mais eficientes e menores, passíveis de serem utilizadas economicamente na indústria e nos transportes ferroviário e marítimo. O conceito de vagão sobre trilhos utilizando tração humana e animal já existia havia muitos anos nas minas de carvão. A redução do peso e do tamanho da máquina a vapor permitiu combinar duas inovações pouco difundidas em uma das tecnologias mais revolucionárias da era moderna.

Além do aspecto tecnológico, a Revolução Industrial inglesa foi produto de uma sociedade mais liberal e aberta ao capitalismo, da realização de investimentos públicos e privados prévios em meios de transportes (principalmente fluviais), da redução da cobrança privada de pedágio e outros

privilégios historicamente detidos por nobres e grandes proprietários de terras, de um Estado burocrático que oferecia a transparência e a estabilidade política propícias à atividade empresarial, do poder de compra mais elevado da população frente à Europa continental, assim como de uma melhor distribuição de renda, que favoreciam a produção de bens mais padronizados e, portanto, mais adaptados à manufatura fabril.

A tecnologia e o capitalismo

Para Marx, a invenção da máquina a vapor foi um fator essencial para o avanço do capitalismo. Ele entendia que a relação entre tecnologia e sociedade não era determinista, pois um sistema econômico não poderia ser moldado apenas pela tecnologia, visto que dependia fundamentalmente das instituições políticas e sociais. Há, entretanto, um processo de forte interação entre a direção tecnológica e o regime de acumulação. A partir da Revolução Industrial, o desenvolvimento tecnológico passou a servir ao processo de acumulação de capital e apresentar um viés de substituição de trabalho por máquinas. A competição entre empresas exigia a constante renovação dos métodos produtivos, de forma a reduzir custos de produção e introduzir novos produtos. Para Marx, o capitalismo não se sustentava sem a constante transformação das formas de produção.

O fato de o capitalismo ter antecedido a Revolução Industrial pode ser comprovado pelo aparecimento de formas tipicamente capitalistas de produção antes mesmo do surgimento das fábricas. O sistema produtivo conhecido como *putting-out* introduziu as relações capitalistas na manufatura quando esta atividade ainda era essencialmente artesanal. Esse sistema, bastante utilizado a partir do século XVIII, se assemelha às práticas de facção (ou terceirização) utilizadas até hoje na indústria de confecções. Através do *putting-out*, o processo produtivo deixa de ser feito inteiramente dentro de oficinas corporativas, como era a prática desde a era medieval, para ser faccionado, coordenado e financiado por um empresário capitalista. Mesmo sem ter uma fábrica, o empresário controla as diferentes etapas do processo produtivo, adquirindo, por exemplo, a lã e o algodão de agricultores, repassando a matéria-prima a uma oficina de fiação, depois a uma casa de tecelagem e finalmente a outra oficina para ser tingido e acabado. O capitalista se apropria, assim, do resultado da produção, pagando pelo trabalho e vendendo o produto final com lucro no mercado. O *putting-out* muda as relações de produção na medida em que retira dos artesãos a propriedade sobre o produto final de seu trabalho.

O advento da fábrica acrescentou dois aspectos novos ao sistema *putting-out* que foram fundamentais para a consolidação do capitalismo na indústria. O primeiro foi concentrar artesãos independentes em um mesmo teto, facilitando a logística de transportes e a divisão de trabalho. O segundo foi a introdução de automação, através de máquinas e equipamentos que aumentavam a

produtividade e reduziam a dependência do trabalho artesanal. O capital físico (imóveis e ferramentas), que antes pertencia aos próprios artesãos, passou a ser de propriedade do capitalista. Antes, portanto, de as novas tecnologias manufatureiras serem introduzidas pela Revolução Industrial, já estavam ocorrendo mudanças nas relações sociais, transformando o artesão independente em trabalhador assalariado e transferindo a propriedade dos bens de produção aos capitalistas.

O capital encontrou na tecnologia e na manufatura uma oportunidade de se reproduzir em escalas muito superiores à permitida pela atividade mercantil. As inovações do século XVIII e XIX ofereceram uma oportunidade ímpar para o capitalismo, que, por sua vez, estimulou o desenvolvimento tecnológico através do investimento produtivo. O dinamismo dessas variáveis está de tal forma imbricado que se torna ocioso discutir o clássico dilema: “a tecnologia determina o social ou o social determina o tecnológico?”. Tal qual a questão do ovo e da galinha, tal litígio não tem solução objetiva. A tecnologia precisa de condições institucionais adequadas para se difundir, enquanto a ordem econômica e social influencia a direção assumida pelo desenvolvimento tecnológico. Nesse sentido, o desenvolvimento tecnológico não é neutro, assumindo a direção apontada pelas forças econômicas e sociais em um processo de interação dialética.

A Revolução Industrial não dependeu, portanto, apenas de inovações tecnológicas, mas principalmente de condições institucionais favoráveis ao desenvolvimento capitalista. Não é por acaso que ocorreu na Inglaterra, onde as forças absolutistas e feudais já haviam sido derrotadas na guerra civil de 1640 e substituídas por um parlamento constitucional. Marx identifica na *acumulação primitiva de capital* em atividades mercantis a origem da implantação do capitalismo industrial. Desde a vitória sobre a armada espanhola em 1588, a Inglaterra assumira o controle do comércio internacional, passando a dominar territórios e rotas comerciais em todo o mundo. O capital acumulado em atividades comerciais podia ser empregado com segurança em um contexto socioinstitucional que reconhecia e estimulava o capitalismo industrial. O parlamento oferecia a estabilidade política e o controle social necessários para que a burguesia investisse seus lucros mercantis na produção manufatureira. Um sistema jurídico independente, que garantia a propriedade física e intelectual (por meio das patentes), ofereceu as condições necessárias para que os capitalistas não corressem os riscos de expropriações arbitrárias.

Na península Ibérica, por outro lado, região que também se beneficiava pela exploração mercantil e colonial, o poder absolutista e a inquisição expropriavam

e expulsavam a nascente burguesia que poderia promover uma Revolução Industrial. Os regimes feudais e mercantilistas não ofereciam estímulos ao investimento produtivo, dado o risco de impostos abusivos, concessões de monopólios e outros favores discricionários que tornavam a atividade manufatureira altamente arriscada. Os fatores institucionais necessários para fomentar o processo inovador estavam, portanto, mais presentes na Inglaterra dos séculos XVIII e XIX do que em qualquer outro país do mundo. As revoluções francesa e americana no final do século XVIII foram eventos que abriram o caminho para que estes países também entrassem na revolução industrial, criando condições institucionais favoráveis ao desenvolvimento do capitalismo.

A história mostra que o desenvolvimento de novas tecnologias e ativos produtivos é muito mais importante para o crescimento econômico do que a mera acumulação de reservas de metais preciosos, como propunha o mercantilismo. O ouro e a prata ibéricos acabaram se depreciando em relação aos produtos industrializados, que, através da inovação, renovavam seu valor no mercado. A tecnologia permitiu a criação de vantagens comparativas por meio de novos produtos e processos que economizavam recursos escassos e desenvolviam o uso de novas fontes de materiais e energia.

A tecnologia no pensamento econômico clássico

Os economistas clássicos tinham consciência do papel das transformações técnicas no crescimento econômico, na medida em que vivenciavam o surgimento da revolução industrial. Adam Smith e David Ricardo colocam a acumulação de capital no centro de suas análises sobre o processo de crescimento econômico. Smith atribui o crescimento da produtividade à introdução da maquinaria e à divisão do trabalho, enquanto Ricardo se dedica principalmente à análise dos impactos dessas inovações sobre o emprego e a renda. Diferente dos *fisiocratas* franceses, que atribuíam o crescimento da renda nacional à produtividade agrícola, eles identificam a tecnologia como principal agente transformador da economia.

Adam Smith foi o primeiro a reconhecer a relação entre mudança tecnológica e crescimento econômico. Baseando-se em observações sobre as mudanças estruturais que ocorriam na Inglaterra na época em que escreveu *A Riqueza das Nações*, ele identifica duas "inovações" que favoreciam o crescimento da produtividade: a divisão social do trabalho e os melhoramentos na maquinaria. Utilizando o famoso exemplo da fábrica de alfinetes, Smith demonstrou que, subdividindo as tarefas necessárias para a produção em diferentes etapas, em que cada trabalhador seria especializado em uma função específica, a produtividade aumentava significativamente em relação ao processo artesanal, no qual todo trabalho era desenvolvido por uma única pessoa. A inovação, para Smith, era resultado do "aprender-fazendo", ou seja, da busca pelo aperfeiçoamento das formas tradicionais de realizar tarefas produtivas por meio da observação e da experiência. Ele argumenta que através da divisão social do trabalho seria possível aumentar a quantidade de trabalho realizado de três formas diferentes:

- A especialização de um trabalhador em uma única tarefa, repetida ao longo dos anos, permite que ele adquira maior destreza na realização da operação, encontrando tacitamente as formas mais rápidas e eficientes de executar a tarefa.
- Tal especialização evitaria a necessidade de deslocamento ao longo da fábrica e economizaria o tempo necessário para a troca de ferramentas. O produto em processo é que deveria passar de mão em mão, uma ideia que, mais de um século depois, deu origem à linha de montagem.

- A aplicação de máquinas adequadas a cada função resultaria na maior facilidade de execução e abreviação do trabalho. A força motriz substitui a força humana, permitindo o aumento do ritmo de trabalho e a incorporação de trabalhadores menos habilitados fisicamente.

Smith atribui os melhoramentos na maquinaria ao papel dos "filósofos" (o termo cientista só apareceu no século XIX), "cuja atividade é não fazer nada, além de observar tudo, e ser capaz de combinar os poderes de objetos distantes e dissimilares". Essa referência pioneira às atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) também é relacionada à divisão social do trabalho. Para ele, "a filosofia e a especulação" se tornaram, a exemplo de outros empregos, a principal ou a única ocupação de uma classe de cidadãos, subdividida em um grande número de ramos, resultando em maior destreza e maior rapidez do trabalho.

Para Smith, a divisão do trabalho não era propriamente um produto da sabedoria humana, mas sim resultado de uma implementação lenta e gradual da propensão natural do homem para negociar, mudar ou trocar uma coisa pela outra. Através do uso das faculdades da razão e do diálogo, ocorria a especialização segundo os talentos individuais de cada um, a exemplo das tribos primitivas, nas quais pessoas mais habilidosas se especializavam na produção de arcos e flechas, trocando-os por alimentos com os caçadores. A busca de novas técnicas para produzir com a menor quantidade de trabalho possível, entretanto, encontrava limites pela extensão do mercado. "Quando o mercado é muito pequeno, nenhuma pessoa pode ter o estímulo necessário para se dedicar inteiramente a um único trabalho." Seu argumento é que determinadas ocupações só poderiam ser realizadas em grandes cidades. Smith estende esse raciocínio para o comércio internacional, cuja intensificação ampliaria as possibilidades de divisão do trabalho. Ele adverte para as dificuldades do comércio entre países, devido à grande distância geográfica e à falta de acesso apropriado, em uma era em que os transportes ferroviário e marítimo a vapor ainda não existiam. O tema da divisão internacional do trabalho foi retomado quatro décadas depois por David Ricardo.

Ricardo trata da questão do progresso técnico principalmente no capítulo sobre a maquinaria do livro *Princípios de Economia Política*, editado em 1817. Ele segue o postulado de Smith de que o aumento do capital constitui a principal fonte de crescimento. Entretanto, constata que a introdução de uma nova máquina substitui o trabalho humano, provocando o aparecimento do desemprego. Na medida em que o capital aumenta, há um crescimento

proporcionalmente maior do uso de máquinas. Com o crescimento da produção, a demanda por trabalho também segue aumentando, mas em menores proporções e de forma decrescente. Ricardo faz a primeira análise econômica da questão da substituição do trabalho por capital na indústria, abordando a questão da perda de empregos e salários dos trabalhadores, que se tornava polêmica em sua época.

Por volta de 1820, um garoto operando dois teares mecânicos era capaz de produzir até 15 vezes mais do que o artesão doméstico, resultando na perda de empregos e drásticas reduções de salários. O antagonismo homem-má-quina tomou proporções dramáticas com o movimento, liderado pelo mitológico general Martin Ludd, de destruição de máquinas pelos trabalhadores, como forma de preservar sua dignidade. O movimento terminou de maneira traumática, com enforcamentos em massa em York. As ideias "ludistas" simbolizam até hoje o eterno conflito entre automação e emprego.

Os clássicos acreditavam que por meio do uso de máquinas seria possível aumentar simultaneamente a produtividade do trabalho, a produção e a oferta de mercadorias. De acordo com a *lei de Say,* deveriam também aumentar a demanda, tornando o desemprego de trabalhadores um efeito temporário. Com o aumento da produção, a força de trabalho seria novamente empregada, seja na mesma ou em outras fábricas, de forma que o progresso técnico beneficiaria toda a sociedade. Essa opinião, segundo Moreno (1999), dominou a teoria econômica do século XVIII ao XIX e era uma resposta ao antagonismo com que se acolheu a difusão do uso da maquinaria.

Ricardo abandonou a visão teórica da *lei de Say,* entendendo que os empresários poderiam efetivamente aumentar seus lucros através da automação, mas que isso não beneficiaria necessariamente os trabalhadores. Recorrendo a uma demonstração aritmética, Ricardo mostra que o produto líquido[1] (PL) poderia aumentar sem um aumento proporcional no produto bruto (PB), ou seja, os lucros poderiam aumentar independentemente do crescimento da massa salarial. Como a sustentação do emprego da população depende do PB, haveria uma diminuição na demanda pela força de trabalho, resultando em desemprego, pobreza e mal-estar.

Mais tarde, no capítulo sobre a maquinaria da terceira edição de *Princípios,* Ricardo aperfeiçoa sua tese propondo que "a introdução das máquinas comporta a transformação em capital fixo de uma parte do *capital circulante* empregado no pagamento dos salários ". Assim, a formação de um capital circulante adicional seria uma condição necessária para a reintegração dos desocupados. Ele também ameniza seu entendimento sobre os impactos sociais negativos da

automação esclarecendo que o aumento do PL “levaria forçosamente a uma maior facilidade de transferir recursos para o capital”. A reinversão de lucros e a necessidade de amortizar o capital investido em máquinas levariam o benefício do aumento da produtividade para toda a sociedade por meio da redução de preços. Na medida em que o aumento do consumo alimenta o investimento produtivo, surge a necessidade de empregar mais trabalhadores. Dessa forma, parte das pessoas deslocadas na primeira etapa da automação poderia ser empregada depois.

As conclusões de Ricardo acabam por corroborar a visão de Smith de que os frutos do progresso técnico são distribuídos para a sociedade essencialmente pelo processo de queda dos preços em relação aos rendimentos nominais. A transferência dos ganhos de produtividade para os preços pressupõe a existência de concorrência, uma condição de mercado que constitui um dos pilares das teorias clássicas.

Resumo

As grandes mudanças tecnológicas são acompanhadas de transformações econômicas, sociais e institucionais, pois a tecnologia não se difunde no vácuo, necessitando de regimes jurídicos, motivação econômica e condições político-institucionais adequados para se desenvolver. O processo de acumulação primitiva de capital, associado às revoluções burguesas europeias a partir do século XVI, criou as condições necessárias para as inovações técnicas que deram origem à manufatura.

Do ponto de vista tecnológico, a revolução industrial se caracteriza pela substituição da habilidade e do esforço humano pelas máquinas, pela introdução de novas fontes inanimadas de energia e pelo uso de matérias-primas novas e muito mais abundantes, sobretudo a substituição de substâncias vegetais ou animais por minerais. Além dessas inovações técnicas, ocorreram importantes inovações organizacionais, a exemplo da divisão do trabalho. Cabe lembrar que as inovações dessa época não eram ainda produtos da ciência, mas sim de observações, especulações e experimentação prática.

Adam Smith e David Ricardo foram pioneiros na análise das causas e consequências da automação da manufatura, tendo em vista suas preocupações em identificar a origem da riqueza das nações e seus impactos sobre renda e trabalho. A identificação da tecnologia como fator de dinamismo econômico contrasta com o pensamento dos fisiocratas, que sustentavam que somente a terra ou a natureza seria capaz de produzir algo novo. As demais atividades, como a indústria e o comércio, não fariam mais do que transformar os produtos da terra.

No próximo capítulo, examinaremos como a tecnologia foi tratada por Marx e pela teoria econômica neoclássica que teve origem no final do século XIX. Utilizando a mesma metodologia adotada neste capítulo, vamos relacionar o pensamento econômico sobre empresas e tecnologia às grandes inovações tecnológicas e condições socioinstitucionais desse período, com foco na Inglaterra, país que foi o berço da Revolução Industrial.

Leitura complementar

Para aprofundar o estudo da gênese do pensamento econômico sobre a tecnologia, recomendamos a leitura dos Capítulos 1, 2 e 3 de *A Riqueza das Nações*, de Adam Smith; dos capítulos sobre a manufatura nos *Princípios de Economia Política*, de David Ricardo; e da Parte Quarta do Livro 1 do *Capital*, de Karl Marx.

Já do ponto de vista histórico, o livro de David Landes *Prometeu Desacorrentado*, recentemente traduzido para o português e lançado pela Editora Campus-Elsevier, constitui um clássico sobre o desenvolvimento da tecnologia da Revolução Industrial até hoje. Para aprofundar os temas levantados nesta parte do livro, sugerimos a leitura dos Capítulos 2, 3 e 4.

[1]O conceito de produto líquido de Ricardo é equivalente à margem de lucro.

CAPÍTULO 2

A tecnologia nas visões marxista e neoclássica

Na segunda metade do século XIX ocorreu um aprofundamento do processo de industrialização europeu, definido pelos historiadores como a “Segunda Revolução Industrial”. A difusão das aplicações da máquina a vapor, após várias décadas de aprimoramento tecnológico, deu origem a um *boom* sem precedentes na indústria manufatureira e nos transportes ferroviário e marítimo. A metalurgia experimentou uma grande expansão graças ao uso do carvão mineral e à invenção do aço. A indústria têxtil, por sua vez, finalizou o processo de substituição das energias hidráulica e humana pela máquina a vapor, aumentando a escala dos equipamentos e unidades produtivas. Nesse período, a Europa Continental conseguiu equiparar-se à Inglaterra em termos de desenvolvimento industrial, embora a ilha ainda mantivesse sua condição de maior potência manufatureira do mundo. Mudanças institucionais importantes foram observadas nas áreas jurídica, financeira e política, de forma a permitir o avanço do crescimento industrial.

Do ponto de vista do pensamento econômico sobre indústria e tecnologia, esse período foi particularmente fértil, dando origem a duas correntes de interpretação sobre a dinâmica do sistema capitalista que são até hoje influentes, embora tenham assumido direções diametralmente opostas. Por um lado, Karl Marx retoma a tradição da escola clássica, especialmente Adam Smith e David Ricardo, para elaborar sua *teoria do valor-trabalho.* Por outro, começa a ser desenvolvida a chamada *teoria neoclássica* a partir dos princípios teóricos de equilíbrio geral estabelecidos por Leon Walras.

As abordagens marxista e neoclássica sobre a firma e o papel da tecnologia na dinâmica econômica têm muito pouco em comum, apesar de terem sido elaboradas na mesma época e no mesmo contexto institucional da segunda revolução industrial. Para entender o tratamento marxista e neoclássico do progresso técnico, precisamos rever o ambiente institucional e tecnológico da

Segunda Revolução Industrial britânica, iniciada na segunda metade do século XIX. Neste capítulo, inicialmente revemos as principais inovações e seus impactos e o ambiente institucional característico do período. Em seguida, analisaremos as interpretações básicas das duas correntes do pensamento em relação ao funcionamento das firmas e dos mercados. Por fim, as últimas seções contrastam a visão neoclássica e marxista sobre quatro aspectos particularmente importantes para o estudo da indústria e da tecnologia: (i) concentração de capital; (ii) equilíbrio; (iii) diferenciação de produtos; e (iv) acesso à tecnologia.

As inovações da Segunda Revolução Industrial

Por volta de 1880, apesar do surto de desenvolvimento industrial da Europa Ocidental e dos Estados Unidos, a Grã-Bretanha havia consolidado seu papel de superpotência. A nação que foi o berço da Revolução Industrial era responsável por cerca de 40% das exportações mundiais de produtos manufaturados, contra apenas 6% dos Estados Unidos. Sua superioridade organizacional e tecnológica se expressava também por uma produtividade do trabalho 14% maior do que a americana (Lazonick, 1992). Seus industriais não temiam a concorrência de outros países e aceitaram a eliminação das históricas proteções artificiais em relação a produtos estrangeiros. Em consequência, o modelo de operação das firmas britânicas serviu como referência para as formulações teóricas tanto de Marx como de Walras e Marshall. A Inglaterra era o modelo de excelência que todos observavam para aprender com sua experiência.

Do ponto de vista tecnológico, o período é caracterizado pela rápida difusão da máquina a vapor, da metalurgia do ferro e do aço, das ferrovias e das novas práticas na indústria química. Embora o uso da energia a vapor já fosse conhecido desde o século XVIII, sua difusão em massa só ocorreu quando inovações complementares nos materiais e em novas fontes de energia (carvão mineral) estavam disponíveis. Foi uma época marcada pelo aprimoramento de inovações desenvolvidas anteriormente, visando torná-las mais operacionais e econômicas. Esse período de amadurecimento tecnológico e de difusão de progressos anteriores não significa ausência de criatividade. Inovações radicais importantes, como a eletricidade, o telégrafo e o motor a combustão interna surgiram nessa época, mas seus impactos econômicos só serão sentidos mais profundamente no século XX, como veremos no Capítulo 3. A difusão do progresso tecnológico na segunda metade do século XIX pode ser observada nas áreas definidas a seguir.

Transportes Ferroviários E Marítimos

Desde o início do século XIX, observa-se um contínuo melhoramento dos sistemas de transportes na Europa em função do aumento da demanda e da unificação interna dos mercados nacionais. A princípio, os melhoramentos se

deram na construção de estradas, permitindo o uso de carroças, e no aproveitamento da vias fluviais, inclusive com a construção de canais e eclusas. Os barcos eram inicialmente puxados por cavalos que trafegavam nas margens dos canais. O primeiro barco a vapor foi o “Clermont”, desenvolvido por Fulton em 1807 para navegar no rio Hudson nos Estados Unidos. O uso de barcos e barcaças a vapor exigia vias navegáveis de maior profundidade e confiabilidade, e por isso ficou popular no rio Mississipi e na travessia do Atlântico.

As estradas de ferro exigiram um tempo maior para se desenvolver, dado seu caráter sistêmico. O estabelecimento das ferrovias requeria uma série de inovações complementares na tecnologia do vapor, na indústria mecânica, na qualidade do material e no manejo de equipamentos pesados, a exemplo do macaco a vapor e dos guindastes suspensos. Stephenson construiu a primeira estrada de ferro (1818-1825), dando origem à “orgia ferroviária” na Inglaterra nas décadas seguintes. Nos Estados Unidos, o primeiro *boom* ferroviário iniciou-se na década de 1840 e, em 1860, a rede já havia alcançado 60 mil milhas (Chandler, 1990). Na Europa ocidental, as principais conexões ferroviárias só foram estabelecidas nas décadas de 1850 e 1860. O Brasil entrou na era ferroviária em 1854, quando o Barão de Mauá construiu a ferrovia Mauá--Raiz da Serra de Petrópolis.

Os impactos econômicos das ferrovias não podem ser subestimados. Por um lado, foi possível incorporar mercados antes isolados pelos altos custos de transportes e adicionar novas fontes produtoras de matérias-primas e alimentos. Por outro, criou-se uma demanda de ferro sem precedentes em uma ampla variedade de formas acabadas que iam de itens relativamente simples, como trilhos e rodas, até motores e máquinas complexas, dando impulso à metalurgia e à indústria mecânica.

Indústria Têxtil

Por volta de 1870, a Inglaterra já havia substituído os teares manuais e a maioria dos moinhos hidráulicos pioneiros da Revolução Industrial por máquinas automáticas movidas a vapor. A partir de então, o desafio passou a ser obter ganhos de produtividade por meio de inovações mecânicas incrementais e da solução de gargalos, formados por elos da cadeia produtiva que ficaram à margem do processo de inovação. As áreas de fiação e tecelagem de algodão e lã entraram em um processo de aperfeiçoamento contínuo que conferia crescente produtividade. A inovação na indústria têxtil era alimentada por fornecedores de

bens de capital especializados, que, por sua vez, contavam com os avanços na metalurgia do ferro para desenvolver máquinas mais precisas, com maior potência e com transmissão mais eficiente.

A automação provocou novos saltos de produtividade e acentuou a substituição de mão de obra. Os teares automáticos permitiam a operação simultânea de vários equipamentos por trabalhador. Na preparação do fio, as máquinas aperfeiçoadas difundiram-se com rapidez, praticamente extinguindo uma grande e antes florescente arte manual.

Caso 2.1

Automação e Imperialismo

A automação da fiação e tecelagem retirou a dependência da indústria de fontes de trabalho barato. Na primeira metade do século XIX, a indústria de fios e tecidos de algodão de Bengala, na Índia, era próspera e competitiva graças ao baixo custo e à habilidade dos operadores de teares manuais. Tal indústria foi destruída quando os ingleses impuseram a abertura do mercado local aos tecidos de algodão fabricados na metrópole.

O Brasil conheceu uma ação semelhante quando a empresa inglesa Machine Cotton forçou a compra e o fechamento da pioneira "Fábrica de Linhas para Cozer", instalada por Delmiro Gouveia nas proximidades da cachoeira de Paulo Afonso, no rio São Francisco. Em episódio até hoje não esclarecido, o industrial foi assassinado, as máquinas destruídas e o Brasil voltou à condição de importador de linhas de coser.

Ferro E Aço

A produção metalúrgica está sujeita a fatores de competitividade muito diferentes daqueles observados na indústria têxtil. Há menor diversidade de matérias-primas e produtos finais, as mudanças tecnológicas não são dificultadas

pela concorrência entre diferentes modos de produção e a localização é definida pela disponibilidade de recursos naturais.

Landes (1969) assinala que o principal fenômeno da metalurgia foi a vitória definitiva do combustível mineral. A inelasticidade da oferta de madeira, assim como a dispersão forçada e a capacidade limitada dos fornos que queimavam este material, tornaram antieconômica a fundição de carvão vegetal. O novo combustível permitiu um aumento contínuo do tamanho do equipamento e das usinas, gerado e estimulado por aperfeiçoamentos tecnológicos que não foram espetaculares ou revolucionários em si, mas que constituíram, individualmente, uma grande transformação. O jato de ar tornou-se mais potente e mais quente e o resfriamento mais eficaz, permitindo fluxos de fundição mais longos e de carregamento mais fácil.

O grande gargalo da indústria metalúrgica era a área de purificação. A separação do metal descarbonizado em processo de solidificação dependia diretamente de um penoso trabalho humano, um fator que limitava o tamanho dos fornos e os aumentos de produtividade. As respostas vieram de uma direção inteiramente diferente: a fabricação de aço barato e seu emprego como substituto do ferro forjado na maioria dos usos. As grandes inovações que contribuíram para essa transição foram o processo de Bessemer, de 1856, e a técnica do forno aberto de Siemens-Martin, de 1864. Tais inovações, entretanto, levaram várias décadas para serem aperfeiçoadas e efetivamente dominarem o processo produtivo.

O panorama institucional

O uso da máquina a vapor, apesar de revolucionar o processo produtivo, não permitiu, de início, um aumento significativo das escalas de produção. Por um lado, faltavam recursos técnicos e financeiros para promover investimentos em equipamentos e desenvolver formas de organização que garantissem a produção em massa com qualidade. Por outro, a presença de economias externas em distritos industriais dinâmicos, a exemplo de Manchester, garantia a eficiência coletiva das empresas individuais. As *economias externas* derivam da disponibilidade de fatores de produção especializados no mercado local, e não de uma melhor utilização dos recursos produtivos no interior da firma. A esse respeito, Marshall observou que as firmas podem usufruir economias externas quando o crescimento de uma indústria permite diluir os custos fixos já investidos na economia como um todo em um volume maior de produção. Ele reconhecia que economias externas podiam ser obtidas com base na coordenação, pelo mercado, dos fatores de produção (e particularmente dos fatores variáveis de produção) adquiridos com frequência pela firma. Tais princípios permanecem até hoje adequados para descrever a força de distritos industriais especializados, articulando pequenas e grandes firmas.

A forma jurídica e os arranjos típicos de propriedade e gestão de empresas na segunda metade do século XIX também impunham dificuldades ao crescimento da firma. A maioria das manufaturas têxteis era do tipo “firma--propriedade”, gerenciada pelos próprios donos, geralmente uma família ou um pequeno grupo de sócios. Restrita por seus limitados recursos gerenciais e financeiros, a empresa tendia a ter uma única planta, especializada em uma estreita gama de atividades (Tigre, 1998). O modelo competitivo de pequenas empresas era reforçado por um regime jurídico que atribuía responsabilidade integral dos proprietários pelas dívidas da firma. Em caso de falência, os proprietários respondiam com seus bens pessoais. Embora o regime de sociedades anônimas por cotas já existisse na Inglaterra desde 1862, os sucessivos escândalos decorrentes da quebra de empresas limitaram a aceitação pública dessa forma de organização legal. O regime de responsabilidade integral limitava o crescimento da firma e evitava a concentração do mercado. Além disso, fomentava o conservadorismo da classe empresarial avessa a riscos que pudessem resultar em sua ruína pessoal.

O final do século XIX, particularmente entre 1873 e 1896, foi um período

caracterizado pela deflação, com uma queda média de aproximadamente 1/3 nos preços das *commodities.* A taxa de juros também caiu a tal ponto que os economistas teóricos passaram a admitir a possibilidade de o capital ser abundante o suficiente para ser considerado um bem livre. As *barreiras à entrada,* sejam de origem técnica ou financeira, não desempenhavam um papel tão importante como hoje na estruturação dos mercados.

Marx e o papel da tecnologia na dinâmica econômica

Para Karl Marx, a busca por maiores lucros, a concorrência e a mudança tecnológica eram os fatores que induziam os capitalistas a investirem o excedente produtivo (que eles expropriavam dos trabalhadores) em máquinas poupadoras de trabalho. Assim, o capitalismo é considerado um processo essencialmente evolucionário, alimentado pelo progresso técnico e que reflete a luta de classes entre capital e trabalho.[1]

A mudança tecnológica constitui um elemento fundamental na obra de Marx, tanto pela influência que tem no avanço da sociedade, quanto por seus impactos no processo de trabalho. Ele considera a tecnologia um elemento endógeno presente nas relações produtivas e na valorização do capital. A economia capitalista não pode ser entendida sem que se compreenda a lógica da mudança em tecnologia, pois "a burguesia em si não poderia existir sem revolucionar constantemente os meios de produção".

As inovações em bens de capital e o aprofundamento da divisão social do trabalho constituem, segundo Marx, a base técnica necessária para o processo de acumulação de capital. As empresas capitalistas procuram a todo custo aumentar o tempo de trabalho excedente, ou seja, a *mais-valia*, por meio do aprimoramento do processo de produção e pela introdução de máquinas que substituem o "trabalho vivo" pelo "trabalho morto". A observação do processo tecnológico o leva a descrever detalhadamente o funcionamento das máquinas para então revelar suas implicações econômicas e sociais, como mostra o Caso 2.2.

Caso 2.2

A automação e seus impactos segundo Marx

"Toda maquinaria desenvolvida consiste em três partes essencialmente distintas: o motor, a transmissão e a máquina ferramenta ou máquina de trabalho. O motor é a força motriz de

todo mecanismo. A transmissão é constituída de volantes, eixos, rodas dentadas, turbinas, barras, cabos, cordas, dispositivos e engrenagens de transmissão de espécie variada. O motor e a transmissão existem apenas para transmitir movimento à máquina ferramenta que se apodera do objeto do trabalho e o transforma de acordo com o fim desejado. A máquina ferramenta é um mecanismo que realiza as mesmas operações que antes eram realizadas pelo trabalhador com ferramentas semelhantes, porém impulsionada por motores capazes de multiplicar sua força e velocidade. A máquina rompe uma barreira orgânica que a ferramenta manual de um trabalhador não podia ultrapassar, permitindo um aumento exponencial da produtividade do trabalho. Assim se obtém uma quantidade maior de mercadorias com o mesmo desgaste (ou custo) da força de trabalho. Quanto mais cresce a produtividade do trabalho, tanto mais pode reduzir-se a jornada de trabalho e, quanto mais se reduz a jornada, tanto mais pode aumentar a intensidade do trabalho."

Fonte: O Capital, Vol.1, Tomo 2, pp. 426 e 606.

Marx entendia que a inovação era uma forma de obter um monopólio temporário sobre uma técnica superior ou produto diferenciado. O aumento da produção resultante da introdução de novos meios de produção em uma única empresa capitalista não diminuía o valor unitário ou o preço da mercadoria em curto prazo. O sucesso do inovador acabaria por atrair, mais cedo ou mais tarde, imitadores que, por meio do processo concorrencial, provocariam a redução dos preços dos produtos. O período de monopólio temporário permitia que a empresa inovadora usufruísse de margens de lucro acima da média e acumulasse capital em escala muito superior a seus concorrentes.

A preocupação de Marx com a questão tecnológica não estava restrita a seu papel na dinâmica econômica, mas visava principalmente analisar seus impactos sociais. A tecnologia permitia ao capital aumentar a exploração da força de trabalho, utilizando os mecanismos de oferta e procura. Ao poupar mão de obra, o capital diminuía sua demanda e, consequentemente, os salários. A automação criava um *exército industrial de reserva,* disposto a aceitar menores salários e

piores condições de trabalho e também a servir de amparo aos surtos cíclicos de crescimento e recessão. Em suas análises detalhadas sobre o funcionamento das inovações na maquinaria,[2] ele descreve, por exemplo, como a substituição da força humana pela força motriz na indústria permitia o emprego de mulheres e crianças, mais baratas para o capital.

A visão neoclássica sobre a firma e a tecnologia

A economia neoclássica difere tanto da tradição clássica quanto de Marx por negar a teoria do valor-trabalho, substituindo-a por um fator subjetivo – a utilidade de cada bem e sua capacidade de satisfazer as necessidades humanas. Baseia-se no comportamento dos indivíduos e nas condições de equilíbrio, focando sua análise nos ciclos de negócios.

Ao se definir como “o estudo da alocação de recursos escassos para a satisfação de necessidades alternativas”, o foco de interesse da disciplina se fixa na questão de formação de preços e alocação de recursos. A economia clássica, por outro lado, estava mais preocupada com “as origens e causas da riqueza das nações” e, portanto, com os determinantes do processo de desenvolvimento. Essa mudança de foco do agente individual para a relação econômica entre diferentes agentes resulta em certa negligência acerca do papel da tecnologia no processo de crescimento. Assim, chegou-se a um modelo formal e estilizado da economia que não comporta em suas metodologias estudos empíricos sobre a firma. Para Freeman e Soete (1997), o negligenciamento histórico dos economistas neoclássicos das questões relativas à organização industrial e à mudança tecnológica se deve à ideia de que esses temas estão fora do âmbito de competência e especialização dos economistas, devendo ser tratados por engenheiros e administradores de empresas. Tal lacuna revela, mais do que uma questão de capacitação, um escape ideológico do problema.

Leon Walras procurou ordenar de forma lógica o funcionamento da economia por meio de um modelo matemático de equilíbrio geral, formado por uma série de equações simultâneas. Ele propõe um mecanismo no qual todos os preços e quantidades são determinados de uma única forma. Em seu modelo, a *lei da oferta e da procura* determina os preços e as quantidades produzidas, funcionando como um sistema “automático” de regulação da economia.

Alfred Marshall (1890) aperfeiçoa o modelo walrasiano através das teorias de equilíbrio parcial. Apesar de também recorrer ao método matemático, ele não via a economia com suas análises e “leis” como um corpo de dogmas imutáveis e universais, mas como “uma máquina para a descoberta da verdade concreta”. Marshall tinha em mente um modelo idealizado de funcionamento da firma, derivado de observações casuais, que guardava certa analogia com a realidade

das firmas típicas de sua época.

Apesar do maior realismo da visão marshaliana, a teoria neoclássica acabou dominada pela proposta walrasiana, que trata a firma como agente individual, sem reconhecê-la como entidade coletiva, dotada de objetivos e regras diferenciadas. Atribui à firma um princípio comportamental único, a maximização do lucro —, desconsiderando o princípio de *utilidade* de cada um dos agentes econômicos. A firma neoclássica é tratada não como instituição, mas sim como ator, com um *status* similar ao consumidor individual. Um ator passivo e sem autonomia, cujas funções se resumem em transformar fatores em produtos e aperfeiçoar as diferentes variáveis de ação. A natureza das variáveis que a firma manipula não é determinada endogenamente, mas sim pela estrutura de mercado que se impõe a ela. Considerando a disponibilidade de informações, a perfeita capacidade de cálculo e a incerteza probabilizada, a empresa se comporta como um autômato, programada uma vez para sempre.

Nesse contexto, a questão da mudança tecnológica deixou de ocupar o interesse da economia ortodoxa. As preocupações centrais passaram a se concentrar nas questões de equilíbrio geral, em que a tecnologia é “dada” por meio de um conjunto de funções de produção. A microeconomia passou a ser dominada pelas questões relativas à formação de preços, nas quais a conformação do mercado (e não a produção) era o objeto principal de investigações. A macroeconomia, por sua vez, centrou sua atenção quase exclusivamente nas questões de inflação e desemprego, de caráter cíclico ou crônico, pouco se ocupando dos fatores que influenciam o ritmo e o padrão de crescimento em longo prazo (Nelson, 1987).

As preocupações da teoria neoclássica com o sistema de preços em detrimento da organização interna das empresas derivam, em parte, de motivações ideológicas. Segundo Demsetz (1993), a teoria tem origem no debate entre mercantilistas e defensores do livre mercado sobre o papel do Estado na economia. A visão liberal se apoiava na “mão invisível” de Adam Smith, que já no século XVIII apontava para a característica autorreguladora do sistema de preços. A necessidade de combater aqueles que, a exemplo de Marx, evocavam a necessidade de planejamento central para evitar o caos econômico levou os liberais a examinarem mais atentamente as condições necessárias para o sistema de preços funcionar de forma a substanciar o ideal de livre mercado.

A partir dos anos 90, a abordagem neoclássica incorporou avanços teóricos no sentido de tratar a inovação como variável explicativa da dinâmica do sistema. Segundo Higachi (2006), dois avanços teóricos podem ser destacados. O

primeiro é a introdução de um novo conceito de tecnologia, pelo qual esta deixa de ser considerada um bem público puro e passa a ser considerada um bem econômico passível de exclusão. O segundo consiste em introduzir a concorrência imperfeita em alguns setores da economia de forma a justificar a "sobra" de produto para remunerar as atividades inovadoras, admitindo assim a existência de retornos crescentes à escala na geração de novas tecnologias. Tais avanços são importantes para reduzir o caráter exógeno atribuído à tecnologia na abordagem neoclássica tradicional. Contudo, o fosso em relação à interpretação histórica da economia heterodoxa permanece profundo, como veremos a seguir.

Tecnologia e concentração de capital

A teoria neoclássica parte do pressuposto de que as atividades produtivas são coordenadas pelo mercado atomizado, no qual nenhuma empresa tem força individual suficiente para influenciá-lo de modo significativo. Sucessivos aperfeiçoamentos na teoria permitiram a incorporação de outras estruturas de mercado ao modelo de análise, mas o pressuposto concorrencial permanece, senão como realidade, pelo menos como um ideal a ser perseguido.

O pressuposto de concorrência, ainda que não perfeita, está associado à noção de deseconomias de escala. A empresa industrial de meados do século XIX era tipicamente de pequeno porte e enfrentava grandes dificuldades institucionais, tecnológicas e organizacionais para crescer. Marshall admite que o uso de maquinaria e atividades administrativas especializadas proporciona economias de escala, mas entende que tal benefício é limitado a algumas indústrias e serviços. Para as demais, haveria deseconomias, tanto internas quanto externas, em função do aumento dos custos variáveis, como trabalho e insumos materiais. Os custos unitários sobem porque o aumento da demanda por insumos variáveis pressiona seus preços no mercado (deseconomias externas) e porque os recursos fixos, como máquinas e administradores, não conseguem interagir com um volume maior de produção com a mesma produtividade (deseconomias de escala internas), dada a dificuldade em garantir qualidade, evitar desperdícios e atrasos e controlar a eficiência da mão de obra. Como mostra a curva de custo em forma de “U” descrita por Cournot, em algum ponto as deseconomias podem superar as economias de escala.

Em flagrante contraste, Marx entende que o processo competitivo é uma busca incessante pela eliminação de concorrentes, visando ampliar mercados e aumentar lucros. A concorrência (perfeita ou não) não se sustenta diante dos efeitos da mudança tecnológica sobre a competição. Ele argumenta que os investimentos em máquinas e equipamentos e o aumento das escalas produtivas requerem um capital cada vez maior e os capitalistas que não logram reunir um montante mínimo de recursos tendem a ser excluídos, permitindo a *concentração* do capital. À medida que se eleva a massa de lucros, a acumulação de capital se incrementa, a produção capitalista se reproduz aceleradamente e amplia seu campo de ação.

Apesar dos avanços da automação em determinados segmentos da indústria, havia nesse modelo de organização industrial uma “escala típica”, determinada

pela capacidade nominal dos bens de capital disponíveis no mercado e pelos modelos organizacionais vigentes. Observando a informalidade dos princípios organizacionais e a dependência dos recursos externos da firma do século XIX, podemos reconhecer o realismo circunstancial dos princípios neoclássicos de deseconomias de escala. O aumento da produção dependia do aumento da oferta externa de trabalho e matéria-prima, implicando um padrão rígido de localização industrial. A grande concentração regional e setorial da indústria indicava que os empresários dependiam não só da oferta de trabalhadores qualificados como também de uma inserção favorável em uma comunidade de negócios. Especializada em um segmento da cadeia produtiva, a firma precisava de mercados consolidados a jusante e a montante para poder operar eficientemente. À medida que o mercado para um determinado bem se expandia, o crescimento da oferta ocorria, não tanto pelo crescimento das empresas existentes, mas principalmente pela entrada de novas empresas no mercado (Lazonick, 1992).

A tendência à concentração do capital, entretanto, passou efetivamente a dominar muitos segmentos da economia mundial. A partir do início do século XX surge a grande empresa industrial e o advento da competição oligopolista. Sob esse ponto de vista, o entendimento de Marx tem um caráter visionário. Ao se concentrar na dinâmica e não no equilíbrio, ele projeta uma tendência que só vai efetivamente se configurar algumas décadas após a sua morte.

Equilíbrio e dinâmica tecnológica

A dinâmica tecnológica é, em larga medida, negligenciada pela teoria neoclássica. Formulada a partir de um modelo abstrato e descentralizado de funcionamento da economia capitalista, ela vê a empresa industrial como um ponto dentro do sistema econômico. Não há uma preocupação em observar seu funcionamento interno, considerado uma "caixa preta" que combina mecanicamente os fatores de produção disponíveis no mercado e os transforma em mercadorias. O mercado, embora possa apresentar situações transitórias de desequilíbrio, tende a estabelecer condições de concorrência e informações perfeitas. A firma se depara com um tamanho "ótimo" de equilíbrio. As possibilidades tecnológicas são usualmente representadas pela *função de produção*, que especifica o resultado da combinação possível de fatores. A tecnologia é considerada um fator exógeno disponível no mercado, seja através de bens de capital ou no conhecimento incorporado pelos trabalhadores.

A ideia de equilíbrio, pelo menos de curto prazo, permanece incorporada até hoje nos modelos neoclássicos ortodoxos. Em contraste, Marx atribui ao sistema capitalista um caráter instável e extremamente dinâmico, sintetizado pela famosa frase do *Manifesto Comunista:* "Tudo que é sólido desmancha no ar." A competição leva o capitalista a inovar incessantemente, com vistas a eliminar a concorrência e reduzir a composição orgânica do capital.

Para Marx, a economia capitalista não pode ser estacionária, mas também não se expande de forma meramente constante. Está sempre sendo revolucionada por novos empreendimentos, isto é, pela introdução de novas mercadorias, novos métodos de produção ou novas oportunidades comerciais na estrutura industrial existente em qualquer momento. Todas as estruturas e todas as condições de fazer negócios da economia capitalista estão sempre em processo de transformação em um "turbilhão de permanente desintegração e mudança, de luta e contradição".

Diferenciação de produtos e processos

Ao se concentrar nas questões relativas à concorrência e à formação de preços, a teoria neoclássica não dá o devido destaque às inovações tecnológicas, principalmente aquelas que visam à diferenciação de produtos. Um novo produto é considerado um novo mercado, que criará sua própria demanda. Assim, o processo de formação de preços tem por princípio uma relativa homogeneidade do produto. Tal pressuposto é pouco realista nos dias de hoje, pois o processo concorrencial é ostensivamente intenso em marketing e diferenciação de produtos.

Tal visão podia ser justificada no século XIX, quando praticamente inexistiam marcas associadas a produtos manufaturados. As mercadorias eram vendidas a granel como produtos indiferenciados, cuja origem não podia ser claramente assegurada. Os bens de consumo eram precificados em função da qualidade do trabalho e do material empregado. Sem marcas, tampouco havia necessidade de propaganda. O marketing ainda não havia surgido como ferramenta competitiva, conferindo aos produtos manufaturados o caráter indiferenciado que constitui um dos pilares da teoria neoclássica de formação de preços.

Por outro lado, Marx já havia argumentado que as inovações aceleravam a obsolescência dos meios de produção e dos próprios bens de consumo ainda em funcionamento, na medida em que eles se tornam caducos e pouco competitivos. Os novos produtos competem com os velhos, com a vantagem de serem mais eficientes. Mais cedo ou mais tarde, a maior competitividade dos novos empreendimentos provocará a morte de determinadas tecnologias e das empresas mais tradicionais que não souberam absorvê-las. As novas máquinas e equipamentos tornam as técnicas preexistentes obsoletas, alimentando assim o processo de destruição criadora. Para ele, para permanecer efetivamente no mercado, todas as empresas teriam de, mais cedo ou mais tarde, investir em inovações e abandonar as formas tradicionais de produção.

Tecnologia endógena e exógena

Na teoria neoclássica, a tecnologia é considerada exógena à empresa, ou seja, constitui um fator de produção que pode ser adquirido no mercado por meio da compra de bens de capital ou via contratação de trabalhadores especializados. A tecnologia está disponível da mesma forma como se compram matérias-primas ou obtêm-se empréstimos e financiamentos.

O contexto da difusão tecnológica da segunda revolução industrial confere certo realismo à noção de exogeneidade tecnológica. No século XIX, ainda não existia a separação entre o trabalhador manual e o trabalhador intelectual. Inovações organizacionais eram pouco frequentes, na medida em que os próprios trabalhadores qualificados eram responsáveis pela definição do processo produtivo. Trabalhadores eram encarregados não apenas de estabelecer fluxos e rotinas como também de contratar trabalhadores juniores, que eram por eles treinados e supervisionados, reduzindo assim a necessidade de se investir em estruturas administrativas. A tecnologia podia ser considerada exógena por estar incorporada em trabalhadores experientes que podiam ser contratados no mercado.

Dada a inexistência de recursos gerenciais que pudessem ampliar os mecanismos de controle, os empresários tendiam a se restringir à operação de uma única planta, facilitando a entrada de concorrentes. Os empresários se ocupavam mais com operações de compra e venda de insumos e produtos do que com questões organizacionais internas.

Ao delegar as inovações organizacionais aos trabalhadores, a firma (ou o capital) não se apropriava diretamente do conhecimento envolvido na definição do processo produtivo, justificando, em parte, a hipótese neoclássica da exogeneidade tecnológica. A importância das habilidades detidas pelos trabalhadores para o desenvolvimento industrial era tal que a produtividade britânica só foi alcançada pela Europa continental a partir da contratação de mecânicos ingleses por empresas desses países.

Marx, por sua vez, não considerava que a tecnologia constituía um elemento exógeno ao funcionamento das empresas. A mudança tecnológica é, para ele, a base do aumento da produtividade e da geração de lucros e sua incorporação em bases exclusivas é uma preocupação central do empresário. A tecnologia não é “dada” pelo mercado nem deriva apenas de melhorias técnicas incrementais no interior da fábrica. Marx observa que, à medida que o capital avança, a utilização

do conhecimento científico se torna cada vez mais necessária para aumentar a capacidade produtiva. O acesso a esses conhecimentos não é necessariamente universal, sendo capturado e aplicado pioneiramente por algumas empresas mais capacitadas técnica e financeiramente.

Resumo

Na segunda metade do século XIX, ao longo de transformações estruturais na economia mundial, surgiram duas correntes de pensamento econômico que são até hoje muito influentes, embora tenham assumido direções diametralmente opostas em relação à interpretação do papel da tecnologia na dinâmica econômica. De um lado, Marx retoma a tradição clássica para estudar o processo de criação de valor e reconhece a tecnologia como alavanca do processo evolucionário do capitalismo. De outro, a corrente neoclássica tem como objetos centrais de estudo a formação de preços e a alocação de recursos. Suas hipóteses sobre equilíbrio e concorrência acabam por afastá-la das preocupações seminais da economia clássica sobre as origens e causas da riqueza das nações. Nesse contexto, a questão tecnológica é amplamente negligenciada e considerada um fator exógeno ao debate econômico.

Algumas premissas fundamentais da teoria neoclássica da firma não parecem irrealistas quando se leva em consideração o contexto tecnológico e institucional que vigorava no final do século XIX, quando Walras formulou seus fundamentos teóricos e metodológicos. Isso inclui o princípio de concorrência (embora não perfeita), o caráter exógeno da tecnologia (incorporada nos trabalhadores e máquinas), o tamanho ótimo e equilíbrio da firma (em um ambiente de mudança tecnológica lenta) e informações disponíveis (nos redutos privilegiados dos grandes distritos industriais). Tais fatos, aliados aos precários instrumentos metodológicos, à falta de dados quantitativos disponíveis na época e à motivação ideológica de combater as ideias de Marx, podem justificar a direção assumida pelos desenvolvimentos iniciais da teoria neoclássica.

No entanto, vivendo no mesmo contexto histórico, Marx foi capaz de perceber melhor o papel da tecnologia na dinâmica econômica. Em vez de recorrer a um modelo abstrato sobre o funcionamento da economia, ele analisa criticamente o desenvolvimento da economia capitalista. A inovação é vista como arma competitiva que permite ao empreendedor produzir de forma mais eficiente reduzindo a dependência excessiva sobre a mão de obra e eliminando concorrentes. A visão de Marx sobre o papel da inovação no processo competitivo é, hoje, muito influente no estudo da gestão da inovação incorporada nas obras de Schumpeter e seus seguidores, como veremos nos próximos capítulos.

Leitura complementar

A visão de Marx sobre o papel da tecnologia no processo competitivo pode ser revista no Livro 1, Vol. I, de *O Capital* nos Capítulos XII, que trata da divisão do trabalho e manufatura, e XIII, que aborda a questão da maquinaria e a indústria moderna.

As ideias de Marshall sobre a interação dos agentes de produção terra, trabalho, capital e organização estão concentradas no Livro IV de *Princípios de Economia.* Marshall discute a correlação entre as tendências ao rendimento crescente e ao rendimento decrescente, a questão da divisão do trabalho e da maquinaria e aborda outros aspectos relacionados à organização industrial.

Do ponto de vista da história da tecnologia, diversos autores se destacam na análise do processo de inovação e suas consequ ências para a economia e a sociedade. Para aprofundar o estudo do desenvolvimento tecnológico no século XIX, recomendamos: Landes, *Prometeu Desacorrentado*, edição de 2005, editora Elsevier, Capítulos 3 e 4; Ayres (1984), Capítulos 4 e 5; Rosemberg e Birdzell (1986), Capítulos 1 e 2; e o artigo de William Lazonick (1992).

Chris Freeman e Luc Soete (1974 [1997]) fazem uma notável revisão das inovações baseadas em avanços científicos desde a revolução industrial até a era dos computadores na Parte I de seu clássico *The Economics of Industrial Innovation.*

Para aprofundar o estudo do papel da inovação na teoria de Marx e na teoria neoclássica, recomendamos, respectivamente, os artigos de Francisco Cipiolla e Hermes Higachi no livro de V. Pelaez e T. Szmrecsányi, *Economia da Inovação Tecnológica.*

[1] Marx escreveu o *Manifesto Comunista* junto com Friedrich Engels em 1848. Em 1859, publicou a *Crítica da Economia Política* e, em 1867, o clássico *O Capital.*

[2] Ver *O Capital.* Volume 1, Capítulo XIII.

CAPÍTULO 3

A era fordista e a concorrência oligopolista

N o início do século XX, uma trajetória inteiramente nova se abriu para a organização interna da firma e sua interação com o mercado. Inovações tecnológicas e organizacionais que havia décadas estavam em gestação entraram em fase de rápida difusão, ampliando a escala e a dimensão geográfica dos negócios. Surge, nessa época, a grande empresa industrial, uma força capaz de acelerar o processo de *concentração econômica*. O *oligopólio* se transformou na estrutura característica de vários segmentos das indústrias europeia e norte-americana e o "capitalismo proprietário" já havia cedido lugar ao "capitalismo gerencial" como motor dominante do desenvolvimento econômico. Um novo modelo de empresa se tornou necessário para lidar com a crescente complexidade organizacional das atividades industriais, com a necessidade de aplicar conhecimentos científicos à indústria e com os altos custos fixos de investimentos em máquinas e equipamentos voltados para a produção em massa.

Neste capítulo, veremos como as teorias econômicas sobre a firma evoluíram gradualmente no sentido de incorporar a nova realidade do processo concorrencial. Análises e contribuições de diferentes correntes do pensamento criaram um corpo teórico alternativo para lidar com as questões de economias de escala, escopo, transações e progresso técnico em um mercado dominado pela grande corporação. Nesse período, Joseph Schumpeter desenvolve suas interpretações sobre o papel da tecnologia na competição e no crescimento econômico. Mas, antes de analisar as novas correntes teóricas, vamos identificar, seguindo a metodologia adotada nos capítulos anteriores, as inovações que alimentaram a dinâmica econômica na primeira metade do século XX.

As inovações da era fordista

Alfred Chandler (1990), considerado o pioneiro no estudo histórico das grandes corporações, identifica a origem e o crescimento da grande empresa moderna em uma cadeia de eventos interligados. O primeiro elo da cadeia foi o *cluster* de inovações que provocaram uma revolução no campo dos transportes e das comunicações. A ferrovia e o telégrafo facilitaram um aumento substancial tanto no volume quanto na velocidade da produção. Ao mesmo tempo, essas inovações permitiram que determinadas firmas concretizassem a Iógica dinâmica de crescimento e competição pela exploração das oportunidades para obter economias de escala e de escopo e para reduzir os *custos de transação.* A gradativa unificação dos mercados promoveu a internacionalização e a concentração do capital.

Além das revoluções nos transportes e comunicações, três sistemas de inovações contribuíram significativamente para alterar a estrutura da indústria, gerando novos modelos de firmas e mercados: a eletricidade, o motor a combustão e as inovações organizacionais conhecidas como “fordistas-tayloristas”. Tais inovações se difundiram mais rapidamente na América do Norte, contribuindo para a mudança do centro dinâmico do capitalismo da Inglaterra para os Estados Unidos e, em menor escala, para a Alemanha e a França.

Eletricidade

As primeiras descobertas no campo da eletricidade e do magnetismo datam do início do século XIX, quando Ampére e Joseph Henry descobriram que a corrente elétrica era induzida por mudanças no campo magnético. Tais descobertas estimularam pesquisas científicas em todo o mundo, gerando conhecimentos que logo foram postos em prática. As aplicações do eletro-magnetismo apareceram a partir de 1840, com a invenção do telégrafo elétrico. Na década seguinte, surgiu o dínamo, seguido do motor elétrico, da corrente direta e finalmente da lâmpada incandescente. A inovação de Thomas Edison não se limitava apenas à lâmpada, pois envolvia todo um sistema de geração, transmissão e aplicação de eletricidade.

As inovações no campo da eletricidade geraram novas empresas, que se tornaram “paradigmáticas” no século seguinte. Apesar de representar uma

“revolução tecnológica”, a eletricidade demorou várias décadas para produzir impactos econômicos, pois sua difusão ampla requeria o desenvolvimento de inovações complementares, além de novas aplicações e a construção de uma infraestrutura adequada. Em 1895, foram desenvolvidos os primeiros sistemas práticos de distribuição de energia a longa distância. Nesse mesmo ano, as cataratas de Niagara Falls eram represadas para produzir energia elétrica. Por volta de 1910, as principais cidades europeias e norte-americanas já estavam eletrificadas.

A eletricidade levou, portanto, quase um século para se difundir como a principal fonte de energia industrial, desde a invenção do telégrafo elétrico até a quase completa substituição dos motores a vapor e outras fontes de energia primária na indústria americana por volta de 1930 (Ayres, 1984). Uma série de inovações complementares foi necessária para viabilizar os investimentos na construção de uma complexa infraestrutura de geração e distribuição. Uma vez difundida, a eletricidade contribuiu para a concentração industrial de duas formas distintas.

Primeiro, as novas fontes de energia permitiram a exploração mais ampla das economias de escala, através do desenvolvimento de máquinas maiores e mais eficientes e de sistemas integrados de produção, a exemplo da linha de montagem. Segundo, a eletricidade permitiu a criação, por inventores-empresários, de grandes firmas inovadoras que praticamente monopolizaram o novo e dinâmico setor produtor de equipamentos de geração, transmissão e aplicação de energia. Os nomes de inventores como Werner Siemens, Alexander Graham Bell, Thomas Edison, Elihu Thompson e George Westinghouse praticamente se confundem com as grandes empresas oligopolistas que passaram, juntamente com empresas automobilísticas, químicas e de petróleo, a liderar a indústria mundial no século XX. A eletrificação das grandes cidades europeias e norte-americanas permitiu a criação da indústria de eletrodomésticos, como máquinas de costura (Singer), aspiradores de pó (Hoover) e ferros elétricos. O setor elétrico já nasceu oligopolizado, pois partiu da exploração de “monopólios temporários”, baseados em produtos inovadores que poucas empresas em todo o mundo souberam imitar com sucesso. A entrada nesses mercados exigia elevados investimentos em atividades de pesquisa e desenvolvimento, marketing e serviços aos clientes que requeriam uma capacidade organizacional muito superior à da empresa familiar da revolução industrial britânica.

Motor A Combustão E A Indústria Do Petróleo

A invenção do motor a combustão interna deu origem ao automóvel, ao trator, ao caminhão e ao avião. Embora seu desenvolvimento inicial tenha ocorrido na Inglaterra, por volta de 1860, o centro da atividade tecnológica passou para a França e a Alemanha. Neste país, o pioneirismo de Nicolaus Otto na produção de motores estacionários a gasolina permitiu o desenvolvimento posterior de veículos autopropulsionados por um grupo de engenheiros que veio a formar a Daimler-Benz, o primeiro fabricante de automóveis do mundo, ainda hoje líder no mercado de ônibus e caminhões. Ao contrário da indústria de equipamentos elétricos, a indústria automobilística nasceu competitiva. No início do século, havia nos Estados Unidos cerca de cem fabricantes de automóveis, organizados de forma quase artesanal, configurando uma estrutura da indústria algo próxima da concorrência marshaliana. Poucas décadas depois, graças a inovações organizacionais, a Ford e a General Motors dominavam amplamente o mercado, consolidando um oligopólio que vigora até hoje.

O grande sucesso do motor a gasolina gerou outros gigantes do século XX: as empresas petroleiras. A integração vertical das atividades de exploração, transporte, refino e distribuição levaram a Standard Oil Company a se tornar a maior empresa americana no início do século.[1] O controle direto de uma ampla gama de recursos produtivos e o domínio que exercia sobre o mercado de petróleo e derivados levou a Suprema Corte a exigir seu desmembramento em 1911, por violação da “Lei anti-trust Sherman”. A decisão permitiu a formação de outras empresas de petróleo, mas não impediu a consolidação de um oligopólio global conhecido como “as sete irmãs”. Fora dos Estados Unidos, a indústria do petróleo do início do século XX só se desenvolveu efetivamente na Inglaterra, graças a seu domínio colonial das regiões produtoras do Kuwait e do Iraque, que começaram suas atividades em 1908. A estrutura da indústria mundial de petróleo foi condicionada pelas altas barreiras à entrada, erigidas pela grande escala e integração vertical da produção e pelo poderio imperialista e naval norte-americano e britânico.

Administração Científica

A terceira área de inovação tecnológica que favoreceu a transformação da firma e do mercado foi o advento da administração científica do trabalho, conhecida como “fordismo-taylorismo”. As origens do sistema de produção em massa

podem ser encontradas, conforme vimos no Capítulo 1, na obra de Adam Smith, através de suas observações sobre a divisão do trabalho. Tal princípio foi explorado posteriormente por teóricos industriais como Charles Babbage, que comparava a fábrica a uma máquina complexa, com equipamentos e trabalhadores especializados em tarefas específicas e organizados de forma sistêmica. Mas somente com Frederick Taylor, uma abordagem sistemática de manufatura foi introduzida formalmente.

A essência de sua filosofia era que as leis científicas poderiam definir a forma de organizar as atividades dos trabalhadores e a operação dos sistemas produtivos. Taylor propõe a completa divisão entre o trabalho manual, limitado à execução de tarefas previamente definidas, e o trabalho intelectual de buscar as formas mais rápidas e produtivas de realizar uma tarefa. Isso pode ser alcançado por meio do estudo de tempos e movimentos e da psicologia industrial, além das técnicas de sequenciamento e divisão do trabalho, mecanização do processo, padronização, intercâmbio de peças e administração científica racional. Taylor (1911) enuncia as seguintes regras técnicas e normas fundamentais para o trabalho industrial:

- Para cada tipo de indústria, ou para cada processo, estudar e determinar a técnica mais conveniente.
- Analisar metodicamente o trabalho do operário, estudando e cronometrando os movimentos elementares.
- Transmitir sistematicamente instruções técnicas ao operário.
- Selecionar cientificamente os operários.
- Separar as funções de preparação e execução, definindo-as com atribuições precisas.
- Especializar os agentes nas funções de preparação e execução.
- Predeterminar tarefas individuais ao pessoal e conceder-lhes prêmios, quando realizadas.
- Unificar os tipos de ferramentas e utensílios.
- Distribuir, equitativamente, por todo o pessoal, as vantagens que decorressem do aumento de produção.
- Controlar a execução do trabalho.
- Classificar mnemonicamente as ferramentas, os processos e os produtos.

Baseado nos princípios tayloristas, Henry Ford inaugura, em 1913, a linha de montagem de automóveis, considerada uma das maiores inovações tecnológicas

em processos da história. Antes da introdução da linha de montagem, cada chassi era montado por um trabalhador em aproximadamente 12 horas e meia. Quando a linha já estava em seu formato final, com cada trabalhador realizando apenas uma tarefa específica e o chassi sendo movido mecanicamente, o tempo médio de mão de obra foi reduzido para 93 minutos (Davis *et al*, 2001). Os carros eram todos de um só modelo (T) e de uma única cor (preta), uma padronização que visava a facilitar a montagem e reduzir a variedade de estoques de componentes. A linha de montagem, combinada aos princípios de administração científica, é até hoje utilizada em processos industriais e de serviços. Diversas inovações incrementais foram introduzidas ao longo dos anos, com base na estatística e na matemática, visando a aprimorar os princípios tayloristas.

O sistema fordista de produção foi criticado por sua excessiva ênfase na especialização, conferindo rigidez ao processo e aproximando o trabalho do homem ao de uma máquina. As reações críticas a esse sistema podem ser vistas desde os anos 30 no filme *Tempos Modernos*, de Charles Chaplin. No entanto, somente na década de 1970 começaram a surgir formas mais cooperativas e flexíveis de produção, como veremos na terceira parte deste livro.

Chandler (1977) identifica duas outras ondas de inovações organizacionais que contribuíram para romper os limites ao crescimento da firma. A primeira, que ocorreu na virada do século, foi a integração vertical de atividades encadeadas em unidades distintas, a exemplo da indústria do petróleo. A segunda, ocorrida a partir dos anos 20, foi a organização multidivisional, em que as diferentes áreas de atividades da empresa eram separadas em unidades de negócios distintas. Ambas contribuíram para viabilizar a administração eficiente da grande corporação, eliminando assim as deseconomias internas de escala. Na organização multidivisional, um escritório central planeja, coordena e avalia o trabalho de diversas divisões operacionais e aloca pessoal, instalações, capital e demais recursos necessários para realizar a produção. Os executivos responsáveis por essas divisões, por sua vez, têm sob seu comando a maioria das funções necessárias para gerir uma linha de produtos ou serviços em uma ampla área geográfica, sendo responsáveis pela lucratividade de sua divisão e seu sucesso no mercado. Nesse contexto, as empresas passaram a produzir globalmente. A Singer, fabricante norte-americana de máquinas de costura, é considerada a primeira multinacional do mundo ao instalar uma fábrica na Inglaterra.

O surgimento da grande empresa, no início do século XX, foi acompanhado pela formalização e pela intensificação das atividades de pesquisa e

desenvolvimento. O aparecimento dos laboratórios de pesquisa industrial patrocinados pelas empresas se deu simultaneamente nos Estados Unidos, Inglaterra, França e Alemanha. No entanto, como mostram Mowery e Rosenberg (1998), a partir de 1940 o sistema de P&D norte-americano passou a diferir daquele de outras economias industriais em função do maior envolvimento do Estado, principalmente do Departamento de Defesa, no financiamento à inovação.

Pequenas empresas passaram, progressivamente, a ser entidades importantes no desenvolvimento de novas tecnologias, graças principalmente às atividades de P&D realizadas em universidades e aos programas de compras governamentais relacionadas à defesa. Isso permitiu, por exemplo, o surgimento da indústria de semicondutores e computadores. Embora muitas das tecnologias desenvolvidas com apoio dos gastos de P&D relacionados à defesa tenham encontrado aplicações lucrativas em mercados comerciais, a eficácia econômica desse investimento não pode ser assumida como regra geral. As inovações militares geralmente são caras e pouco aplicadas a usos civis, fato que não assegura um retorno econômico análogo ao P&D comercial.

Inovações e teorias da firma

Em meados do século XX, grandes empresas multinacionais dominavam amplos segmentos da indústria mundial. Particularmente concentrados eram os ramos de alimentos, química, petróleo, metais primários e os três setores fabricantes de equipamentos: máquinas elétricas, máquinas não elétricas e materiais de transporte. A dinâmica competitiva desses setores colocava em xeque as teorias econômicas neoclássicas de concorrência, exigindo uma ampla revisão de seus fundamentos sobre o funcionamento da firma e dos mercados.

A noção de rendimentos decrescentes era um princípio que se mostrou particularmente inadequado frente ao crescimento das grandes empresas. Um dos primeiros economistas a questionar a noção neoclássica de rendimentos decrescentes foi Pietro Sraffa (1926), que observou sua incompatibilidade com economias de escala. Isso o levou também a criticar a relação entre preços e custos, pois diferentes escalas determinam diferentes custos de produção. Produtores mais eficientes podiam comandar preços menores e/ou maiores lucros, desequilibrando o mercado e provocando concentração. Sraffa levanta uma contradição que passou a ser conhecida como "o dilema de Marshall" – como conciliar concorrência com retornos crescentes de escala?

O princípio teórico de concorrência neoclássica considera os produtos como essencialmente homogêneos, enquanto, na prática, o processo competitivo se assentou cada vez mais na diferenciação de produtos. A inovação se tornou a pedra angular da competição em bens de consumo duráveis e não duráveis e cada empresa passou, por meio de marcas e *design* exclusivos, a deter um monopólio sobre seu produto. Apenas em *commodities* agrícolas e industriais a homogeneidade dos produtos permaneceu uma característica marcante dos mercados.

Joan Robinson (1933) formulou sua teoria da concorrência imperfeita ao perceber o irrealismo da situação de concorrência perfeita, na qual nenhum produtor teria individualmente condições de afetar os preços.[2] A evidência empírica das grandes firmas usufruindo economias de escala levou-a a afirmar que cada firma tinha um monopólio para seus produtos, que era resultado da preferência dos consumidores, apesar da existência de substitutos muito próximos produzidos por outras firmas.

As críticas ao modelo concorrencial levaram à identificação do oligopólio como a forma mais típica de estrutura da indústria. Kaldor (1934) argumenta que

cada vendedor está em concorrência direta somente com outros poucos vendedores e que a cadeia desses grupos oligopolistas compõe todo o mercado. “O oligopólio é, na realidade, a condição mais geral.” E. A. Robinson (1931) desenvolveu uma teoria da concorrência monopolista, conferindo mais realismo às teorias neoclássicas dos mercados e das firmas. A teoria assume nova dimensão ao deslocar o centro de interesse da questão do equilíbrio das condições de produção e de distribuição de bens e serviços para o estudo do comportamento e das interações entre produtores. Nesse contexto, a firma passa a assumir um papel protagonista, dada a possibilidade de recorrer à diferenciação de produtos e de estabelecer uma política de vendas. Assim, incorporam-se à firma variáveis consideradas exógenas na teoria neoclássica, como a tecnologia e a formação de preços.

As contribuições de Sraffa, Joan Robinson e Kaldor permitiram reformular a ortodoxia dominante, mas mantiveram o arcabouço estático que caracterizava a economia neoclássica. Segundo Coutinho (1983), a primeira ruptura consistente e bem-sucedida do impasse em que se encontrava a microeconomia marshaliana e walrasiana ocorreu somente em 1952, quando Steindl publicou *Maturidade e estagnação no capitalismo americano.* Ele constrói uma teoria consistente e articulada de acumulação e de concentração apoiada em evidências empíricas sobre estruturas de custos, formação de preços e formas de concorrência em condições de oligopólio em nível de setores industriais. Assim, diferente da ortodoxia, que estabelecia modelos estáticos e abstratos de comportamento da firma e dos mercados, Steindl se inspira diretamente na realidade do processo de concorrência de seu tempo, reconhecendo o papel crucial da propaganda, da diferenciação do produto e da inovação tecnológica no processo de acumulação do capital. As assimetrias entre firmas constituem um fator essencial na explicação da configuração e na transformação das estruturas de mercado. As empresas com menores custos e margens de lucros maiores são, segundo Steindl, as que têm mais possibilidade de crescer em longo prazo.

O processo de concentração já havia sido reconhecido pioneiramente por Marx, que considerava a centralização do capital uma tendência histórica do capitalismo. Seguindo esse *insight,* Schumpeter reconheceu a importância da grande empresa e da concentração da produção para o progresso técnico. A relação entre oligopólio e progresso técnico é mútua: por um lado, o processo de diferenciação do produto conduzia a expansão e a criação de novos mercados oligopolistas. Por outro, os altos custos de P&D, necessários à sobrevivência das empresas nos mercados dinâmicos, exigiam a presença das grandes empresas.

As teorias da firma foram enriquecidas pelas contribuições de teóricos organizacionais, psicólogos industriais e sociólogos, principalmente H. Simon, J. March e R. Cyert. Eles partiram do pressuposto de que muitas empresas são grandes e complexas organizacionalmente, contando com hierarquias gerenciais burocráticas. A teoria conhecida como behaviorista (ou comportamental) rejeita a hipótese neoclássica de que firmas buscam maximizar lucros. A firma é vista como uma entidade composta por subgrupos – gerentes, trabalhadores, acionistas, clientes, fornecedores —, cada qual com seus próprios objetivos, que podem ser conflitivos entre si. Por exemplo, maiores salários resultam em maiores preços e menores lucros. Como resultado, os objetivos adotados pela firma representam um compromisso que, em maior ou menor medida, resolve seus conflitos através de negociações. Assim, ela não pode objetivamente maximizar qualquer função, como propõe a teoria neoclássica. A teoria também analisa os processos pelos quais os objetivos são revisados ao longo do tempo, incorporando as questões da incerteza e da busca de informações como fatores determinantes do comportamento da firma. A teoria enfatiza os efeitos que as formas de organização provocam no processo de tomada de decisões.

Penrose e o crescimento da firma

Edith Penrose (1959), em um trabalho pioneiro, contribuiu decisivamente para o entendimento do papel da tecnologia e do conhecimento no crescimento da firma. O conhecimento, segundo ela, traz não apenas novas oportunidades produtivas como também permite dar um caráter único à firma. A aquisição do conhecimento ocorre tanto formalmente, através de transmissão escrita ou oral, como também por meio do aprendizado prático. Os sistemas de comunicação transmitem informações objetivas, mas que são captadas de forma diferenciada pelos agentes econômicos segundo sua experiência e capacitação. O aumento da experiência potencializa a capacidade de adquirir conhecimentos e a própria habilidade de usá-los no processo produtivo. A experiência geralmente é específica a um conjunto de circunstâncias externas e grande parte das habilidades adquiridas pelo homem só pode ser aplicada em um contexto específico. Penrose antecipa assim a importância do conhecimento tácito, que será crítica para a formulação de novas teorias relativas à economia do conhecimento.

Ao focar nos aspectos internos da empresa que influenciam o crescimento, Penrose (1959) dá uma notável contribuição para abrir a "caixa-preta" e colocar a questão da capacitação tecnológica e gerencial no centro da dinâmica competitiva. Os serviços produtivos prestados por gerentes e pesquisadores não podem ser medidos em termos de "homem-hora", pois são "únicos" e não podem ser repetidos. "Uma ideia produzida, uma decisão tomada, um conflito trabalhista solucionado são operações únicas de criação de valor na organização da produção que não podem ser reproduzidas. Não há curva de oferta ou função de produção nas quais tais serviços possam ser enquadrados, mas eles são, apesar disso, insumos da produção."

Desde os tempos de Marshall, os economistas reconheceram o papel dominante do conhecimento no processo econômico, mas consideraram o tema muito escorregadio para se lidar com ele com algum grau de precisão. Penrose assume esse desafio por entender o papel crucial exercido pelo avanço do conhecimento na mudança das variáveis econômicas tradicionais. Para ela, a firma é basicamente uma coleção de recursos. A criação de novos serviços produtivos depende da capacidade de internalizar os conhecimentos necessários para desenvolvê-los e produzi-los de forma eficiente. Os serviços que são gerados a partir de novos conhecimentos dependem da capacitação dos homens

envolvidos na sua utilização, enquanto o desenvolvimento da capacitação desses homens é, em parte, definido pelos recursos a que eles têm acesso. Os dois elementos combinados criam oportunidades produtivas especiais para uma determinada firma. Assim, o sucesso de uma empresa no mercado não depende apenas de fatores externos. As mudanças externas claramente podem se tornar parte do estoque de conhecimentos e, portanto, podem alterar significativamente os recursos de uma empresa. Mas a forma como cada uma usa e incorpora tais conhecimentos depende da capacitação individual e coletiva dos recursos humanos de alto nível.

Schumpeter e a destruição criadora

Joseph Schumpeter foi provavelmente o economista que mais desenvolveu as propostas seminais de Marx a respeito do papel da tecnologia no funcionamento da economia capitalista. Schumpeter considera Marx “gênio e profeta”, mas é reticente em relação a endossar os desdobramentos políticos de sua obra. Em sua maturidade, Schumpeter descarta a possibilidade de se prever o futuro do capitalismo, assim como do socialismo centralizado. Ele acredita[3] que o capitalismo não deverá sobreviver, mas que esta é apenas uma opinião pessoal que, a exemplo de opiniões externadas por outras pessoas que se pronunciaram a esse respeito, não tem maior importância. O que conta em qualquer prognóstico social não é a conclusão em si, que é afetada por visões parciais e temporais, mas sim os fatos e argumentos que levam a tais prognósticos.

Para Schumpeter, Marx não tinha uma teoria da empresa. Sua dificuldade de distinguir o capitalista do empreendedor significava um erro de avaliação. Schumpeter entendia que o empreendedor não necessariamente detinha capital ou era o detentor de uma nova tecnologia. O “espírito animal” do empreendedor era abastecido pela busca do lucro monopolista, uma motivação diferente da do capitalista, que não necessariamente investe seu capital na produção, podendo, alternativamente, investir em ativos financeiros e imobiliários. O empresário inovador teria assim um papel diferente do capitalista que apenas busca a renda fiduciária. Ao dinamizar a economia por meio da inovação, o empreendedor exerce um papel positivo para o crescimento. Em contraste com o capitalista “predador” de Marx, o empresário schumpeteriano é visto como “herói” do desenvolvimento. Por outro lado, o que mais encanta Schumpeter na obra de Marx é sua crença no capitalismo como um processo evolucionário metaforicamente biológico. A visão dinâmica sobre o sistema capitalista o leva a ironizar a visão neoclássica de equilíbrio que dominava o pensamento econômico:

> *Parece estranho que alguém deixe de ver um fato tão óbvio que além de tudo já foi há muito tempo enfatizado por Karl Marx. Ainda assim, a análise fragmentada que baliza o núcleo das proposições sobre o funcionamento da economia moderna persistentemente nega seu caráter dinâmico. (Schumpeter, 1943 [1976:82]).*

Schumpeter considera o capitalismo um “método de mudança econômica” que nunca poderia ser considerado estacionário. O impulso fundamental que coloca e mantêm o motor capitalista em movimento não advém de fenômenos naturais ou sociais, como guerras e revoluções, mas sim dos novos bens de consumo, novos métodos de produção e transportes, novos mercados e novas formas de organização industrial que a empresa capitalista cria e destrói.

O processo de desenvolvimento econômico é entendido como um fenômeno qualitativamente novo, e não como o mero crescimento derivado do aumento da população e da riqueza. As inovações visam principalmente a criar novas necessidades de consumo. A composição dos gastos dos trabalhadores não permanece constante ao longo do tempo, pois reflete novos hábitos e necessidades derivadas da oferta de novos produtos e serviços.

A explicação do desenvolvimento deve ser procurada fora do grupo de fatos que são descritos pela teoria econômica. Mais precisamente, deriva do emprego de recursos diferentes (ou inovações) para produzir resultados distintos que são descontínuos em relação aos anteriores. As novas combinações geralmente são introduzidas por novas empresas. Não é o dono de diligências que constrói estradas de ferro, mas sim empresas que surgem a seu lado e acabam por eliminar as antigas através do processo de concorrência. Schumpeter introduz assim uma nova definição de desenvolvimento, que difere das teorias econômicas até então vigentes, que consideravam o processo como derivado do contínuo acréscimo no tempo da oferta nacional de meios produtivos e de poupança, algo entendido por ele como crescimento. “Métodos diferentes de emprego, e não a poupança e os aumentos na quantidade disponível de mão de obra, mudaram a face do mundo nos últimos 50 anos.” (Schumpeter, 1911, [1988:50])

Seguindo as ideias de Marx, Schumpeter constrói sua teoria do desenvolvimento com base no conceito de monopólio temporário do inovador. A busca dos empresários por lucros extraordinários constitui o motor da economia capitalista. O lucro “normal” no mercado de produtos indiferenciados não motiva o investimento capitalista. Quando surgem oportunidades para a inovação, a perspectiva de auferir lucros monopolistas, ainda que temporários, mobiliza as inversões em bens de capital e a introdução de novos produtos.

Schumpeter critica a teoria neoclássica não só por sua visão estática sobre o funcionamento da economia como pela excessiva preocupação dos economistas contemporâneos com a estrutura dos mercados – concorrência e oligopólio. “O problema visualizado (pelos economistas teóricos) é como o capitalismo

administra as estruturas existentes, enquanto o problema relevante é como ele as cria e destrói.”

A concepção tradicional sobre o modo de operação do processo competitivo se limita a discutir o papel exercido pelos preços. À medida que a *competição qualitativa* e os esforços de vendas são incluídos nos sagrados princípios da teoria, a variável preço perde sua posição dominante. A atenção dos economistas, segundo Schumpeter, foi monopolizada por um único aspecto (os preços) e os modelos de análise da concorrência mantêm *cetaris paribus* um padrão rígido de condições, métodos de produção e formas de organização industrial invariantes. Entretanto, na realidade capitalista, diferente dos livros-texto, o que conta não é o tipo de competição (perfeita, oligopolista ou monopolista), mas sim a competição oriunda de novos produtos, novas tecnologias, novas fontes de suprimento e novos tipos de organização que permitem o aumento da escala produtiva. Tal competição permite vantagens de custo e de qualidade decisivas para determinar as margens de lucro e o crescimento da firma. Ao longo do tempo, as inovações resultam em queda de preços e crescimento da produção.

A competição schumpeteriana funciona não somente quando a inovação ocorre, mas também quando esta é apenas uma possibilidade. O empresário se sente em uma posição competitiva mesmo quando está sozinho em sua área de negócios. Ao longo do tempo, tal sentimento o leva a um comportamento muito similar ao padrão observado na concorrência perfeita. Portanto, Schumpeter não considera que o tipo de competição em si seja mais ou menos eficiente para a economia como um todo, como sustenta a teoria econômica convencional. Por exemplo, um número excessivo de competidores pode levar uma indústria a elevar – ao invés de reduzir – preços, dada a dificuldade de obter economias de escala e investir em novas tecnologias. Da mesma forma, o monopólio pode ser resultado de uma estratégia competitiva superior e mais inovadora e não necessariamente apresentar um risco para o consumidor.

O processo de concentração de capital, conforme vimos no Capítulo 2, já havia sido reconhecido pioneiramente por Marx, que considerava a centralização uma tendência histórica do capitalismo. Seguindo esse *insight,* Schumpeter reconheceu a importância da grande empresa e da concentração do capital para o progresso técnico. A relação entre oligopólio e progresso técnico é mútua: por um lado, o processo de diferenciação do produto conduzia à expansão e à criação de novos mercados oligopolistas. Por outro, os altos custos de P&D, necessários para a sobrevivência das empresas nos mercados dinâmicos, exigiam a presença

das grandes empresas. A concentração deriva, portanto, de uma tendência do capitalismo de aumentar tanto o tamanho das plantas quanto das unidades de controle (firmas). As empresas maiores podem auferir dos benefícios das economias de escala de produção e são, portanto, potencialmente mais competitivas que as empresas menores.

Sua análise sobre a firma como local de produção e inovação abriu espaço para novas interpretações sobre o comportamento da firma. Três concepções merecem ser mencionadas: primeiro, o conceito de *firma organização*, no qual os behavioristas Simon, Cyert e March veem a firma como uma ação coordenada entre indivíduos e grupos. Segundo, a concepção de *firma instituição*, que incorpora a dimensão social (sistema político, social e jurídico no qual a firma se insere e que limita sua metamorfose), incluindo sistemas de propriedade, relações com bancos, condições de produção e de mercado. Terceiro, o conceito de *custos de transação*, no qual Coase (1937) introduziu novas questões sobre a natureza da firma, passando a considerá-la uma forma particular de organização econômica, ou seja, um arranjo institucional alternativo ao mercado.

O progresso técnico na economia convencional

Na microeconomia neoclássica, a tecnologia é definida como um conjunto de todos os possíveis métodos de produção —, ou seja, de combinações de capital e trabalho —, que permite produzir distintas quantidades de um bem sem alterar a proporção de insumos. Cada método de produção representa uma forma tecnicamente eficiente de combinar fatores produtivos em alguma proporção dada, de modo a realizar a produção requerida. A eleição do método economicamente eficiente depende do preço relativo dos fatores empregados e da quantidade a produzir.

A *função de produção* é o principal instrumento analítico da microeconomia que representa a tecnologia. Trata-se de uma relação matemática entre a quantidade produzida de um bem e a quantidade de insumos necessária para isso. Todos os métodos de produção que correspondem ao estado da arte e ao avanço científico estão incluídos em uma mesma função de produção. Mudanças tecnológicas nos processos produtivos representam um deslocamento da função de produção, permitindo o aumento da quantidade produzida de um bem sem alterar a quantidade de insumos utilizada.

As diferentes combinações de insumos (capital e trabalho) para produzir uma determinada quantidade de um bem são representadas geometricamente pela *isoquanta*. A Figura 3.1 mostra que, na situação da isoquanta X2, pode-se produzir a mesma quantidade de bens que em X1, em função da mudança tecnológica. A nova combinação eficiente (X2) utilizará menor quantidade de fatores para produzir o mesmo bem, resultando em menores custos unitários de produção. O progresso técnico é representado por uma reta que otimiza o uso dos fatores de produção na interseção com as isoquantas representativas de distintas tecnologias. A isoquanta representa a taxa marginal de substituição técnica entre fatores produtivos, indicando a quantidade que se pode poupar de um fator de produção ao se incrementar em uma unidade o uso do outro fator, permanecendo fixa a quantidade produzida.

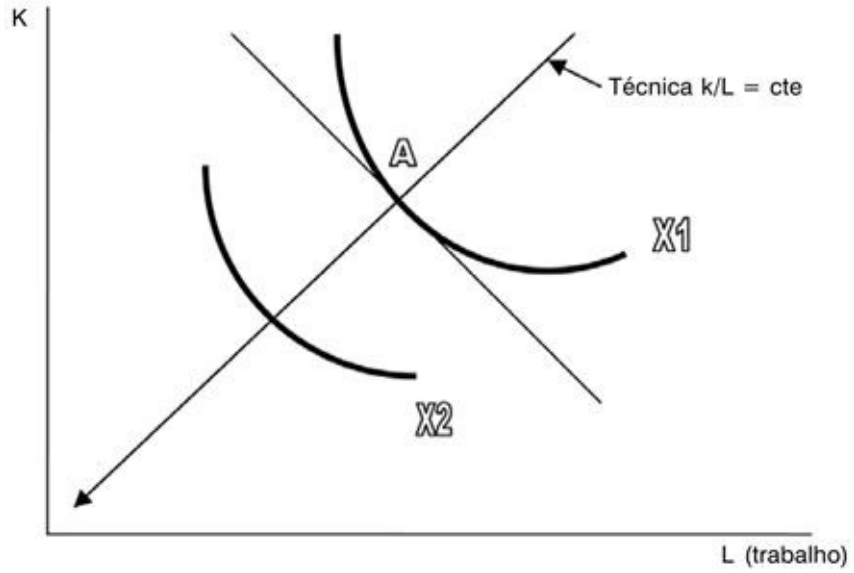


FIGURA 3.1 Mudança técnica no processo.

Sabemos que a mudança tecnológica em processos pode economizar trabalho (por meio da automação), ser poupadora de materiais ou energia (via processos mais eficientes) ou, eventualmente, de capital. As hipóteses simplificadoras adotadas pela função de produção consideram a mudança tecnológica como neutra, ou seja, o deslocamento da isoquanta de produção não modifica a inclinação das curvas. Assim, as isoquantas X1 e X2 são paralelas e a reta que representa a mudança técnica tem sempre 45° de inclinação. Isso significa que o produto marginal de ambos os fatores se incrementa na mesma magnitude.

A função de produção representa apenas as mudanças tecnológicas de processo. Inovações em produto são consideradas como exploração de novos mercados, já que o conceito de mercado é restrito a bens perfeitamente homogêneos. Novos produtos visam a substituir produtos existentes atendendo ao mesmo tipo de necessidade. O novo mercado é um monopólio temporário, cuja duração depende da velocidade de imitação pela concorrência e, em alguns casos, da proteção legal por meio de patentes.

A microeconomia sempre esteve preocupada em analisar o comportamento da firma em diferentes estruturas de mercado, tendo em vista a questão da formação de preços. Tal preocupação levou-a a concentrar a discussão sobre mudança tecnológica na relação entre inovação e estrutura de mercado. A questão fundamental era saber de que modo diferentes estruturas afetavam a propensão das empresas a inovar. Para analisar essa relação, Arrow (1962) desenvolveu o "modelo de incitação", no qual são analisados os estímulos à inovação em duas

estruturas de mercado extremas: concorrência pura e monopólio. Sua conclusão é que, em situação de monopólio, a empresa teria menos incentivos para investir em atividades de P&D, na medida em que o controle do mercado já proporcionaria sobrelucros. Já a empresa sujeita ao processo concorrencial precisaria inovar permanentemente para aumentar sua margem de lucros, fato que estimularia as atividades de P&D. O modelo de Arrow permite avaliar os custos de produção e os lucros antes e depois de a inovação ser introduzida na empresa. Entretanto, ele adota hipóteses simplificadoras que o tornam pouco realista para analisar o processo de inovação. A hipótese neoclássica da exogeneidade tecnológica é novamente assumida, pois o conhecimento é considerado um bem da informação que todos os agentes econômicos podem obter de forma igual e sem custos derivados de investimentos passados. Arrow supõe, em seu modelo, que a inovação é feita por uma empresa fora da indústria, a exemplo de uma fornecedora de equipamentos, que cobra *royalties* por seu uso (Hasenclever e Ferreira, 2002).

A teoria microeconômica foi criticada por sua incapacidade de incorporar o ator central da firma: o empreendedor. A questão foi levantada inicialmente por Dobb (1925), que reconheceu que os empresários são agentes que tomam as decisões dominantes da vida econômica. O mundo neoclássico do cálculo racional não deixava lugar para a iniciativa e a inovação. O papel do empreendedor limitado a um mero maximizador foi, mais tarde, trabalhado na teoria econômica em três aspectos fundamentais: a inovação, através do trabalho de Schumpeter; a aquisição e exploração da informação pela chamada “escola austríaca”;[4] e a organização e coordenação da produção. Inicia-se assim a passagem do equilíbrio estático para uma visão evolucionista que incorpora incerteza e informação.

Do ponto de vista macroeconômico, uma das principais dificuldades encontradas para medir os impactos do progresso técnico no funcionamento do sistema econômico foi agregar as variáveis e aplicá-las na função de produção. O problema reside principalmente na agregação dos bens de capital, dada a heterogeneidade dos equipamentos e as diferenças entre indústrias. Robert Solow reconheceu que a função de produção apenas integra uma grande variedade de situações microeconômicas diferentes, agregando os bens de capital por seus preços correspondentes. Assim, o Nobel de economia de 1987 admite a insuficiência das teorias neoclássicas de mudança tecnológica para dar conta de seus impactos macroeconômicos.

Considerando que os avanços do conhecimento e da tecnologia não podem ser

quantificados economicamente de forma direta, a alternativa da macroeconomia foi medir a mudança tecnológica por seus impactos no crescimento econômico. A partir do entendimento de que os aumentos da aplicação de capital e trabalho na produção não explicariam todo o crescimento, atribuiu-se ao progresso técnico a diferença entre o crescimento da produtividade e o uso dos fatores de produção. O conceito de *produtividade total de fatores* considera a taxa de mudança na produtividade como um resíduo de uma equação na qual o aumento da produção é uma variável dependente da variação dos fatores de produção utilizados. A produtividade total dos fatores (P) pode ser medida aritmeticamente pela seguinte equação:

$$P = \frac{Q}{\alpha L + ßK}$$

onde:

Q = índice de produção

L = índice de insumo de trabalho

K = índice de insumo de capital

α = parcela de produção de trabalho em um período base

ß = parcela de produção de capital em um período base (α+ß=1) quando os rendimentos são constantes

Tal formalização permanece até hoje uma solução objetiva para o cálculo do aumento de produtividade. Entretanto, a mudança tecnológica depende de outros fatores e insumos não especificados nos modelos de produtividade total de fatores. A teoria também não permite compreender as causas que explicam a mudança tecnológica, em particular quando sabemos que é resultado de um fenômeno contínuo que surge não apenas de variáveis econômicas, mas também do processo de produção.

Resumo

A difusão de inovações tecnológicas e organizacionais na era fordista permitiu o aparecimento da grande empresa e a profissionalização das atividades de P&D. Por isso, o estudo das consequências do processo de centralização do capital na organização da firma e do mercado passou a ser objeto de crescente interesse da teoria econômica. O instrumental analítico da corrente teórica conhecida como organização industrial se diversificou, passando a incorporar a sociologia, a teoria *behaviorista* da firma e ciências do comportamento, além de aperfeiçoar a metodologia empírica. A ruptura com o papel passivo atribuído à empresa na teoria econômica neoclássica abriu caminho para o desenvolvimento das teorias da firma, como resposta à importância crescente da grande empresa. Os papéis do conhecimento e da mudança tecnológica foram reconhecidos, embora carecendo ainda de instrumentos metodológicos apropriados para incorporá-los à análise econômica.

Assim como Marx, Schumpeter considera que a mudança tecnológica constitui o motor do desenvolvimento, revolucionando a estrutura econômica por dentro em um processo de criação destruidora. O progresso tecnológico é considerado um processo qualitativo, mais do que quantitativo, pois gera novos hábitos de consumo. Schumpeter critica os economistas de sua época por estarem preocupados em analisar de que maneira o capitalismo administra as estruturas existentes, deixando de lado a questão mais relevante, que é como ele as cria e destrói.

Apesar dos esforços para aperfeiçoar e dar mais realismo ao modelo neoclássico, a microeconomia estabelecida sobre seus princípios não logrou alcançar uma compreensão realista da firma moderna. Como justificar, diante da diversidade de estratégias e objetivos empresariais, a hipótese única de maximização de lucro? Por que tratar uma entidade coletiva como a firma como um mero agente individual? Como compreender a complexidade que envolve a questão do empreendedor dentro do restrito princípio da racionalidade?

Leitura complementar

Alfred Chandler constitui uma leitura essencial para aqueles que pretendem aprofundar o estudo da história das grandes empresas. Uma coletânea de ensaios (McCraw, 1998) publicados em português pela Editora da Fundação Getúlio Vargas reúne uma boa seleção dos artigos mais influentes. Para examinar mais detalhadamente as mudanças tecnológicas ocorridas na era fordista, recomendamos os Capítulos 3 e 4 do *Prometeu Desacorrentado,* de Landes, publicado no Brasil pela Editora Campus-Elsevier.

Na obra de Schumpeter, o Capítulo 7, sobre capitalismo, socialismo e democracia, constitui uma leitura essencial para compreender o papel do progresso técnico sobre o crescimento econômico. Tamás Szmrecsányi examina, em seu livro *Economia da inovação tecnológica*, a "Herança Schumpeteriana", incluindo um excelente resumo da teoria de Schumpeter e das contribuições de seus principais discípulos.

Dois autores – Sylos Labini e Edith Penrose – merecem ser revistos nos originais. O primeiro, considerado um dos mais importantes discípulos de Schumpeter, trata detalhadamente da distribuição dos frutos do progresso técnico entre capital e trabalho, assim como das oportunidades de investimentos e incentivos para investir em função das inovações na segunda parte do livro *Oligopólio e progresso técnico*, editado em 1964. Penrose produziu um trabalho seminal sobre o papel do conhecimento no desenvolvimento empresarial. Recomendamos especialmente o Capítulo 5 de *Teoria do crescimento da firma.*

[1] Em 1902, a Standard Oil foi superada pela United States Steel, mas permaneceu no segundo lugar.

[2] E. H. Chamberlain desenvolveu ideias similares simultânea e independentemente.

[3] Ver prólogo de *Capitalismo, socialismo e democracia.*

[4] Principalmente Friedrich Hayek.

CAPÍTULO 4

O pós-fordismo e as novas teorias da firma e da tecnologia

O último quartil do século XX vivenciou uma nova revolução tecnológica, protagonizada pelo desenvolvimento e pela difusão das tecnologias da informação e da comunicação (TIC). Diferente do fordismo, que é intensivo no uso de energia e materiais, a nova onda de destruição criadora é intensiva em informação e conhecimento. Essa "revolução em miniatura" caracteriza uma trajetória de inovações associada à aplicação da microeletrônica e à busca de novos materiais.

Diante dos impactos econômicos, sociais e políticos do chamado novo paradigma técnico-econômico, as ideias de Schumpeter foram retomadas pela corrente do pensamento que veio a ser conhecida como "evolucionista" ou neosschumpeteriana. Ao mesmo tempo, observa-se o crescimento de análises de cunho institucionalista que enfatizam a visão sistêmica entre a empresa e o ambiente externo como condicionante de seu desempenho tecnológico e competitivo. Tais teorias, embora ainda apresentem muitas lacunas, constituem a tentativa mais bem articulada de construir um novo corpo teórico para a análise da firma e do processo de mudança tecnológica. Dando continuidade à metodologia adotada nos demais capítulos desta Parte I do livro, vamos inicialmente apresentar as principais características do paradigma das tecnologias da informação para depois analisar o plano teórico.

O contexto técnico e institucional do final do século XX

Desde o final dos anos 60, quando Alvin Tofler publicou *O Choque do Futuro,* anunciando que o mundo iniciava um processo de transição rumo a uma economia e uma sociedade mais intensivas em informação e conhecimento, pudemos observar uma efetiva alteração do paradigma fordista de crescimento que vinha sendo difundido de forma bem-sucedida desde o início do século. Três fatos podem ser destacados como marcos dessa nova onda de destruição criadora.

O primeiro fato foi o sucessivo aumento nos preços do petróleo, a partir da crise de 1973, que mostrou ao mundo que o modelo de crescimento baseado no consumo crescente de materiais e energia baratos não era sustentável. Esse fato abalou o ritmo de crescimento que a indústria mundial vinha experimentando desde o final da Segunda Guerra Mundial inaugurou para uma nova trajetória de inovações intensiva em conhecimentos e poupadora de energia.

O segundo foi o esgotamento do modelo fordista de produção, baseado na exploração excessiva dos princípios da padronização e divisão do trabalho. O Japão liderou a nova trajetória de inovações organizacionais voltadas para a redução de desperdícios, aumento da qualidade, cooperação intra e interindustrial e uso intensivo de informação e conhecimento.

O terceiro, e mais importante, foi a onda de inovações iniciada com a invenção do transistor na década de 1940 e potencializada pela introdução do circuito integrado nos anos 70 e pela Internet nos anos 90. A microele-trônica serviu como base técnica para a imbricação das tecnologias de informática, telecomunicações, optoeletrônica, software e *broadcasting* e suas múltiplas aplicações que retroalimentam o processo de inovação.

As tecnologias da informação e da comunicação (TIC), aqui referidas propositadamente no plural por serem uma combinação de várias tecnologias, abrem oportunidades para inovações secundárias que vêm revolucionando a indústria e a organização do sistema produtivo global. Para as empresas e organizações, a principal consequência da difusão das TIC foi a abertura de novas trajetórias de inovações organizacionais, caracterizadas pelo desenvolvimento de modelos de gestão mais intensivos em informação e conhecimento. A possibilidade de integrar cadeias globais de suprimentos,

aproximar fornecedores e usuários e acessar informações em tempo real em multimídia, onde quer que elas se encontrem armazenadas, alimenta o desenvolvimento de uma nova infraestrutura, de novos modelos de negócios, e viabiliza inovações organizacionais que seriam impensáveis sem a informação e a comunicação digitais.

Do ponto de vista institucional, a globalização e a liberalização dos mercados reduziram os espaços econômicos privilegiados, eliminando muito do caráter idiossincrático das diferentes economias nacionais. As TIC têm um papel central nesse processo, pois constituem não apenas uma nova indústria, mas o núcleo dinâmico de uma revolução tecnológica. Ao contrário de muitas tecnologias, que são específicas de processos particulares, as inovações derivadas de seu uso têm a característica de permear, potencialmente, todo o tecido produtivo.

Impactos econômicos e organizacionais dasTIC

As mudanças tecnológicas necessitam de um ambiente organizacional adequado para ter seu potencial explorado. As organizações modificam não apenas sua estrutura funcional interna e a qualificação dos recursos humanos como também a forma de relacionamento com fornecedores e clientes. Veremos a seguir como a economia de tempo e a possibilidade de redefinir processos e integrar diferentes etapas da cadeia produtiva, do fornecedor de insumos ao usuário final, vêm causando impacto em diferentes processos econômicos.

Nova Estrutura Industrial

A rápida difusão das tecnologias de base microeletrônica conduziu as empresas de tecnologias da informação e da comunicação ao papel de carros--chefe da economia mundial. Hoje, as corporações globais mais lucrativas e que apresentam maiores taxas de crescimento não são mais os gigantes do paradigma fordista, mas sim um tipo de empresa que não existia há três décadas. A expressão *"wintelismo"* (junção de Windows + Intel) vem sendo usada para substituir tanto o *"fordismo"* quanto o *"toyotismo"* na caracterização do novo paradigma técnico-econômico, dando ênfase ao caráter informacional das novas trajetórias de inovação.

Aumento Do Conteúdo Informacional Da Produção

O conteúdo informacional vem crescendo não apenas em serviços como software e comunicações, mas também em produtos físicos. Os ciclos de vida dos produtos têm se encurtado, aumentando os custos relativos das atividades de P&D em função do menor prazo de permanência do produto no mercado. Um *chip,* por exemplo, tem menos de 5% de seu preço formado por custos diretos de fabricação, sendo o resto atribuído principalmente a despesas de marketing e P&D. Uma planta de difusão de *waffers* fica obsoleta em cinco anos, enquanto o design de um *chip* muda inteiramente a cada dois. Vem aumentando, assim, a importância do capital intangível, incorporado ao conhecimento tácito e

codificado.

Economias De Velocidade

A difusão das TIC permite o que Chandler (1977:281) considera como fundamental para assegurar o sucesso de qualquer sistema produtivo intensivo em capital: economias de velocidade. A redução do tempo necessário para completar um processo produtivo permite transformar custos fixos elevados em baixos custos unitários. A economia de capital de giro, a rapidez de atendimento ao cliente e o aumento da produtividade são os principais benefícios. Ao contrário das economias de escala, que somente grandes empresas podem capitalizar, as economias de velocidade podem beneficiar também empresas de pequeno porte. A economia de tempo pode ser obtida aplicando TIC em processos comuns a todas as empresas, como compra de suprimentos, processamento de vendas, transferência de recursos financeiros, desenvolvimento e distribuição de produtos e serviços. A redução do tempo necessário para realizar essas atividades permite diminuir o capital de giro empregado nos estoques intermediários e finais, tornando o fluxo produtivo mais contínuo e mais próximo dos princípios do *just in time*. Com sistemas integrados em tempo real, o *lead time* e o tempo de espera diminuem significativamente, pois aumenta o nível de sincronismo entre as atividades da organização. A Internet permite a aceleração dos fluxos comerciais e financeiros ao permitir a comunicação em tempo real entre agentes econômicos, melhorando sensivelmente a integração produtiva e logística tanto a montante como a jusante da cadeia produtiva.

Economias Externas

Vimos no primeiro capítulo que Marshall reconhecia as *economias externas* à empresa como fundamentais para o sucesso dos distritos industriais do século XIX. A concentração de recursos humanos qualificados, infraestrutura física e capacidade produtiva em uma determinada região podem contribuir para aumentar significativamente a eficiência coletiva das empresas individuais. As economias externas derivam da disponibilidade de fatores de produção especializados de baixo custo no mercado, em contraposição ao princípio fordista de aumento da produtividade através da melhor utilização dos recursos produtivos no interior da firma. As redes virtuais seguem a proposta marshaliana

ao ampliar os limites econômicos do distrito industrial para muito além de suas fronteiras geográficas, gerando externalidades positivas entre empresas integradas virtualmente. As redes apresentam externalidades positivas na proporção direta de seus usuários. À medida que novos usuários aderem a uma rede de comunicação, o tamanho da rede aumenta e, com isso, ampliam-se também as possibilidades de comunicação entre seus integrantes. Em consequência, a utilidade da rede para seus membros passa a ser maior, aumentando também a capacidade de atrair novos participantes.

Neosschumpeterianos e evolucionistas

A origem das teorias econômicas conhecidas como evolucionistas ou neosschumpeterianas é dupla: por um lado, Freeman (1974) resgata o estudo dos ciclos econômicos de Schumpeter, mostrando como a difusão de inovações está no centro dos movimentos cíclicos da economia mundial. Por outro lado, Nelson e Winter (1982) iniciaram uma linha de investigações, apoiada em Schumpeter, Simon, Penrose e Marris e em conceitos transpostos da biologia evolucionista, visando a incorporar a questão tecnológica das teorias da firma. A partir de então, uma massa crítica de pesquisadores em todo o mundo vem contribuindo para essa corrente do pensamento conhecida como neosschumpeteriana ou evolucionista.

A transposição de conceitos derivados das "ciências duras", como a física e a biologia, para a economia foi inicialmente proposta por Marshall. Apesar de optar pela mecânica newtoniana, ele acreditava que a analogia mais adequada seria com a biologia, mas considerava esta ciência complexa demais para ser transposta para a economia.

A linguagem evolucionista ou desenvolvimentista tem sido uma metáfora muito usada por economistas para descrever como a estrutura de uma economia muda ao longo do tempo. Indivíduos e organizações são entidades que "aprendem". Economistas costumam caracterizar certas indústrias como "jovens" e outras como "maduras". Mas essas metáforas não derivam propriamente da biologia evolucionista, pois o conceito geral de evolução, adotado pelos economistas, era conhecido antes mesmo de sua aplicação na biologia.

As teorias evolucionistas distinguem-se das teorias neoclássicas e das teorias da organização industrial por descartarem hipóteses básicas do pensamento econômico convencional. Três princípios podem ser destacados como chaves para entender as teorias evolucionistas (Coriat e Weinstein, 1995).

O primeiro é que, seguindo Marx e Schumpeter, consideram que a dinâmica econômica é baseada em inovações em produtos, processos e nas formas de organização da produção. Reforçam a ideia de que as inovações não são necessariamente graduais, podendo assumir caráter radical. Nesse caso, provocam grande instabilidade ao sistema econômico, alternando períodos de crise e de prosperidade. A aplicação do conceito de paradigmas científicos de Thomas Kuhn no estudo da evolução da ciência à economia assume várias

terminologias, tais como paradigma tecnológico (Dosi, 1982) e paradigma técnico-econômico de Carlota Perez. Eles querem denotar a essência descontínua atribuída ao crescimento econômico ao longo da história em função da inovação tecnológica.

Em segundo lugar, os evolucionistas descartam o princípio de *racionalidade invariante* (ou substantiva) dos agentes econômicos. Tomando por base as ideias de Simon, os evolucionistas criticam as hipóteses de racionalidade substantiva que predefine o comportamento dos agentes econômicos segundo o princípio da maximização. O conceito de maximização não é considerado útil, pois supõe um perfeito conhecimento do mercado pelos agentes econômicos. Os evolucionistas apontam para a necessidade de desenvolver uma visão dos agentes constituída de indivíduos e firmas distintas dotadas de características cognitivas próprias. A diversidade conduz à ideia de racionalidade procedural, ou seja, que a ação dos agentes se materializa ao longo do processo de negócios e que, portanto, não pode ser predefinida. A capacitação de uma empresa é resultante do processo de aprendizado ao longo das interações com o mercado e novas tecnologias, permitindo o estabelecimento de rotinas dinâmicas.

Terceiro, rejeita qualquer tipo de equilíbrio de mercado, conforme proposto pela teoria neoclássica, na medida em que não é possível alcançá-lo em ambiente coletivo de flutuações de agentes individuais com rotinas e capacitações distintas. Isso leva à critica da propriedade de auto-organização da firma, em resposta às flutuações do mercado, uma ideia defendida até hoje por autores neoclássicos.[1] Os mercados, segundo os evolucionistas, não são dotados da capacidade de eliminar eficazmente as firmas incapazes de se comportar segundo o princípio de maximização de lucros e propõem, alternativamente, o princípio da pluralidade de ambientes de seleção. Esse princípio permite explicar a existência de trajetórias tecnológicas diferentes e a grande variedade de estruturas de mercado e de características institucionais dos ambientes nos quais as firmas evoluem. Tecnologias e estruturas de mercado são consideradas idiossincráticas ao tipo de indústria e à natureza dinâmica das configurações particulares que condicionam o processo competitivo. É necessário, portanto, conhecer a natureza das barreiras à entrada, da regulamentação, do grau de competição e das possibilidades de explorar economias de escala e escopo.

A competitividade de uma empresa em uma atividade particular é definida pelos evolucionistas como um conjunto de competências tecnológicas diferenciadas, de ativos complementares e de rotinas. Tais competências são geralmente tácitas e não transferíveis, conferindo à firma um caráter único e

diferenciado. A evolução da firma depende da transformação das competências secundárias em centrais à medida que surgem oportunidades tecnológicas. O conceito de competência central é importante para definir uma firma, explicar por que elas diferem e como elas evoluem. A partir dele foram elaboradas tipologias sobre a "coerência" da firma e suas possíveis estratégias de crescimento: especialização, integração vertical, diversificação, conglomeração, participação em redes e estratégias "vazias" (apoiadas na subcontratação). Assim, são retomadas importantes questões da literatura de organização industrial.

A relação entre tecnologia e estrutura da indústria é retomada pelas novas teorias da firma, estabelecendo uma controvérsia com o modelo *estrutura, conduta e desempenho* (E-C-D), que exerceu considerável influência na legislação antitruste norte-americana. A relação entre estrutura e desempenho já havia sido questionada por Schumpeter, que criticou a excessiva preocupação dos economistas contemporâneos com a estrutura dos mercados – concorrência e oligopólio. A busca de posições monopólicas não é considerada em si uma prática danosa à concorrência, pois constitui a principal motivação para a inovação que, em última análise, beneficia o consumidor. Isso tem implicações importantes para as políticas de concorrência, que consideram a estrutura como a variável exógena que condiciona o comportamento e o desempenho das firmas. A cadeia de causalidade entre a estrutura da indústria, a conduta da empresa e o desempenho econômico, do modelo E-C-D, vem sendo redefinida pela literatura econômica, que passou a admitir a influência mútua dos fatores. O desempenho, assim como a conduta, também influencia a estrutura de mercado. A proposta neosschum-peteriana, no entanto, vai além dessas relações, associando a estrutura de mercado com o ciclo de evolução tecnológica do produto.

Nelson (1995) argumenta que, antes da emergência de um padrão ou projeto dominante, há pouco P&D orientado para melhorar o processo produtivo, porque o projeto do produto é instável e o mercado para cada produto é pequeno. Com a emergência de um projeto ou padrão dominante, os lucros derivados da exploração de novas formas de produção poupadoras de custos são consideráveis. Frequentemente, o desenvolvimento de um processo de produção melhor envolve a exploração de economias de escala latentes e o estabelecimento de modos de produção intensivos em capital. O argumento proposto por Abernathy e Utterback (1975) é que esse modelo de evolução tecnológica causa um padrão particular de evolução da firma e da estrutura da indústria. Nos estágios iniciais de uma indústria, as firmas tendem a ser

pequenas e a entrada no mercado é relativamente fácil, refletindo a diversidade de tecnologias empregadas e sua rápida mudança. Contudo, quando um padrão dominante emerge, e processos de produção especializados são desenvolvidos, barreiras à entrada começam a crescer e aumentam a escala e o capital necessários para produzir competitivamente.

Aprendizado cumulativo

A aprendizagem pode ser definida como um processo no qual a repetição e a experimentação fazem com que, ao longo do tempo, as tarefas sejam efetuadas de forma mais rápida e melhor e que as novas oportunidades operacionais sejam efetivamente experimentadas. A aprendizagem é cumulativa e coletiva (no âmbito da firma) e depende fundamentalmente de rotinas organizacionais codificadas ou tácitas. As rotinas constituem o fator determinante do comportamento das firmas. Uma vez estabelecidas, elas substituem a necessidade de coordenação hierárquica rígida, permitindo a coerência das decisões por indivíduos que conhecem seu trabalho, interpretam e respondem corretamente às mensagens que recebem. Cabe diferenciar as rotinas estáticas, que são simples repetição das práticas anteriores, das rotinas dinâmicas, que permitem incorporar novos conhecimentos. Os conhecimentos tácitos – não codificados e, portanto, mais difíceis de serem adquiridos e transferidos – são um ativo específico da firma, constituindo a base da diferenciação competitiva das empresas.

As tecnologias da informação dependem fundamentalmente do aprendizado dinâmico na incorporação de novas ferramentas de hardware e software, de novos parceiros e da alteração constante das rotinas e processos. Do ponto de vista das empresas, o caráter incipiente e mutante das TIC exige treinamento e experimentação, implicando a busca por um ambiente coletivo de aprendizado. A evolução da firma não é necessariamente lenta e gradual, mas tampouco é “aleatória”. Ela se dá em um sentido determinado pelas competências acumuladas e pela natureza de seus ativos específicos.

A partir desse sentido de dependência, podemos entender melhor o conceito de dependência da trajetória passada, exemplificado na Tabela 4.1, na qual o processo de transformação da firma consiste em uma explicação largamente endógena da mudança ou bifurcação da atividade principal. A diferenciação entre ativos primários e secundários permite entender o sentido das bifurcações, ou entradas em novos ramos de negócios. A mudança das competências principais é determinada por oportunidades tecnológicas com as quais a firma se defronta. Em outras palavras, “a história conta”, pois a firma só acumula com base nos conhecimentos adquiridos anteriormente e não se desvia de sua trajetória de forma bem-sucedida a não ser por mudanças na conjuntura econômica ou na natureza da tecnologia.

Tabela 4.1

Ondas longas de mudança tecnológica

Ondas	Características da infraestrutura dominante		
	C&T e educação	Transporte e Com.	Energia
1. Primeira revolução industrial (1780-1830)	Aprender-fazendo, sociedades científicas	Canais, estradas de carroças	Roda-d'água (moinhos)
2. Segunda revolução industrial (1830-1880)	Engenheiros mecânicos e civis	Estrada de ferro, telégrafo	Energia a vapor
3. Idade da eletricidade (1880-1930)	P&D industrial, química e eletricidade, laboratórios nacionais	Ferrovias (aço) e telefone	Eletricidade
4. Idade da produção em massa — fordismo — (1930-1980)	P&D industrial (empresas e governo) em larga escala. Educação de massa	Rodovias e rádio	Petróleo
5. Idade da microeletrônica (1980 a ?)	Rede de dados, redes globais de P&D; treinamento contínuo	Redes convergentes de telecomunicações em multimídia	Petróleo e gás
6. Tecnologias ambientais, saúde	Biotecnologia, genética, nanotecnologia	Telemática, teletrabalho	Energia renovável

Fonte: Freeman (1997).

A visão neoinstitucionalista da tecnologia

O conceito de inovação de Schumpeter é essencialmente centrado na firma e de certa forma negligencia o ambiente setorial e nacional no qual ela se insere. Os aspectos institucionais que afetam o comportamento econômico foram posteriormente identificados pela corrente institucionalista, que, segundo North (1990), atribui o desenvolvimento das nações à natureza de suas instituições. Segundo essa visão, as instituições de hoje guardam fortes conexões com as de ontem; daí a importância da trajetória institucional ou *path dependency.* Nenhum arranjo institucional pode ser definido como "ótimo", pois eles são frutos de contingências culturais e políticas típicas de cada país. Em alguns países, as instituições se desenvolveram de forma a favorecer o progresso econômico, enquanto em outros países, não. O ambiente institucional determina as oportunidades de lucro, direcionando as decisões e o processo de acumulação de conhecimentos das organizações, gerando trajetórias virtuosas ou viciosas.

A análise histórica das instituições e das características específicas da estrutura empresarial também pode contribuir para entender o papel do ambiente para promoção de inovações. Chandler (1977), considerado um pioneiro no estudo da história de empresas, tem uma concepção concreta de instituições, argumentando que a análise do ambiente institucional deve estar centrada nas corporações, na moderna universidade de pesquisas, no sistema financeiro e nas instituições reguladoras da atividade econômica internacional, tais como a Organização Mundial do Comércio (OMC) e o Fundo Monetário Internacional (FMI).

Rosemberg e Birdzell (1986), analisando as condições institucionais históricas que permitiram o surgimento da revolução industrial, argumentam que o Ocidente enriqueceu porque rompeu os vínculos com as velhas instituições e deixou o mercado funcionar. As revoluções burguesas foram essenciais para construir um novo sistema regulatório e legal que estimulasse a acumulação, a concorrência e a inovação. Foram criados, ao longo do processo de mudanças institucionais, mecanismos para assegurar o cumprimento das leis e para alterá-las de forma a permitir a adaptação às transformações econômicas e sociais. Tal processo permitiu que o Ocidente superasse economicamente o Oriente a partir do século XVII, na medida em que este ficou preso a instituições feudais e

religiosas que engessavam o processo evolutivo.

A visão institucionalista vem sendo revigorada pelo conceito de Sistema Nacional de Inovações, seguindo uma linha de abordagem iniciada por Freeman (1987), Nelson (1987) e Lundvall (1988) e que vem ganhando contribuições sucessivas da linha neosschumpeteriana. O principal foco de análise é a interação entre os atores econômicos, sociais e políticos que fortalece capacitações e favorece a difusão de inovações em um determinado país. Tal interação permite produzir melhores resultados analíticos. A literatura neosschumpeteriana enfatiza que as trajetórias que emergem de um paradigma tecnoeconômico raramente são "naturais", impulsionadas apenas por fatores científicos e tecnológicos externos. Fatores econômicos e sociopolíticos são muito importantes na determinação de trajetórias tecnológicas em diferentes países. O processo de seleção ocorre dentro de um ambiente específico, onde a qualidade das instituições técnicas e científicas, das estratégias do setor privado, dos estímulos e financiamentos às inovações cumpre papel fundamental.

Caso 4.1

A *Space Shuttle* e as bitolas ferroviárias

- A bitola das ferrovias (distância entre os dois trilhos) nos Estados Unidos é de 4 pés e 8,5 polegadas.
- Por que esse número "mágico" foi utilizado? Porque essa era a bitola das ferrovias inglesas e, como as americanas foram construídas pelos ingleses, esta foi a medida utilizada.
- Por que os ingleses usavam essa medida? Porque as empresas que construíam os vagões eram as mesmas que construíam as carroças, antes das ferrovias e se utilizavam dos mesmos ferramentais das carroças.
- Por que essas medidas (4 pés e 8,5 polegadas) para as carroças? Porque a distância entre as rodas das carroças deveria servir para as estradas antigas da Europa, que tinham essa medida.
- E por que tinham essa medida? Porque essas estradas foram abertas pelo antigo Império Romano quando de suas

conquistas, e tinham as medidas baseadas nas antigas bigas romanas.

- E por que as medidas das bigas foram definidas assim? Porque foram feitas para acomodar dois traseiros de cavalos!
- E, finalmente... O ônibus espacial americano, o Space Shuttle, utiliza dois tanques de combustível sólido (SRB – *Solid Rocket Booster)* que são fabricados pela Thiokol, em Utah. Os engenheiros que os projetaram queriam fazê-los mais largos, porém, tinham a limitação dos túneis das ferrovias por onde eles seriam transportados, os quais tinham suas medidas baseadas na bitola da linha.

Fonte: História colhida na Internet pelo professor Sergio Queiroz, da Unicamp.

Segundo a corrente evolucionista, o processo de aprendizado é cumulativo e dependente da trajetória passada, ou seja, a evolução de uma firma é determinada pelas competências acumuladas e pela natureza de seus ativos específicos. As competências mudam em função das oportunidades tecnológicas. A diversidade de ambientes de seleção vai explicar as diferentes trajetórias e as variedades de estruturas de mercado. Muito do conhecimento da firma é tácito, social e distribuído ou fragmentado entre os diversos agentes participantes do processo econômico, principalmente na esfera da produção.

Ciclos econômicos de longo prazo

A ocorrência de ciclos periódicos de crescimento e declínio das atividades produtivas é um fenômeno que pode ser observado desde a revolução industrial. Entretanto, as dificuldades de comprovar suas causas e estabelecer uma periodicidade definida são motivos de ceticismo entre os economistas. Kondratieff (1925) foi pioneiro no estudo das ondas largas ao analisar o comportamento histórico dos preços de *commodities*. Ele observou que, em períodos de crescimento econômico, os preços das matérias-primas e insumos, cuja oferta é inerentemente inelástica em curto prazo, tendiam a subir rapidamente, enquanto o inverso ocorria em épocas de crise. Assim, por meio de regressões nas séries estatísticas históricas de preços, Kondratieff identificou três grandes ciclos no período compreendido entre 1790 a 1920.

Schumpeter atribuiu a ocorrência dos ciclos de Kondratieff ao processo de difusão de grandes inovações na economia mundial. Ele associou os períodos de prosperidade à fase de rápida difusão de inovações-chave no sistema produtivo, a exemplo da máquina a vapor e da eletricidade. O sucesso de empresários inovadores na introdução de novos produtos e processos proporcionaria uma onda de otimismo diante das perspectivas de grandes lucros. Ao reproduzir as inovações bem-sucedidas, empresários imitadores realizariam investimentos produtivos e criariam novos empregos, favorecendo o crescimento econômico.

O *boom* terminaria dando espaço à depressão que se iniciaria quando o potencial de exploração das novas tecnologias se esgotasse. À medida que as inovações se difundissem e seu consumo se generalizasse, haveria uma tendência de redução das margens de lucro e geração de *capacidade ociosa*. Consequentemente, os empresários diminuiriam a produção, interromperiam investimentos e passariam a reduzir custos e a demitir mão de obra, levando a economia a uma fase de recessão.

Para Schumpeter, a alternância entre recessão e prosperidade não depende apenas do surgimento de inovações, mas também da criação de condições institucionais adequadas para sua difusão. Nesse entremeio, ocorre a chamada “destruição criadora”, em que as velhas estruturas são sucateadas para permitir um novo ciclo de crescimento. Ele considerou que os *clusters* irregulares de inovação eram cruciais para o desenvolvimento. O ciclo de prosperidade termina quando desaparecem os lucros monopolistas derivados de inovações e a competição se desloca para os preços. A passagem da depressão para o

crescimento ocorre após a conclusão do processo de destruição que acompanha as grandes inovações. A solução fundamental surge quando novos bens de consumo e métodos de produção e transportes aparecem, quando novos mercados e formas de organização da produção são criados.

O interesse no tema foi renovado quando a economia mundial interrompeu um longo ciclo de crescimento e embarcou, na década de 1970, em uma crise que não era adequadamente explicada por análises de curto e médio prazos. Vários novos aportes teóricos vêm sendo desenvolvidos desde então, associando os ciclos econômicos de longo prazo ao surgimento de inovações. Embora haja muito ceticismo sobre a existência de uma "lei" de ondas largas, a economia mundial está longe de se comportar de maneira contínua e equilibrada, como propõe a economia neoclássica. O conceito de ciclos longos nos ajuda a entender os impactos das inovações e as características da infraestrutura dominante em cada paradigma.

Mensch (1979) atualizou a teoria dos ciclos de Schumpeter e desenvolveu uma base empírica associando os surtos de crescimento ao surgimento de *clusters* de inovações básicas que dão origem a setores inteiramente novos. Tais inovações permitem a criação de mercados de massa, gerando crescimento econômico e aprimoramento contínuo de produtos e processos. Entretanto, em certo ponto, a capacidade produtiva se torna grande demais para o mercado doméstico e as exportações se tornam cruciais. À medida que outros países também passam pelo mesmo processo, a competição aumenta e desencadeia um processo de concentração. Cientes da saturação dos mercados, os empresários reduzem seus investimentos e dão preferência a aplicações no mercado financeiro em detrimento da produção, dando origem a uma fase recessiva. Mensch endossa a tese de Schumpeter de que somente um novo surto de inovações pode tirar a economia da depressão.

O estudo dos ciclos longos foi aprofundado por Freeman (1997), que acrescentou um terceiro ciclo, associado ao fordismo, e um quarto, associado à difusão da microeletrônica. Ele propõe que um sexto ciclo deverá ocorrer no futuro, com base na biotecnologia associada ao meio ambiente e à saúde. Também foram desenvolvidas novas análises sobre as características da infraestrutura dominante em cada paradigma em termos de ciência, tecnologia e educação, transportes e comunicação e energia.

A Tabela 4.1 mostra que cada paradigma requer diferentes infraestruturas física e social para se difundir. Entre a invenção de uma nova tecnologia e sua transformação em produtos e processos há um longo caminho a percorrer. Por

exemplo, o transistor foi inventado em 1949, mas somente com a introdução do microprocessador pela Intel, em 1971, a microeletrônica começou a se difundir amplamente na economia, ao reduzir drasticamente os custos dos equipamentos eletrônicos. O quinto ciclo deverá se esgotar à medida que a microeletrônica atingir patamares elevados de difusão e as oportunidades de crescimento e de investimentos começarem a declinar. Tal processo abrirá maior espaço para o predomínio dos investimentos nas ciências da vida como motor do desenvolvimento. O avanço recente da biotecnologia mostra que a direção do progresso técnico deverá mesclar informação, biologia molecular e outras ciências afins, trabalhando em novas dimensões subatômicas através da nanotecnologia.

Resumo

A partir do último quartil do século XX, observa-se um processo de esgotamento do modelo fordista-taylorista que até então dominava a economia mundial. A diminuição dos recursos naturais, das formas rígidas de organização da produção e o surgimento da microeletrônica são apontados como responsáveis por tal esgotamento. As tecnologias da informação e comunicação abrem novas trajetórias de inovação e organização da produção renovando o processo de destruição criadora que afeta a economia mundial desde a revolução industrial.

A corrente evolucionista ou neosschumpeteriana, estabelecida quase quatro décadas após a publicação de *Capitalismo, socialismo* e *democracia*, constitui o principal recurso teórico para analisar a nova era. Ela rejeita as teorias convencionais sobre a firma e retoma a tradição clássica de investigar as causas da riqueza econômica. Baseando sua metodologia na escola historicista alemã, os neosschumpeterianos endossam e aperfeiçoam as interpretações de Marx e Schumpeter sobre o fenômeno do desenvolvimento econômico.

Além de atribuir a dinâmica econômica às inovações em produtos, processos e à forma de organização da produção, os neosschumpeterianos atualizam o debate ao rejeitar o princípio de equilíbrio de mercado, diante do ambiente coletivo de mudanças proporcionadas por agentes individuais. Seguindo as proposições dos behavioristas, criticam as teorias de racionalidade substantiva que predefinem o comportamento das firmas segundo o princípio da maximização. A tecnologia é considerada um elemento endógeno presente nas relações produtivas e na valorização do capital, em oposição à teoria neoclássica, que via tal mudança como um elemento externo.

Cabe lembrar que as formulações de novos conceitos para analisar firmas e mudança tecnológica são essencialmente multidisciplinares. As áreas do conhecimento da Administração de Empresas e da Engenharia da Produção, por serem mais empíricas e aplicadas, têm sido muito mais receptivas às ideias evolucionistas do que o campo das Ciências Econômicas, que vem assumindo uma postura mais abstrata e estilizada. A literatura de estratégia de negócios tem contribuído significativamente para o desenvolvimento das ideias neosschumpeterianas, como veremos na segunda parte deste livro.

Leitura complementar

No âmbito da literatura neosschumpeteriana, duas obras são destacadas por seu caráter seminal e por sua influência marcante sobre os estudos posteriores: a primeira é o livro de Chris Freeman, *The Economics of Industrial Technology*, que foi reeditado em 1997 em parceria com Luc Soete. A outra é o livro de Richard Nelson e Sidney Winter, *An Evolutionary Theory of Economic Change*, publicado em 1982. Tais obras ainda não foram traduzidas para o português.

O livro *Economia Industrial*, editado por Kupfer e Hasenclever, constitui uma boa referência recente para aprofundar os fundamentos teóricos aqui citados. A questão dos paradigmas e trajetórias tecnológicas é analisada por Renata La Rovere no livro editado por Victor Pelaez e Tamás Szmrecsányi – *Economia da Inovação Tecnológica.*

[1] Especialmente aqueles ligados à Escola de Chicago, como Friedman, Stigler e Becker.

PARTE II
Inovação e competitividade

Capítulo 5 Inovação e difusão tecnológica

Capítulo 6 Fontes de inovação na empresa

Capítulo 7 Setor de atividades, tamanho da firma e localização geográfica

Capítulo 8 Inovação e competitividade internacional

CAPÍTULO 5

Inovação e difusão tecnológica

Quando uma inovação é introduzida pioneiramente por uma única empresa, seus impactos econômicos são limitados ao âmbito do inovador e, eventualmente, de seus clientes. Uma inovação só produz impactos econômicos abrangentes quando se difunde amplamente entre empresas, setores e regiões, desencadeando novos empreendimentos e criando novos mercados.

Neste capítulo, revemos os principais conceitos, taxonomías e condicionantes dos processos de inovação e difusão tecnológica a partir de quatro dimensões básicas: (i) direção ou trajetória tecnológica; (ii) ritmo ou velocidade de difusão; (iii) fatores condicionantes positivos e negativos; e (iv) impactos econômicos e sociais. Discutimos, também, os principais indicadores de difusão tecnológica com ênfase na indústria brasileira.

Conceitos de mudança tecnológica

Estatísticas sobre inovação tecnológica se tornaram disponíveis somente a partir dos anos 60, quando foi elaborado o Manual Frascati por iniciativa da Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). O manual consolidou conceitos e definições sobre as atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e permitiu a criação de sistemas de indicadores de esforço e desempenho tecnológico.

Do ponto de vista conceitual, uma primeira distinção é usualmente feita entre tecnologias e técnicas. A *tecnologia* pode ser definida como conhecimento sobre técnicas, enquanto as *técnicas* envolvem aplicações desse conhecimento em produtos, processos e métodos organizacionais. Outra distinção importante é feita entre invenção e inovação. A *invenção* se refere à criação de um processo, técnica ou produto inédito. Ela pode ser divulgada através de artigos técnicos e científicos, registrada em forma de patente, visualizada e simulada através de protótipos e plantas piloto sem, contudo, ter uma aplicação comercial efetiva. Já a *inovação* ocorre com a efetiva aplicação prática de uma invenção. Para Milton Santos (2003:47), não há inovação sem invenção, assim como não há técnicas sem tecnologia.

Rogers e Shoemaker (1971) definem inovação como “uma ideia, uma prática ou um objeto percebido como novo pelo indivíduo”. Essa interpretação, por sua abrangência, é coerente com o conceito schumpeteriano, pois não associa necessariamente a inovação ao conhecimento científico. Tampouco precisa ser nova para os competidores ou para o país. Na prática, muitas inovações são frutos da experimentação prática ou da simples combinação de tecnologias existentes. Vimos na Parte I que Schumpeter adota uma concepção abrangente de inovação, associando-a a tudo que diferencia e cria valor a um negócio. Isso inclui, além do desenvolvimento de novos produtos e processos, as atividades de criação de um novo mercado antes inexistente, a exploração de uma nova fonte de suprimentos e a reestruturação dos métodos de organização. O conceito schumpeteriano de inovação é útil para tratar da gestão tecnológica e organizacional, pois está mais diretamente focado na melhoria da competitividade de uma empresa no mercado.

A referência conceitual e metodológica mais utilizada para analisar o processo de inovação é o Manual de Oslo, desenvolvido pela própria OCDE para ampliar a abrangência do Manual Frascati, que se restringia a monitorar as atividades de

pesquisa e desenvolvimento (P&D). Ele permite a comparação de estatísticas internacionais e serve como base para a pesquisa da União Europeia sobre inovação que, por sua vez, inspirou a Pesquisa Industrial sobre Inovação Tecnológica (PINTEC) do IBGE no Brasil. Ambas monitoram três tipos de inovação: (i) produtos; (ii) processos; e (iii) mudanças organizacionais. As informações coletadas abordam o comportamento inovador da empresa, os tipos de atividades empreendidas, os impactos percebidos e os incentivos e obstáculos à inovação.

De acordo com o Manual de Oslo, "*produto* tecnologicamente novo é aquele cujas características fundamentais diferem significativamente de todos os produtos previamente produzidos pela empresa". Inclui também aperfeiçoamento tecnológico de produto previamente existente cujo desempenho foi substancialmente aprimorado através da utilização de novas matérias-primas ou componentes e subsistemas de maior rendimento. Dessa definição são excluídas as mudanças puramente estéticas ou de estilo e a comercialização de produtos novos integralmente desenvolvidos e produzidos por outra empresa.

Já as inovações de *processo* referem-se a formas de operação tecnologicamente novas ou substancialmente aprimoradas, obtidas pela introdução de novas tecnologias de produção, assim como de métodos novos ou substancialmente aprimorados de manuseio e entrega de produtos. Os resultados das inovações de processo devem alterar significativamente o nível de qualidade do produto ou dos custos de produção e entrega. São excluídas as mudanças pequenas ou rotineiras nos processos produtivos existentes e aquelas puramente administrativas ou organizacionais.

As inovações *organizacionais,* por sua vez, referem-se a mudanças que ocorrem na estrutura gerencial da empresa, na forma de articulação entre suas diferentes áreas, na especialização dos trabalhadores, no relacionamento com fornecedores e clientes e nas múltiplas técnicas de organização dos processos de negócios.

A *difusão* pode ser definida como "o processo pelo qual uma inovação é comunicada através de certos canais, através do tempo, entre os membros de um sistema social" (Rogers e Schoemaker, 1971). Os processos de inovação e difusão, entretanto, não podem ser totalmente separados, pois em muitos casos a difusão contribui para o processo de inovação. A difusão de um produto ou processo no mercado revela problemas que podem ser corrigidos em novas versões. Assim, a difusão alimenta e direciona a trajetória de inovação, revelando as necessidades cambiantes da demanda por soluções técnicas. A

capacidade para aperfeiçoar e adaptar um novo produto ou processo às condições específicas de um setor ou país é fundamental para o sucesso da difusão tecnológica.

Tipos de inovações

As mudanças tecnológicas são usualmente diferenciadas por seu grau de inovação e pela extensão das mudanças em relação ao que havia antes. A gama de inovações observadas na atividade econômica é classificada por Freeman da seguinte forma, segundo seus impactos:

O nível mais elementar e gradual de mudanças tecnológicas é representado pelas *inovações incrementais*. Elas abrangem melhorias feitas no *design* ou na qualidade dos produtos, aperfeiçoamentos em *layout* e processos, novos arranjos logísticos e organizacionais e novas práticas de suprimentos e vendas. As inovações incrementais ocorrem de forma contínua em qualquer indústria, embora possam variar conforme o setor ou país em função da pressão da demanda, fatores socioculturais, oportunidades e trajetórias tecnológicas. Elas não derivam necessariamente de atividades de P&D, sendo mais comumente resultantes do processo de aprendizado interno e da capacitação acumulada.

A mudança tecnológica é considerada *radical* quando rompe as trajetórias existentes, inaugurando uma nova rota tecnológica. A inovação radical geralmente é fruto de atividades de P&D e tem um caráter descontínuo no tempo e nos setores. A descontinuidade pode ser caracterizada pelo clássico exemplo de que “muitas carroças enfileiradas não formam um trem”. Ou seja, a inovação radical rompe os limites da inovação incremental, trazendo um salto de produtividade e iniciando uma nova trajetória tecnológica incremental. A Figura 5.1 exemplifica as diferentes trajetórias para o caso de inovações em processos.

Tabela 5.1

Taxonomía das mudanças tecnológicas

Tipo de mudança	Características
Incremental	Melhoramentos e modificações cotidianas.
Radical	Saltos descontínuos na tecnologia de produtos e processos.
Novo sistema tecnológico	Mudanças abrangentes que afetam mais de um setor e dão origem a novas atividades econômicas.
Novo paradigma tecnoeconômico	Mudanças que afetam toda a economia envolvendo mudanças técnicas e organizacionais, alterando produtos e processos, criando novas indústrias e estabelecendo trajetórias de inovações por várias décadas.

Fonte: Freeman (1997).

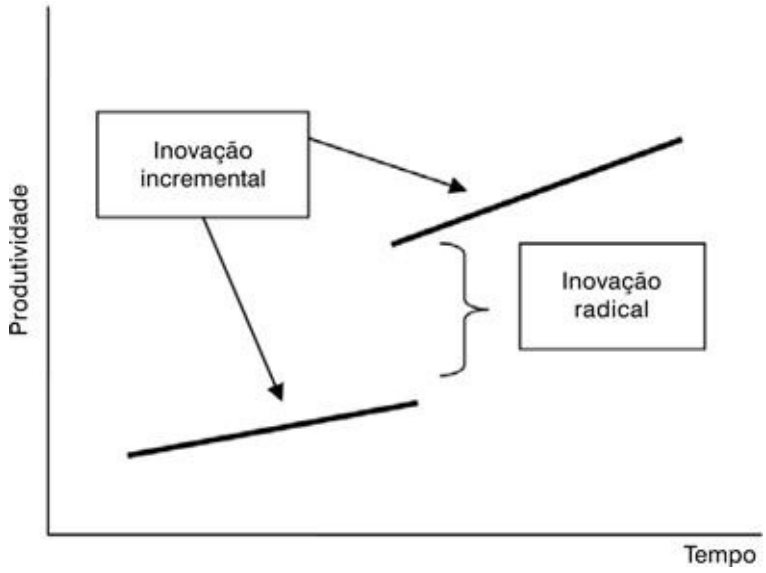


FIGURA 5.1 Trajetórias de inovações incrementais e radicais em processos.

O estágio seguinte nessa sequência evolutiva é o das *mudanças no sistema tecnológico*, no qual um setor ou grupo de setores é transformado pela emergência de um novo campo tecnológico. Tais inovações são acompanhadas de mudanças organizacionais tanto no interior da firma como em sua relação com o mercado. Os materiais sintéticos de origem petroquímica, como plásticos e elastômeros desenvolvidos a partir da segunda metade do século XX, são um bom exemplo, pois deram origem a novos materiais de uso generalizado na indústria. A Internet também pode ser considerada uma mudança no sistema tecnológico, pois vem alterando as formas de comunicação e criando novas áreas de atividade econômica.

As *mudanças no paradigma técnico-econômico*, por sua vez, envolvem inovações não apenas na tecnologia como também no tecido social e econômico no qual elas estão inseridas. Tais revoluções não ocorrem com frequência, mas sua influência é pervasiva e duradoura. Um paradigma não é apenas técnico, pois necessita de mutações organizacionais e institucionais para se consolidar. Uma mudança de paradigma abrange vários *clusters* de inovações radicais e incrementais, afetando quase todos os ramos da economia. Os ciclos longos de desenvolvimento são atribuídos a câmbios sucessivos de paradigma tecnológico, como, por exemplo, a máquina a vapor, a eletricidade e a microeletrônica. Tais inovações constituíram, em diferentes épocas, os fatores-chave que estavam na raiz das transformações tecnológicas e econômicas mundiais. Para constituir um fator-chave de um novo paradigma, uma nova tecnologia deve apresentar as

seguintes condições:

- *Custos baixos com tendências declinantes:* somente grandes reduções de custos podem motivar mudanças de comportamento nos agentes econômicos. Na microeletrônica, observa-se a "Lei de Moore",[1] segundo a qual a capacidade dos processadores dobra a cada 18 meses em relação a seu preço.
- *Oferta aparentemente ilimitada:* os fatores-chave não podem ser escassos, pois precisam estar disponíveis de forma abundante e sustentável em longo prazo. O esgotamento das reservas de petróleo e seus altos preços retiraram, a partir da década de 1970, sua capacidade de sustentar inovações intensivas em energia. A microeletrônica, em contraste, utiliza pouquíssimo material e energia, pois seu principal insumo é a inteligência humana, um recurso aparentemente inesgotável.
- *Potencial de difusão em muitos setores e processos:* um fator-chave não pode ser de uso restrito a poucos setores específicos, mas deve ser potencialmente aplicável em termos universais. A microeletrônica cumpre hoje este papel, pois abriu novas possibilidades de inovação em praticamente todos os setores de atividades econômicas e sociais.

Fatores indutores da mudança tecnológica

Oferta E Demanda

A literatura de Organização Industrial identifica duas forças indutivas básicas da mudança tecnológica. A primeira, proposta por Schmookler (1966), aponta para as necessidades explicitadas pelos usuários e consumidores *(demandpull).* A segunda define tecnologia como um fator autônomo ou quase autônomo, derivado dos avanços da ciência *(technology push).* Tal distinção é evidentemente difícil de ser feita na prática, em que são encontrados exemplos de ambos os impulsos e frequentemente uma combinação dos dois. Para Fransman (1986), a geração de inovações tende a ser induzida pela oferta de novos conhecimentos, enquanto a difusão dessas tecnologias é, em larga medida, determinada pela demanda.

A principal evidência em favor do *technology push* é que a ciência básica vem efetivamente criando oportunidades significativas para algumas aplicações tecnológicas lucrativas. Os avanços da ciência, entretanto, não são autônomos, pois são diretamente influenciados por políticas públicas e trajetórias tecnológicas. A relação entre ciência e tecnologia tem, portanto, um caráter interativo que inclui também o contexto econômico, político e tecnológico de cada país ou região.

Em países avançados, os esforços de P&D realizados por universidades e centros de pesquisas civis e militares podem eventualmente resultar em inovações impulsionadas pela tecnologia. Já em países em desenvolvimento, onde a capacidade científica para gerar tecnologias é mais limitada e a capacidade e autonomia das empresas para realizar inovações radicais é menor, a demanda constitui o principal estímulo à inovação. A difusão de uma tecnologia, especialmente em países menos desenvolvidos, exige uma série de adaptações às circunstâncias do mercado local, em função dos níveis de renda, condições climáticas, hábitos dos consumidores, escala de negócios e disponibilidade de insumos e materiais.

Custos Dos Fatores De Produção

A hipótese de que as inovações são induzidas por mudanças relativas nos preços dos fatores de produção foi proposta inicialmente por Hicks (1932), que argumentou que as inovações são naturalmente orientadas para a economia de fatores, sendo que a disponibilidade de capital tende a crescer mais do que a oferta de trabalho. A substituição dos fatores ocorre através de uma gama de técnicas que visam a frear a queda da lucratividade. Hicks considera que as inovações induzidas pelo preço relativo dos fatores visam a manter a economia na rota de crescimento, através do aumento da produtividade e da poupança de insumos escassos.

As inovações induzidas pelo custo relativo dos fatores podem ser observadas ao longo da história, principalmente em países cujo custo da mão de obra era relativamente caro. No início do século XX, o salário semanal de um trabalhador rural americano era suficiente para comprar um acre de terra. Sendo a terra um recurso abundante e o trabalho escasso, para que grandes propriedades fossem lucrativas, era necessário desenvolver máquinas poupadoras de mão de obra, a exemplo do trator e da colheitadeira. Da mesma forma, o alto custo e a pouca disponibilidade de empregados domésticos nos Estados Unidos induziram uma onda de inovações em eletrodomésticos, como a lavadora de pratos. Tal produto é até hoje pouco difundido no Brasil, onde o custo do trabalho é relativamente baixo comparado ao custo do capital.

O processo de difusão tecnológica

A dinâmica da difusão pode ser entendida como a trajetória de adoção de uma tecnologia no mercado, com foco nas características da tecnologia e nos demais elementos que condicionam seu ritmo e direção. As teorias sobre difusão procuram identificar regularidades empíricas que permitam descrever e, eventualmente, antecipar o ritmo de adoção de inovações. Santos (2005) aponta dois tipos de modelos básicos: modelos indutivos, baseados na existência de ondas de inovações; e modelos probabilísticos ou estocásticos, que expressam as probabilidades de a difusão ocorrer. A metodologia *Delphi* é um exemplo de modelo estocástico de previsão utilizado para estimar a probabilidade de uma inovação se difundir em um universo de usuários potenciais em um determinado prazo.

O processo de difusão tecnológica é usualmente analisado a partir de quatro dimensões básicas: (a) direção ou trajetória tecnológica; (b) ritmo ou velocidade de difusão; (c) fatores condicionantes, tanto positivos quanto negativos; e (d) impactos econômicos e sociais. A seguir, examinaremos cada uma dessas dimensões.

Direção Ou Trajetória Tecnológica

A direção assumida por uma determinada tecnologia se refere às opções técnicas adotadas ao longo de uma trajetória evolutiva. Isso inclui, por exemplo, decisões sobre materiais utilizados, processos de fabricação, sistemas operacionais, protocolos de comunicação, tecnologias complementares, áreas de aplicação e outras decisões cruciais para viabilizar uma nova tecnologia e adaptá-la às necessidades da demanda. Quando surge uma inovação de caráter radical, sua viabilidade técnica e econômica não está ainda efetivamente testada no mercado. Nessa fase, costumam ocorrer “guerras de padrões” até que uma ou poucas rotas tecnológicas se consolidem na indústria. O padrão pode ser resultado do sucesso comercial de um determinado protocolo ou conjunto de regras de inter-relação técnica (conhecidas na literatura como “padrões de fato”) ou ser estabelecido em comum acordo por governos, associações de empresas ou organismos multilaterais e definido como “padrão oficial”. A disputa por padrões não é apenas técnica, dadas suas grandes implicações políticas e econômicas para empresas e países. No final do século XIX, ocorreu uma acirrada disputa entre as

técnicas de transmissão de eletricidade via corrente contínua e corrente alternada, que atrasou por vários anos sua efetiva difusão até que a corrente alternada fosse finalmente escolhida. A decisão sobre uma determinada rota pode, em certos casos, ter uma grande influência sobre a trajetória futura, em função do processo de dependência da trajetória anterior.

Ritmo De Difusão

O ritmo de difusão de uma tecnologia se refere à velocidade de sua adoção pela sociedade, medida pela evolução do número de adotantes ao longo do tempo dentro do universo potencial de usuários. A difusão não se dá de modo uniforme e constante no tempo e no espaço, pois agentes econômicos, países e regiões buscam e selecionam tecnologias sob a influência de diferentes fatores condicionantes. O ritmo de difusão tecnológica pode ser previsto a partir de modelos analíticos que descrevem o padrão evolutivo das tecnologias existentes e sua substituição por novas, tanto em produtos quanto em processos.

Mansfield (1961), considerado um dos pioneiros na análise do processo de difusão tecnológica, realizou estudos empíricos sobre a difusão do milho híbrido na agricultura norte-americana para comprovar sua hipótese sobre o ciclo de vida da tecnologia. Ele mostrou que a evolução temporal da adoção de uma tecnologia pode ser representada por uma função logística de crescimento, conhecida como “Lei de Pearl”. Essa função é simétrica e tem a forma de um gradiente S positivo, a exemplo das funções de crescimento frequentemente utilizadas na biologia e nas ciências sociais para analisar modelos de difusão de epidemias, rumores etc. A hipótese básica do modelo é que a velocidade de crescimento do número de empresas que adotam uma nova tecnologia depende do número de empresas que já assimilaram a tecnologia e do número de empresas com potencial de utilizarem, mas que ainda não o fizeram. A mesma ideia pode ser expressa em termos epidemiológicos: “a velocidade com que uma doença contagiosa se espalhada é diretamente proporcional ao número de pessoas infectadas até o momento e ao tamanho da população da cidade que está potencialmente exposta à doença” (Nieto *et al*, 1998).

A forma genérica como uma tecnologia evolui e se difunde no mercado é frequentemente associada ao conceito de ciclo de vida. A inovação, a exemplo do processo biológico apresentado por seres vivos, envolve um ciclo dividido em quatro estágios: introdução, crescimento, maturação e declínio. Embora nem todas as tecnologias apresentem esse ciclo de vida, o modelo é considerado

apropriado para descrever de forma genérica a trajetória das inovações.

A Figura 5.2 apresenta quatro fases distintas do processo de difusão de uma tecnologia segundo o modelo em forma de S. A primeira é de *introdução* do novo produto, serviço ou processo, em que um número pequeno de empresas adota a tecnologia. Nessa fase, há uma grande incerteza quanto aos resultados da inovação. À medida que o inovador pioneiro tem sucesso e ocorre uma melhoria progressiva do desempenho da tecnologia, ela entra na fase de *crescimento.* O processo de difusão se acelera à medida que o conhecimento acumulado aumenta e o desempenho tecnológico melhora. Sucessivas inovações incrementais são realizadas visando a melhorar a *performance* e o *design* do produto, assim como investimentos para aumentar a escala do processo. Na fase de *maturação,* as vendas começam a se estabilizar, as inovações incrementais tornam-se menos frequentes e os processos produtivos se tornam mais padronizados. Na fase de *declínio,* alguns usuários deixam de usar a tecnologia em função do surgimento de outras inovações.

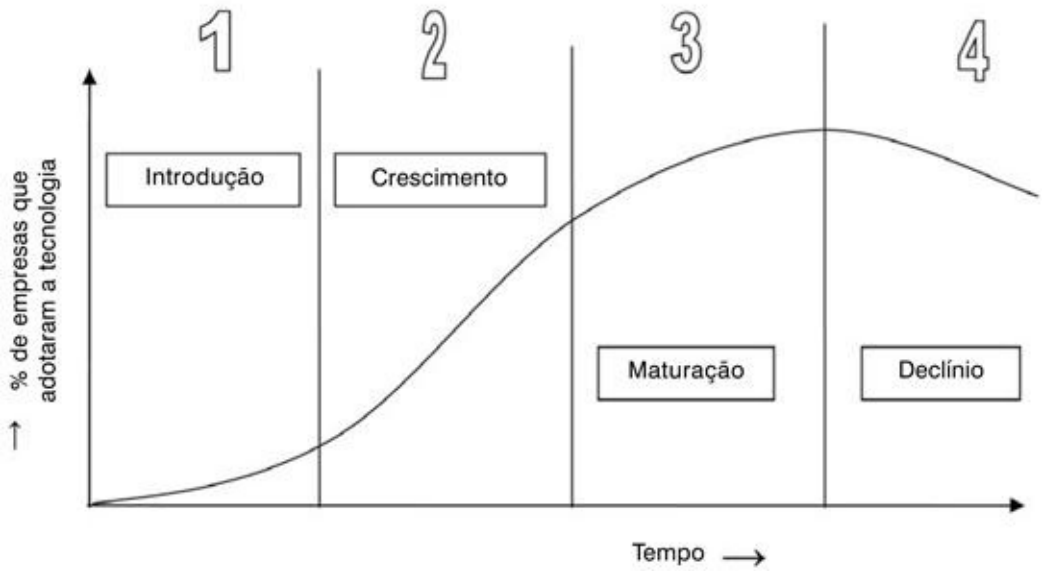


FIGURA 5.2 Modelo de difusão tecnológica.

Essa função logística de crescimento tem origem em modelos de difusão de epidemias, sendo posteriormente adaptada para modelar processos de difusão tecnológica. Entretanto, a analogia com o modelo epidêmico precisa ser adequada a situações específicas quando aplicada à difusão de inovações. A

trajetória de uma tecnologia não segue necessariamente o padrão em S. Algumas passam diretamente do crescimento ao declínio, pulando a fase de maturidade. Esse parece ser o caso do aparelho de fax apresentado a seguir. Em outros casos, o processo de difusão da tecnologia é revitalizado após um período de declínio por meio de mudanças incrementais de *design*, redução de custos ou melhoria de desempenho, revertendo assim o ciclo de declínio sugerido pela curva em S. As empresas também podem prolongar o ciclo de vida de uma tecnologia por meio de inovações complementares e do reposicionamento do produto no mercado. O telefone fixo convencional, que vem perdendo mercado para o celular, está vivenciando uma onda de inovações revitalizadoras visando a estancar seu declínio.

Caso 5.1

O ciclo de vida do fax

A tecnologia do fax constitui um bom exemplo das diferentes fases do ciclo de vida das inovações. O sistema foi introduzido nos anos 80, causando grande impacto nas telecomunicações, na medida em que possibilitava a transmissão de textos e imagens por via telefônica com grandes vantagens em relação à tecnologia telex utilizada até então para a transmissão de textos. O sucesso foi imediato, permitindo um rápido crescimento das vendas até a primeira metade da década de 1990, quando o fax entrou em seu período de maturação. A partir de então, o advento da Internet e a rápida difusão do uso de e-mail tornaram o produto obsoleto, levando-o à fase de declínio. O fax não deixou de existir, mas hoje seu uso se limita ao nicho de mercado da transmissão de documentos não digitalizados que precisem exibir assinaturas e carimbos.

Fatores Condicionantes

A difusão de novas tecnologias depende de fatores condicionantes que atuam tanto de forma positiva, no sentido de estimular a adoção, quanto negativa, restringindo seu uso. Tais fatores podem ser de natureza técnica, econômica ou de caráter institucional, como veremos a seguir.

Condicionantes técnicos

Do ponto de vista técnico, a difusão é condicionada pelo grau em que uma inovação é percebida como difícil de ser entendida e usada. Quanto mais complexa a tecnologia, maior será a necessidade de suporte técnico para a solução de problemas. Tecnologias muito inovadoras podem criar impasses no processo decisório devido à insuficiência de informações, incertezas quanto a sua direção e aos riscos inerentes ao pioneirismo. Da mesma forma, quando há muitas variedades de alternativas tecnológicas, a comparação entre elas se torna difícil.

A difusão de uma tecnologia geralmente não é um processo isolado, pois depende da coevolução de um conjunto relacionado de inovações. Ou seja, para que determinados produtos e serviços se difundam no mercado, é preciso que outras inovações estejam disponíveis. A coevolução é especialmente relevante em indústrias de rede, a exemplo das telecomunicações, nas quais a introdução de um novo equipamento ou tecnologia depende da possibilidade de interconectá-la às diversas partes e componentes de um determinado sistema conforme as aplicações requeridas pelos usuários. À medida que uma tecnologia se difunde, surge a necessidade de desenvolvimento de um conjunto de outras tecnologias complementares para apoiá-la.

As inovações que têm caráter sistêmico, a exemplo das redes, aumentam seu valor à medida que mais usuários as adotam, em um processo conhecido como *feedback positivo.* Novos usuários trazem retornos crescentes aos usuários existentes. Quanto mais uma tecnologia é adotada mais ela é utilizada, mais se aprende sobre ela e mais ela é desenvolvida e aprimorada.

A capacidade tecnológica da empresa ou setor de avaliar e incorporar diferentes componentes tecnológicos representa um importante ativo para a difusão. A introdução de uma inovação em uma empresa não acontece no vácuo. Existe uma estrutura operacional e gerencial implantada, assim como rotinas, procedimentos e uma subjacente cultura organizacional. Quando uma empresa decide inovar, está, em maior ou menor grau, tomando uma decisão organizacional e assumindo os riscos de mudança. O impacto é diferenciado segundo a natureza da inovação e as características do ambiente interno em que

é incorporada.

A flexibilidade organizacional e a capacidade cognitiva para absorver novos conhecimentos constituem elementos críticos para a difusão de novas tecnologias. O sucesso na introdução de novas tecnologias depende diretamente da forma como as empresas equacionam os elementos do tipo *"soft"*, a exemplo da aplicação e uso das informações codificadas, implementação de mudanças organizacionais e retreinamento de recursos humanos. Portanto, o sucesso na introdução de novas tecnologias depende fundamentalmente da capacitação das empresas para absorverem eficientemente novos equipamentos, sistemas e processos produtivos. Isso inclui a incorporação de novas rotinas, procedimentos e informações técnicas que, para serem efetivamente adotadas, dependem da capacidade dos recursos humanos de transformar informação em conhecimento. Assim, a difusão de novas tecnologias está diretamente associada ao desenvolvimento de novas capacidades cognitivas para solucionar problemas na introdução, otimização e adaptação de tecnologias específicas a seu ambiente de trabalho.

A existência de capacitação local para dar suporte e adaptar novas tecnologias às necessidades dos clientes pode contribuir significativamente para o sucesso do processo de difusão. Usuários qualificados também podem contribuir para aperfeiçoar equipamentos e sistemas, através do processo de "aprender usando". O papel dos usuários em determinadas inovações está longe de ser passivo. Por exemplo, o sucesso de um novo software depende de seu teste em situações reais, nas quais os usuários detectam problemas e orientam os programadores para o aperfeiçoamento do produto.

Condicionantes econômicos

Do ponto de vista econômico, o ritmo de difusão depende dos custos de aquisição e implantação da nova tecnologia, assim como das expectativas de retorno do investimento (ver Caso 5.2). Os custos de manutenção, a possibilidade de aproveitamento de investimentos já realizados em equipamentos e em *sistemas legados* são fatores que entram nessa avaliação. A estimativa dos custos da nova tecnologia deve incluir, também, os riscos de o usuário tornar-se dependente ou aprisionado a um determinado fornecedor, fato que aumentará significativamente os *custos de transação.*

As novas tecnologias podem ter uma aplicação restrita a determinados setores ou segmentos ou ter difusão abrangente na indústria. Podem ser orientadas para uma determinada etapa da cadeia produtiva ou serem genéricas ou horizontais.

As oportunidades para economias de escala e de escopo também exercem influência sobre o potencial de difusão. Quando tais oportunidades são significativas, a difusão é limitada a grandes empresas, cujo volume de operações justifica a adoção de tecnologias e equipamentos de maior porte.

Caso 5.2

O papel dos condicionantes econômicos na difusão do cartão com chip

A difusão dos cartões de crédito incorporando microprocessadores (chips) abre inúmeras possibilidades de negócios, além de oferecer mais segurança do que se tinha com os cartões com tarja magnética. No chamado cartão inteligente, a informação que interessa está no chip, e não no plástico. Logo, o chip pode ser transportado para qualquer aparelho capaz de ler dados, como celulares, chaveiros ou relógios, dispensando assim o cartão plástico. Com o chip, o ponto de venda acompanha o consumidor. O telefone celular, por exemplo, traz novas alternativas de uso, como fazer compras a distância ou transferir dinheiro do chip de uma pessoa para o chip da outra. Na Coreia, já é possível pagar uma conta em banco com o celular.

A grande barreira hoje para a difusão do cartão “chipado” é o alto custo – do cartão em si e da infraestrutura necessária para sua utilização. Enquanto um cartão com tarja tem um preço unitário de cerca de R$ 2,00, o chipado não sai por menos de R$ 5,00. A rede de caixas eletrônicos e de terminais ponto de venda (POS) que processam compras com cartões em supermercados, lojas e restaurantes é hoje totalmente voltada para a tarja magnética, sendo assim necessário substituir uma enorme quantidade de máquinas.

Em consequência, os especialistas acreditam que a migração para o cartão chipado no Brasil se dê de uma forma lenta, porém constante.

Outra diferença pode estar relacionada ao tipo de mercado visado. Em muitos casos, empresas voltadas para o mercado externo se defrontam com maiores exigências tecnológicas e, portanto, tendem a adotar mais rapidamente novas tecnologias. A concentração do mercado e o grau de articulação da cadeia produtiva são outros fatores que afetam o potencial de difusão. Uma estrutura muito pulverizada pode retardar as inovações, já que as empresas pequenas geralmente não contam com os recursos técnicos e financeiros necessários para investir em novas tecnologias. Já nos setores mais concentrados, as economias de escala e de escopo proporcionadas pelo grande volume de produção podem viabilizar a absorção de inovações. Da mesma forma, redes de firmas coordenadas por empresas tecnologicamente avançadas tendem a adotar procedimentos técnicos comuns, visando a assegurar a qualidade e a eficiência ao longo da cadeia produtiva.

Condicionantes institucionais

Os fatores institucionais que condicionam o processo de difusão tecnológica são: (i) disponibilidade de financiamentos e incentivos fiscais à inovação; (ii) clima favorável ao investimento no país; (iii) acordos internacionais de comércio e investimento; (iv) sistema de propriedade intelectual; e (v) existência de capital humano e instituições de apoio. Os fatores institucionais que condicionam a difusão de novas tecnologias também podem incluir a estratificação social, a cultura, a religião, o marco regulatório e o regime jurídico do setor ou do país como um todo. O Caso 5.3 mostra a influência do quadro político regulatório no desenvolvimento tecnológico.

Caso 5.3

Fatores institucionais no desenvolvimento e difusão de células-tronco

“As células-tronco podem revolucionar a medicina curando doenças fatais por meio de tecidos e órgãos especialmente criados. Essa inovação radical é vista por cientistas como a aurora de uma nova era da biologia moderna, capaz de

transformar células singelas de um jovem embrião humano em todos os 200 e tantos tipos de célula que constituem o corpo humano, tais como células hepáticas, neurônios, células da pele, dos ossos e dos nervos. Pesquisadores da Universidade de Wisconsin anunciaram em 1998 que conseguiram extrair células de embriões descartados em clínicas de fertilidade e, com isso, criar a primeira linhagem de células-tronco de embriões humanos no mundo. Entretanto, fatores institucionais – política e religião – estão retardando o processo de inovação e difusão desta nova tecnologia em várias partes do mundo. Grupos religiosos conservadores condenam as pesquisas alegando que estaríamos às portas de um 'admirável mundo novo', repleto de 'fazendas de embriões' e 'usinas de clonagem' voltadas à produção de órgãos humanos sobressalentes. De olho no eleitorado conservador, o presidente Bush impôs rígidas restrições ao financiamento oficial de pesquisas com células-tronco nos Estados Unidos. Em oposição, Reino Unido, China, Coréia do Sul e Cingapura decidiram se tornar os líderes de pesquisas nessa área, proporcionando recursos, assim como supervisão ética, de modo a estimular os avanços dentro de limites cuidadosamente traçados. No Brasil, a Lei de Biossegurança, aprovada em março de 2005, liberou a pesquisa com células-tronco de embriões inviáveis ou congelados por mais de três anos."

Fonte: Notional Geographic Brasil, julho de 2005.

Impactos Da Difusão Tecnológica

A difusão de novas tecnologias traz em seu bojo consequências positivas e negativas para diferentes setores da economia e da sociedade. Os impactos da difusão podem ser analisados sob diferentes enfoques, incluindo os de natureza econômica, social e ambiental.

Do ponto de vista *econômico*, a difusão de novas tecnologias pode afetar a estrutura industrial, destruir e criar empresas e setores, afetar o ritmo de crescimento econômico e a competitividade de empresas e países. A difusão de

novas tecnologias pode levar tanto à concentração quanto à desconcentração da indústria. Quando envolve aumento de escala de produção ou grandes saltos de produtividade, a inovação tende a ter um caráter concentrador, pois poucos grandes produtores podem atender às necessidades da demanda. Por outro lado, determinadas inovações em componentes ou fases críticas do processo produtivo podem desconcentrar uma indústria ao facilitar a entrada de novas empresas no mercado. Por exemplo, o desenvolvimento dos microprocessadores permitiu a entrada de pequenas empresas na montagem de computadores, um mercado anteriormente dominado por poucos fabricantes. O Caso 5.4 mostra os possíveis impactos da TV digital na desconcentração da indústria de comunicações.

Caso 5.4

Impactos da TV digital no mercado de comunicações

A TV digital apenas inicia seu processo de difusão mundial, mas o caráter radical desta inovação nos permite vislumbrar novos cenários competitivos para as comunicações. A digitalização da TV constitui o último elo para a integração das diferentes mídias e meios de transmissão de voz, imagem, som e dados. A imbricação entre a TV e a Internet retira o espaço competitivo exclusivo das redes concessionárias que exploram um recurso hoje escasso: o espectro de frequência alocado a transmissões televisivas abertas. Por meio da transmissão digital em banda larga, é possível multiplicar a grade de programação, eliminando a limitação apresentada atualmente pela alocação da banda de frequência para transmissão analógica. Em consequência, os modelos de negócios hoje adotados poderão ser revolucionados, abrindo uma nova trajetória de inovações. Empresas de telecomunicações e de Internet estão tecnicamente capacitadas a transmitir sinais digitais de TV. Uma vez autorizado, o mercado de televisão poderá ser muito diferente no futuro.

Um outro impacto econômico importante é observado na criação e destruição de mercados. A difusão de inovações altera a demanda por determinados produtos, afetando a produção e o comércio internacional. Por exemplo, a ampla difusão de fibras óticas no setor de telecomunicações reduziu a demanda por cobre, material tradicionalmente empregado nas transmissões telefônicas. O processo de desenvolvimento, como propôs Schumpeter, não é uma simples adição de mais quantidade do mesmo produto, mas sim a introdução de novos produtos, processos, materiais e serviços.

Do ponto de vista *social*, o aspecto mais discutido na literatura é o impacto das novas tecnologias sobre o emprego e as qualificações. A preocupação com os impactos da automação sobre a demanda por trabalho está presente na obra de David Ricardo, como vimos no Capítulo 1. Atualmente, os estudos focalizam não apenas o volume de empregos perdidos ou ganhos com a difusão de inovações, mas também em mudanças nas qualificações requeridas dos trabalhadores. Em geral, as novas tecnologias exigem qualificações profissionais diferentes. O volume de emprego gerado ou eliminado depende tanto da natureza do processo quanto das mudanças organizacionais necessárias para sua implantação.

O ponto de vista *ambiental* influencia a difusão de novas tecnologias diante das preocupações da sociedade com a preservação do ar, da água e dos recursos naturais. Observa-se, atualmente, uma onda de inovações destinadas a reduzir os impactos ambientais, desenvolver fontes alternativas de energia, reduzir emissões e produzir de forma mais limpa. O problema ambiental tem caráter cumulativo. Uma inovação aparentemente inofensiva ao meio ambiente, como os veículos automotivos, pode resultar em graves problemas devido ao acúmulo crescente de emissões em todo o mundo.

Indicadores de inovação tecnológica

O Manual de Oslo, além de incorporar as definições e parâmetros do Manual Frascati, aumentou sua abrangência identificando outros indicadores quantitativos e qualitativos dos esforços e impactos das inovações. O Manual de Oslo não encara a inovação apenas como uma fonte de ideias, mas principalmente como um "solucionador de problemas" em qualquer etapa do processo produtivo. Assim, abandonou-se a forma linear de visualizar o processo de inovação, na qual a P&D é considerada a atividade inicial que precede a mudança tecnológica. A inovação passou a ser entendida como um processo simultâneo de mudanças envolvendo uma diversificada gama de atividades internas e externas à empresa.

A PINTEC do IBGE teve a preocupação de incorporar as peculiaridades do processo inovador das empresas brasileiras adotando o conceito abrangente de inovação tecnológica utilizado pelo Manual de Oslo. Assim, inovação refere-se a produtos ou processos novos para a empresa, não sendo necessariamente novo para o mercado ou setor de atuação. No momento em que uma empresa está introduzindo novos produtos, modernizando seus processos e alterando suas rotinas organizacionais, ela está inovando. A inovação pode ter sido desenvolvida internamente ou em outra empresa ou instituição, não representando necessariamente uma novidade. Tal conceito é adequado para entender os esforços tecnológicos das empresas industriais brasileiras, que, em sua maioria, são de pequeno porte e não realizam atividades formais de P&D. Em essência, são esforços para utilizar inovações já introduzidas por outras empresas.

A PINTEC permite não apenas monitorar as atividades de inovação das empresas como também avaliar sua importância relativa por meio de uma metodologia que abrange tanto a dimensão quantitativa quanto uma escala subjetiva de avaliação de resultados. As categorias de atividades levantadas (IBGE 2004) são:

1. *Atividades internas de P&D:* "Compreendem o trabalho criativo empreendido de forma sistemática com o objetivo de aumentar o acervo de conhecimentos e o uso desses conhecimentos para desenvolver novas aplicações, tais como produtos ou processos novos ou tecnologicamente aprimorados."
2. *Aquisição externa deP&D:* "Contratação de outra empresa ou instituição de

pesquisa para a realização de tarefas de P&D, independentemente de haver atividades de desenvolvimento complementares na própria empresa."

3. *Aquisição de outros conhecimentos externos:* "compreende os acordos de transferência de tecnologia originados da compra de licenças de direitos de exploração de patentes e uso de marcas, aquisição de *know-how*, software e outros tipos de conhecimentos técnico-científicos de terceiros."
4. *Aquisição de máquinas e equipamentos:* "Compreende a aquisição de hardware especificamente utilizado na implementação de produtos ou processos novos ou tecnologicamente aperfeiçoados."
5. *Treinamento:* "Compreende o treinamento orientado ao desenvolvimento de produtos/processos tecnologicamente novos ou significativamente aperfeiçoados e relacionados às atividades inovativas da empresa, podendo incluir aquisição de serviços técnicos especializados externos."
6. *Introdução das inovações tecnológicas no mercado:* "Compreende as atividades (internas ou externas) de comercialização diretamente ligadas ao lançamento de um produto tecnologicamente novo ou aperfeiçoado, podendo incluir: pesquisa de mercado, testes de mercado e publicidade para o lançamento."
7. *Projeto industrial e outras preparações técnicas para a produção e distribuição':* "Inclui plantas e desenhos orientados para definir procedimentos, especificações técnicas e características operacionais necessárias à implementação de inovações de processo ou de produto. Inclui mudanças nos procedimentos de produção e controle de qualidade, métodos e padrões de trabalho e software, assim como atividades de tecnologia industrial básica (metrologia, normalização e avaliação de conformidade) e os ensaios e testes necessários para registro final do produto e para o início efetivo da produção."

Os indicadores de difusão de inovações também podem ser restritos a determinados tipos de equipamentos ou produtos. Nesse caso, procura-se monitorar a evolução do parque instalado de uma nova tecnologia por meio de pesquisas de campo ou estatísticas mantidas por fornecedores, órgãos governamentais, associações de classe e publicações especializadas. A título de exemplo, a Figura 5.3 mostra as vendas de câmeras fotográficas digitais no Brasil em contraste com as vendas de câmeras analógicas. Em 2003, as câmeras digitais superam a fase de introdução e entram na fase de crescimento, enquanto as analógicas ingressam em uma fase irreversível de declínio frente à superioridade da nova tecnologia. Em 2005, podemos observar o ponto de

ruptura tecnológica no qual a nova tecnologia supera a antiga.

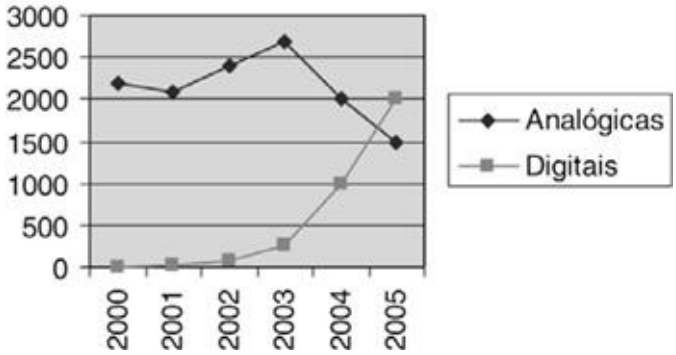


FIGURA 5.3 Indicadores de difusão: venda de câmeras analógicas e digitais no Brasil (em milhares de unidades). *Fonte:* Abifilme. *Valor,* 6/12/2005 Caderno B, p. 3.

A difusão de novas tecnologias segue uma trajetória diferente para produtos e processos. Enquanto a primeira depende do comportamento dos consumidores, a difusão de inovações em processos geralmente está associada a novos investimentos produtivos. Uma nova planta industrial comumente incorpora equipamentos e processos no estado da arte. Em consequência, a modernização de uma indústria está, em larga medida, associada a seu ritmo de crescimento. Os setores mais maduros, ou indústrias localizadas em países ou regiões estagnadas, geralmente se limitam a utilizar o capital fixo instalado, aproveitando-se do *vintage capitalj*á amortizado.

Resumo

Neste capítulo, identificamos os diferentes tipos de inovação e seus fatores indutores. As inovações incrementais são aquelas realizadas cotidianamente nas organizações, por meio do processo de aprendizado. Já as inovações radicais são descontínuas no tempo e no espaço e geralmente derivam de atividades de P&D. Inovações mais abrangentes e sistêmicas podem dar origem a mudanças no paradigma técnico-econômico.

De acordo com a literatura sobre Organização Industrial, as inovações são induzidas pelas necessidades explicitadas pelos usuários e consumidores *(demand-pull)* ou pelas oportunidades geradas pelos avanços da ciência e tecnologia *(technologypush)*. O desenvolvimento tecnológico, entretanto, não costuma ser essencialmente autônomo, pois reflete opções e objetivos de políticas públicas e opções sociais. Em países menos desenvolvidos, onde a capacidade de geração de novas tecnologias é pequena, as inovações tendem a ser induzidas pela demanda. As inovações também são induzidas pelos custos dos fatores de produção (matérias-primas, capital e trabalho). Salários reais elevados estimulam inovações poupadoras de trabalho, enquanto o aumento dos custos de uma determina matéria-prima induz o desenvolvimento de materiais alternativos.

O processo de difusão de novas tecnologias na economia pode ser examinado em quatro dimensões distintas: direção ou trajetória tecnológica, ritmo ou velocidade de difusão, fatores condicionantes e impactos econômicos, sociais e ambientais. O processo de difusão provoca maiores impactos econômicos do que a inovação, na medida em que representa a efetiva adoção de uma nova tecnologia por segmentos mais amplos da sociedade. O ritmo de difusão é geralmente estilizado em curvas com o formato de um S, passando por fases de introdução, crescimento, maturação e declínio. Já os fatores condicionantes do processo de difusão de uma tecnologia podem ter caráter técnico, econômico e institucional. Os impactos da difusão podem ser analisados sob diferentes enfoques, incluindo os de natureza econômica (estrutura da indústria, destruição e criação de empresas e setores, crescimento econômico, competitividade) ou social, em especial pelos impactos e na quantidade e na qualidade do trabalho e finalmente o impacto ambiental, considerando a relação da tecnologia com o meio ambiente.

Por fim, foram identificados os principais indicadores de inovação e difusão

tecnológica adotados no Brasil pelo IBGE, assim como indicadores setoriais de incorporação de máquinas e equipamentos e mudanças organizacionais.

Leitura complementar

A PINTEC é a principal referência brasileira para se obter informações e estatísticas sobre as atividades inovativas. Sugerimos a leitura do Volume 30 da *Série Relatórios Metodológicos sobre a Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica*, do IBGE, para aprofundar conceitos e metodologias utilizados no setor. Com relação aos resultados das pesquisas, atualmente o IBGE prepara a terceira edição e os resultados podem ser acessados em *www.ibge.gov.br/PINTEC*.

Para o estado de São Paulo, que concentra cerca de metade das atividades inovadoras no Brasil, a principal referência são os Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação, editados a cada três anos pela FAPESP. As publicações estão disponíveis em formato eletrônico em *www.fapesp.br/indicadores*. O portal permite o acesso a um sistema integrado composto de diferentes bancos de dados.

Para uma revisão dos modelos de difusão tecnológica, recomendamos o artigo de André Furtado: “Difusão tecnológica, um debate superado?” Em V. Pelaez e T. Szmrecsányi (org.). *Economia da Inovação Tecnológica* (2006).

[1] Atribuída a M. Moore, engenheiro da Intel nos anos 70.

CAPÍTULO 6

Fontes de inovação na empresa

A literatura sobre inovação mostra que a tecnologia não é exógena, mas tampouco é totalmente endógena à empresa. Diferentes fontes de tecnologia e aprendizado, tanto de origem interna quanto externa, são utilizadas pelas organizações para lançar novos produtos, melhorar processos, adotar novos métodos de gestão organizacional e aumentar a competitividade. Neste capítulo, identificaremos as diferentes fontes de tecnologia utilizadas pelas empresas para inovar e levantar seus impactos potenciais sobre a competitividade.

Fontes de conhecimento para a inovação

As empresas inovadoras geralmente recorrem a uma combinação de diferentes fontes de tecnologia, informação e conhecimento tanto de origem interna quanto externa. As *fontes internas* de inovação envolvem tanto as atividades explicitamente voltadas para o desenvolvimento de produtos e processos quanto a obtenção de melhorias incrementais por meio de programas de qualidade, treinamento de recursos humanos e aprendizado organizacional.

As *fontes externas*, por sua vez, envolvem: (i) a aquisição de informações codificadas, a exemplo de livros e revistas técnicas, manuais, software, vídeos etc.; (ii) consultorias especializadas; (iii) obtenção de licenças de fabricação de produtos; e (iv) tecnologias embutidas em máquinas e equipamentos. A seleção das diferentes fontes de tecnologia pelas empresas está associada às características da tecnologia em si, às escalas produtivas e às estratégias adotadas pelas empresas. A Tabela 6.1 sumariza as principais fontes de tecnologia utilizadas pelas empresas.

Tabela 6.1

Fontes de tecnologia mais utilizadas pelas empresas

Fontes de tecnologia	Exemplos
Desenvolvimento tecnológico próprio	P&D, engenharia reversa e experimentação.
Contratos de transferência de tecnologia	Licenças e patentes, contratos com universidades e centros de pesquisa.
Tecnologia incorporada	Máquinas, equipamentos e software embutido.
Conhecimento codificado	Livros, manuais, revistas técnicas, Internet, feiras e exposições, software aplicativo, cursos e programas educacionais.
Conhecimento tácito	Consultoria, contratação de RH experiente, informações de clientes, estágios e treinamento prático.
Aprendizado cumulativo	Processo de aprender fazendo, usando, interagindo etc. devidamente documentado e difundido na empresa.

Desenvolvimento tecnológico próprio

As atividades de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) são usualmente divididas em *pesquisa básica*, em que o foco é o avanço científico; *pesquisa aplicada* visando à solução de problemas práticos; e *desenvolvimento experimental*, voltado à geração de produtos, serviços e processos. A pesquisa básica é geralmente de longo prazo e seus resultados são incertos, sendo, assim, evitada pela maioria das empresas. Seus resultados, entretanto, podem proporcionar saltos tecnológicos importantes para a sociedade e por isso são geralmente assumidas por instituições de pesquisa sem fins lucrativos financiadas pelo Estado.

Ao centrar seus esforços nas etapas finais do processo de inovação, as empresas procuram reduzir as incertezas das atividades de P&D. A pesquisa empresarial visa principalmente ao desenvolvimento de novos produtos, ao aperfeiçoamento de produtos existentes, à melhoria dos processos produtivos e à introdução de inovações organizacionais. Estima-se que na fase de pesquisa aplicada, em que um projeto básico é transformado em um produto comercial, os investimentos em tecnologia sejam muito superiores aos da fase de pesquisa básica. Isso ocorre porque a transformação de uma planta ou protótipo em processos e produtos requer atividades complexas, como adequação da ideia às necessidades do mercado, busca e seleção de fornecedores, definição de processos de fabricação, desenvolvimento da rede de serviços aos clientes, obtenção de licenças junto a órgãos governamentais, registro de marcas e patentes e outras medidas práticas essenciais para o sucesso do novo produto.

Nos países desenvolvidos, a maior parte das atividades de P&D é realizada em empresas. Ainda assim, o Estado exerce um papel fundamental na expansão do conhecimento e da base científica necessários para que o setor produtivo desenvolva tecnologias aplicadas. Tem também um papel importante no financiamento e na criação de incentivos para a inovação. Rosenberg e Mowery (2005) mostram que o financiamento às atividades de P&D e as compras governamentais relacionadas à defesa foram indispensáveis para o crescimento de empresas iniciantes de semicondutores e computadores nos Estados Unidos. O apoio das agências de financiamento às empresas e universidades contribui para a oferta de invenções com potencial comercial. A relação universidade-empresa é essencial para o desenvolvimento tecnológico, dada a vocação complementar das instituições.

Bell e Pavitt (1995:98) argumentam que as atividades de P&D precisam estar intimamente associadas à produção. Institutos de pesquisa básica e aplicada podem dar importantes contribuições para a mudança tecnológica, mas a transferência do conhecimento para o setor produtivo depende intimamente da capacitação da empresa para absorver e transformar tal conhecimento em produtos, processos e serviços. As atividades de P&D dependem também das características do ambiente interno em que são incorporadas. A flexibilidade organizacional, assim como a capacidade cognitiva para absorver novosconhecimentos, constituem elementos críticos para a inovação. Nesse contexto, os laboratórios precisam não apenas gerar inovações tecnológicas, mas também contribuir para o processo de absorção de tecnologia através do apoio ao processo de difusão.

Um tipo particular de atividade de P&D realizada nas empresas é a *engenharia reversa*, uma fonte de tecnologia amplamente utilizada tanto em países desenvolvidos quanto nos países em desenvolvimento. Consiste na reprodução funcional de produtos e processos lançados por empresas inovadoras sem transferência formal de tecnologia. A engenharia reversa é mais do que uma simples cópia, pois determinados componentes ou etapas de produção podem estar protegidos por patentes ou segredo industrial. Para que a nova versão seja competitiva, é necessária uma capacitação tecnológica para se compreender e modificar a tecnologia original por meio do desenvolvimento de novas rotas, da substituição de componentes patenteados e da solução de problemas de forma independente.

Os projetos de P&D nas empresas podem ter origem tanto na área de vendas, através da identificação de novas demandas do mercado (*demand pull)*, quanto nas áreas técnicas, que buscam oportunidades tecnológicas para inovar (*technology push*). As empresas mais orientadas para o mercado costumam correr menos riscos, conforme veremos na Parte III deste livro. As áreas de vendas costumam avaliar melhor o potencial do mercado nacional e internacional. Por outro lado, empresas que vendem para mercados mais sofisticados e intensivos em tecnologia tendem a atribuir mais autonomia às áreas técnicas na definição de projetos de P&D e estão mais sujeitas às incertezas.

Cooperação Em P&D

A formação de consórcios de P&D tem sido uma tendência mundial diante da maior complexidade científica, da convergência tecnológica e dos altos custos

das atividades de pesquisa. À medida que diferentes tecnologias convergem, a exemplo do que vem ocorrendo no chamado complexo eletrônico, nenhuma empresa consegue reunir internamente todas as competências necessárias para desenvolver novos produtos. Assim, precisam recorrer a alianças estratégicas para complementar suas competências e dividir os custos e riscos inerentes às inovações. A cooperação pode ocorrer tanto entre empresas em uma determinada cadeia produtiva para desenvolver tecnologias comuns aos seus negócios como também entre empresas con correntes, principalmente em soluções tecnológicas básicas típicas de uma fase pré-competitiva.

Outra tendência que fortalece a cooperação no desenvolvimento tecnológico é a necessidade de compatibilizar o produto com as bases ou padrões tecnológicos existentes. A integração de um componente, módulo ou produto a um sistema produtivo ou padrão técnico requer cooperação de forma a assegurar a perfeita integração com as diversas interfaces do sistema.

Tradicionalmente, as empresas multinacionais concentram suas atividades de desenvolvimento tecnológico em suas matrizes e as subsidiárias mantêm pouca capacitação ou autonomia para inovar. Mais recentemente, entretanto, observa-se uma tendência das corporações globais de integrar subsidiárias em outros países no processo de geração de novas tecnologias. Isso se deve principalmente ao alto custo e à falta de disponibilidade de recursos humanos em grande escala nos países centrais. Após várias décadas de investimentos em pós-graduação, muitos países em desenvolvimento contam hoje com pessoal capacitado para desenvolver atividades de P&D a custos competitivos. Além disso, países como Índia e Brasil oferecem incentivos fiscais para empresas que investem em P&D, resultando na atração gradual de centros de inovação, como mostra o Caso 6.2.

Caso 6.1

O sistema de parceria para inovação da Embraer

A fabricação de aeronaves é caracterizada por elevados custos de P&D associados ao *design* e à tecnologia incorporada ao produto. Uma aeronave é composta de vários subsistemas, como o motor, a fuselagem e os aviônicos, que são desenvolvidos por fornecedores independentes. O papel de uma empresa montadora

como a Embraer é projetar a aeronave e especificar as exigências do projeto, partilhando o encargo de inovar com seus fornecedores. A empresa, como líder de uma cadeia de inovação, tem a responsabilidade de gerenciar o processo de P&D e controlar os riscos associados ao desenvolvimento de novos produtos. Estima-se que cerca de 80% dos custos de produção dos jatos da Embraer consiste em componentes, materiais e equipamentos adquiridos de empresas parceiras de risco que compartilham os esforços de desenvolvimento. Por exemplo, no projeto do ERJ 145, a empresa contou com quatro parceiros de risco: a espanhola Gamesa, no fornecimento de asas, naceles dos motores e das portas principais dos trens de pouso; a belga Sonaca, que fornece partes das fuselagens, portas principais e peças de motores; a chilena ENAER, que fornece o estabilizador vertical e horizontal e os elevadores; e americana C&D Aerospace, responsável pelos interiores da cabine e dos compartimentos de carga. Já no desenvolvimento da família de jatos Embraer 170/190, a quantidade de parceiros aumentou para 16 diante da maior complexidade do projeto. Cada parceiro é responsável pelo desenvolvimento, pela produção e pela certificação do componente, além de garantir sua interface com os outros sistemas do avião.

Fonte: Bernardes (2000).

Caso 6.2

A internacionalização das atividades de P&D da Motorola

As grandes empresas de semicondutores tendem hoje a criar grupos de engenharia de projeto fora do núcleo corporativo, especializando-os por segmento ou tipo de atividade. Tal fato está relacionado à escassez e à alta rotatividade de projetistas de *chips* em todo o mundo. A Intel, por exemplo, mantém uma

design house desde 1970 em Israel, enquanto a Motorola estabeleceu unidades de projeto de chips na China, Índia e Brasil. Estas atividades de projeto estão focadas no desenvolvimento de microprocessadores e sistemas de alto volume de produção (acima de um milhão de chips/ano).

Em Jaguariúna (SP), a Motorola emprega mais de cem engenheiros no projeto de módulos de *chips* e a subsidiária concorre periodicamente com outros centros de design da empresa pela atração de novos projetos. Os resultados destas atividades exportadoras de tecnologia avançada não aparecem na balança de serviços do país, pois são consideradas transferências internas à empresa. O principal valor agregado para a economia nacional reside no pagamento dos fatores de produção, como salários, serviços, equipamentos e impostos.

Fonte: Entrevistas do autor com dirigentes da empresa.

Esforços De P&D

O orçamento de P&D de uma empresa varia segundo sua estratégia tecnológica e o setor de atividades em que atua. As empresas que desenvolvem atividades de P&D geralmente são de grande porte, embora também existam pequenas empresas inovadoras, principalmente em novos segmentos industriais.

Os esforços de P&D de uma empresa geralmente são medidos pelo percentual desses gastos em relação ao faturamento. Os setores de aeronáutica, farmacêutico e de microeletrônica costumam gastar mais de 10% de seu faturamento em atividades de P&D, enquanto setores menos dinâmicos tecnologicamente investem em média menos de 1% (ver Tabela 7.1). O problema desse indicador de intensidade do esforço tecnológico, segundo Coombs, Saviotti e Walsh (1992), é que relaciona um gasto atual com uma receita obtida anteriormente ao processo de inovação. Empresas novas costumam dedicar uma parcela maior de seu faturamento a P&D, pois ainda estão em fase de consolidação de sua linha de produtos e serviços e ainda não contam com um faturamento expressivo para diluir esses custos. Alternativas de estabelecer parâmetros para os gastos em P&D como percentual do valor agregado, comparação com outras empresas ou percentual do lucro também

estão longe do ideal. Não há, portanto, uma única alternativa para se estabelecer um orçamento para P&D, pois a intensidade do esforço depende de uma combinação de aspectos externos, referentes às exigências competitivas do setor, e internos, associados à estratégia tecnológica e à capacitação da empresa.

Uma importante dimensão das atividades de P&D é a capacidade de avaliação e seleção dos projetos. Isso requer uma estrutura operacional e gerencial apropriada, assim como rotinas, procedimentos e uma cultura organizacional subjacente. Quando uma empresa decide inovar, está, em maior ou menor grau, tomando uma decisão organizacional e assumindo os riscos de mudança. Um projeto bem-sucedido de inovação precisa se adequar aos objetivos estratégicos mais gerais da empresa, principalmente em relação às políticas de preços e de diferenciação de produtos. O projeto precisa ter um prazo esperado de retorno adequado à capacidade financeira da empresa. A pesquisa de novas moléculas pela indústria farmacêutica, por exemplo, pode levar até dez anos para proporcionar retorno financeiro, dada a necessidade de realizar, entre outras atividades, testes de novos medicamentos em seres humanos. Por isso, pesquisas deste tipo são realizadas fundamentalmente em grandes empresas.

A capacitação técnica para P&D precisa ser dinâmica e flexível. Algumas inovações requerem tecnologias complementares para se viabilizarem, aumentando assim os custos dos investimentos e o prazo de retorno. Tecnologias muito inovadoras podem criar impasses no processo decisório, devido à insuficiência de informações, às incertezas e aos riscos do pioneirismo. Da mesma forma, uma grande variedade de alternativas tecnológicas torna difícil a comparação entre elas.

Por fim, as atividades de P&D precisam levar em conta a questão ambiental. As crescentes pressões de órgãos públicos e da sociedade civil por tecnologias mais limpas constituem um viés para o direcionamento das inovações no sentido de economizar recursos naturais e reduzir danos ambientais.

Transferência de tecnologia

O processo de transferência de tecnologia envolve diferentes formas de transmissão de conhecimentos, incluindo contratos de assistência técnica, em que a empresa obtém ajuda externa para iniciar o processo produtivo, solucionar problemas ou lançar novos produtos; a obtenção de licenças de fabricação de produtos já comercializados por outras empresas e licenças para utilização de marcas registradas; a aquisição de serviços técnicos e de engenharia.

A comercialização de tecnologia via licenciamento é uma atividade mais internacional do que doméstica, já que as empresas detentoras de tecnologias procuram evitar o fomento de concorrentes diretos nos mercados em que atuam. O mercado de tecnologia funciona de forma diferente dos mercados de produtos e serviços na medida em que apresenta várias limitações e condicionantes. O mercado funciona melhor em tecnologias especializadas cujo ciclo de vida já atingiu estágios mais maduros. Por exemplo, o projeto de plantas petroquímicas hoje é dominado por poucas empresas de consultoria especializada que oferecem o projeto ou mesmo a montagem de fábricas em regime *turn-key.* O mesmo ocorre para licenças de fabricação, que são mais facilmente obtidas nas fases mais maduras do produto.

As empresas licenciadas buscam compensar a falta de diferenciação tecnológica por meio da obtenção de vantagens competitivas locacionais, tais como menores custos de mão de obra, incentivos fiscais ou acesso privilegiado a mercados ou a matérias-primas. Já em produtos ou serviços em que a competitividade está assentada na diferenciação, o acesso à tecnologia através do mercado é mais difícil, pois geralmente a inovação é guardada como segredo industrial e não costuma estar disponível para venda.

A compra de uma tecnologia mais avançada permite um salto tecnológico em processos ou produtos. Porém, não havendo um esforço próprio para adaptar e aperfeiçoar a tecnologia adquirida, ocorre um ganho de eficiência estático, pois não haverá melhorias subsequentes de produtividade. Não há como garantir que uma tecnologia permanecerá estável ao longo do tempo. Por isso, o licenciamento precisa vir acompanhado de um esforço interno para absorver e aperfeiçoar a tecnologia visando a melhorar a produtividade e a qualidade e a evoluir segundo as tendências da demanda. Na maioria dos casos, é necessário adaptá-la às condições locais em termos de disponibilidade e custos dos fatores de produção, necessidades dos clientes, escala produtivae cultura organizacional.

Muitas empresas não logram alcançar competitividade, após anos seguidos de proteção alfandegária, porque simplesmente tratam de operar passivamente a tecnologia adquirida.

A eficiência dinâmica somente é obtida quando a transferência de tecnologia é acompanhada do desenvolvimento de capacidade interna para promover inovações incrementais em produtos e nas tecnologias utilizadas na produção. Tal capacidade está baseada na disponibilidade de recursos especializados, como pessoal qualificado e programas de qualidade. As leis brasileiras de inovação procuram reforçar a combinação compra-capacitação através de incentivos fiscais que permitem o abatimento de gastos com compra de tecnologia no imposto de renda desde que a empresa comprove que realizou o dobro desses gastos em tecnologia própria.

Para a firma recipiente, a capacidade de selecionar adequadamente uma tecnologia representa um grande desafio. As empresas precisam ser capazes de reconhecer a atualização e o potencial de tecnologias disponíveis para a compra. Certas tecnologias podem estar defasadas ou ser inadequadas ao mercado a que a firma compradora visa e a capacidade técnica para decidir sobre a conveniência da compra é crucial para o sucesso do empreendimento.

O licenciamento de tecnologia pode envolver diferentes níveis de participação das empresas recipientes. O nível mais baixo é a simples importação de componentes para montagem local de produtos, envolvendo um “pacote” completo sem praticamente nenhum componente local. Tais processos são conhecidos como CKD *(completely knocked down)* ou SKD *(semi knocked down)*. Por meio desses processos, a empresa adquire conhecimentos de montagem e manutenção, mas praticamente nenhuma capacidade para desenvolver o projeto do produto. À medida que a empresa abre o pacote, adaptando a tecnologia e utilizando fontes alternativas de componentes, cresce a necessidade de capacitação. O nível mais alto é alcançado quando a tecnologia licenciada é incorporada ao processo de P&D (Malecki, 1991).

As universidades e os centros de pesquisas representam uma fonte independente de tecnologia, já que não estão ligados a empresas produtoras de bens e serviços. Assim, algumas das limitações observadas no comércio de tecnologia entre empresas não ocorrem nas relações universidade-em-presa. Por exemplo, as universidades podem licenciar tecnologias novas, já que não têm interesse em explorá-las diretamente. A transferência de tecnologia, nesse caso, precisa envolver investimentos em P&D de ambas as partes, pois geralmente os projetos de novos produtos e processos saí dos de universidades precisam ser

adaptados às condições concretas do mercado (ver caso 6.3).

Caso 6.3

Transferência de tecnologia universidade-empresa

"Uma tecnologia desenvolvida no Instituto de Química da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) – Biphor, um pigmento branco para tintas criado a partir da nanotecnologia – foi transferida em 2005 para a empresa Bung através da Agência de Inovação da Unicamp (Inova). O Biphor pode ser considerado uma inovação radical, pois oferece uma rota tecnológica alternativa ao dióxido de titânio, até agora o único pigmento branco disponível para servir de base à fabricação de tintas. Responsável por 40% a 50% do preço final da tinta, o dióxido de titânio representa um mercado mundial de US$ 11 bilhões por ano. O Biphor é baseado em fosfato de alumínio, que, além de não ser tóxico e não gerar resíduos agressivos ao meio ambiente, permite uma redução de custos de 10% a 20% no produto final.

A Bung apoia o desenvolvimento do Biphor desde 1995, mas a invenção do produto na Unicamp começou ainda na década de 1980, quando acidentalmente os cientistas descobriram que era possível criar células fechadas – uma propriedade rara em compostos inorgânicos e requisito para pigmentos impermeáveis de tinta – com polisfosfato de ferro. No início dos anos 90, a equipe de pesquisadores começou a testar procedimentos visando a criar um processo de fabricação. Pelo acordo de licenciamento, a Unicamp receberá 1,5% do faturamento bruto que a empresa obtiver com o produto, sendo estimado que o projeto deva gerar uma receita recorde para a universidade. A lógica do licenciamento de tecnologias desenvolvidas no meio acadêmico segue, de certa forma, o que se verifica com investidores de risco que aportam capitais em novos empreendimentos: mesmo que apresente ganhos modestos ou mesmo prejuízos em muitos casos, um projeto que se transforme em um grande sucesso paga

todos os investimentos.”

Fonte: Ricardo César, *Valor Empresas & Tecnologia*, 1 e 2 de novembro de 2005, p. B1.

Tecnologia incorporada em bens de capital e insumos críticos

A tecnologia embutida em máquinas e equipamentos foi considerada por Adam Smith uma das mais importantes contribuições para aumentar a produtividade do trabalho. Por meio da incorporação de bens de capital, as empresas absorvem novas tecnologias de processo resultando na ampliação da escala de produção, na redução de custos e, eventualmente, no lançamento de novos produtos.

Para a maioria das empresas de países em desenvolvimento, o esforço tecnológico se dá por meio da aquisição de máquinas e equipamentos incorporados às plantas existentes ou na forma de *turn-key*, em que o pacote tecnológico (incluindo métodos e procedimentos) é adquirido como um todo. A compra de novas máquinas constitui a principal fonte de tecnologia em vários setores da economia, principalmente aqueles definidos como "setores usuários de tecnologia" (ver Capítulo 7). O sucesso da transferência da tecnologia depende em parte da qualidade do suporte técnico e da documentação oferecida pelo fornecedor do equipamento. No entanto, o processo de aprendizado sobre a operação e a manutenção depende diretamente dos esforços dos usuários em desenvolver capacitação tecnológica própria. Em casos de sucesso, tal aprendizado pode incluir a criação de capacidade própria para adaptar e melhorar o desempenho dos equipamentos.

Pesquisadores (Katz, 1982; Fransman, 1986; Malecki, 1997) alertam para a importância da indústria de bens de capital – máquinas que fabricam outros produtos – para a difusão de novas tecnologias. Frequentemente, máquinas e equipamentos desenvolvidos para o contexto de um país não são adequados para as condições de outros países em função da menor escala produtiva, dos custos diferenciados de fatores de produção, da usabilidade do equipamento e da aceitação do produto pelo mercado local. Por isso, a existência de uma indústria local de bens de capital é importante para complementar a oferta internacional em determinados segmentos da indústria, oferecendo equipamentos compatíveis com os recursos e as necessidades locais.

O debate sobre a adequação de uma tecnologia aos recursos e capacitações disponíveis em um país deu luz ao conceito de "tecnologia apropriada". A globalização dos mercados nos anos 90 retirou grande parte do caráter local da indústria dos países em desenvolvimento. O pensamento dominante passou a

questionar se a tecnologia deveria ser “apropriada” a um determinado contexto nacional, diante da alternativa de universalização dos mercados. O conceito, porém, continua útil para mostrar que as indústrias em países em desenvolvimento precisam adaptar seus produtos e processos de forma a: (i) atender mercados de menor poder aquisitivo que necessitam de bens de consumo mais populares; (ii) adequar os processos de produção aos baixos custos de mão de obra e às dificuldades de acesso ao capital; (iii) contornar as dificuldades de obtenção de insumos e matérias-primas; e (iv) evitar problemas de manutenção e falta de serviços técnicos em mercados dispersos geograficamente. A necessidade de adaptação da tecnologia às condições locais requer capacitação e autonomia decisória para buscar as soluções técnicas mais adequadas.

Conhecimento tácito e codificado

A natureza do conhecimento utilizado em atividades econômicas é usualmente dividida em codificada e tácita. O conhecimento *codificado* é apresentado sob a forma de informação, por meio de manuais, livros, revistas técnicas, software, fórmulas matemáticas, documentos de patentes, bancos de dados etc. A codificação permite que o conhecimento seja transmitido, manipulado, armazenado e reproduzido. Já o conhecimento *tácito* envolve habilidades e experiências pessoais ou de grupo, apresentando um caráter mais subjetivo. Tal conhecimento dificilmente é passível de transmissão objetiva e, portanto, não pode ser facilmente transformado em informação. O conhecimento tácito permite a diferenciação da capacitação entre diferentes empresas, pois constitui uma vantagem competitiva única. A forma mais comum de se adquirir conhecimento tácito é através da experiência e/ou contratação de profissionais experientes de outras empresas.

O conhecimento codificado é mais fácil de transferir, mas sua rápida evolução limita seus benefícios para quem não adquire a capacitação necessária para aprender a decodificar o conhecimento. A codificação cria a possibilidade de transformar informação em mercadorias, mas seu valor será muito limitado para aqueles que não têm a capacitação necessária para compreender e utilizar produtivamente o conhecimento.

Aprendizado cumulativo

O processo de aprendizado busca desenvolver a capacitação produtiva, organizacional e tecnológica. As duas primeiras se referem aos recursos utilizados para a produção com determinado nível de eficiência. Envolvem o uso de equipamentos, o desenvolvimento de rotinas, métodos e sistemas organizacionais e a capacidade de combinação de insumos. Já a capacitação tecnológica abarca as habilidades técnicas, o conhecimento individual e o coletivo e a experiência tácita.

O aprendizado ocorre em todas as esferas de atividades da firma, incluindo produção, engenharia, manutenção, P&D, organização e marketing. Tal processo é abastecido por fontes internas e externas de conhecimento. As fontes internas dependem da forma como a empresa monitora e aperfeiçoa suas operações. O aprendizado dinâmico se apOia principalmente em técnicas de monitoramento de qualidade, em que são identificados os problemas de não conformidade, suas causas e possíveis soluções. O monitoramento dos resultados permite aperfeiçoar rotinas operacionais, promover a reengenharia de processos e melhorar a qualificação dos recursos humanos. O treinamento sistemático, as sugestões dos trabalhadores, as atividades de P&D e a organização em células de produção são formas internas de estimular a capacitação contínua da empresa, como veremos no Capítulo 11.

A aprendizagem constitui um processo cumulativo, pois a absorção de informações mais avançadas requer um processo de capacitação prévia. O estoque de conhecimentos gera inovações locais e incrementais em uma direção própria. As diversas formas de aprendizagem podem ser sumarizadas na Tabela 6.2.

Tabela 6.2

Taxonomía dos processos de aprendizado

Aprender…	Características
Fazendo	Processo de aprendizado interno à empresa, relacionado ao processo produtivo.
Usando	Relacionado ao uso de insumos, equipamentos e software.
Procurando	Baseado em busca de informações e atividades de P&D.
Interagindo	Interno e externo, relacionado às fontes a montante (fornecedores) e a jusante (clientes) da cadeia produtiva.
Com *“spill overs”*	Externo, através da imitação e contratação de técnicos experientes de concorrentes.

interindustriais	
Com o avanço da ciência	Externo à empresa, relacionado à absorção de novos conhecimentos gerados pelo sistema internacional de C&T.

Fonte: Malerba, 1992.

Através do “aprender fazendo”, é possível aumentar o incremento à produtividade, mas a eficiência dinâmica exige um esforço mais sistemático de aprendizado e desenvolvimento experimental. A geração de rotinas dinâmicas depende fundamentalmente de processos de aprendizado relacionados à interação com fornecedores e clientes, definidos por Lundvall como “aprender-interagindo”. O monitoramento e a avaliação sistemática do desempenho da cadeia produtiva permitem melhorar continuamente os processos relevantes. Usuários avançados exercem importante efeito-demonstração e acabam por auxiliar seus fornecedores e clientes no desenvolvimento de soluções. Por exemplo, grandes empresas costumam auxiliam seus fornecedores a aprimorar a qualidade e melhorar suas práticas de negócios visando a garantir a qualidade ao longo de toda a cadeia produtiva, como mostra o Caso 6.4.

Caso 6.4

Aprender interagindo com grandes empresas multinacionais

De olho no aumento da competitividade e também por pressão das matrizes, as grandes companhias investem cada vez mais em programas de treinamento de seus fornecedores. São programas de gestão com foco social e também para obtenção de certificações internacionais nas áreas de qualidade, segurança e meio ambiente. A ideia é criar e fortalecer vínculos de negócios e fazer com que as pequenas e médias empresas sejam incorporadas à cadeia produtiva das multinacionais.

Projetos desenvolvidos por multinacionais visam a fomentar bons fornecedores não apenas do ponto de vista tecnológico, mas também no quesito de responsabilidade social, como respeito às leis trabalhistas, liberdade sindical e inexistência de trabalho infantil ou escravo. Com isso, conseguem estender as práticas de responsabilidade corporativa além dos muros da empresa,

protegendo sua própria imagem.

Fonte: O Estado de S. Paulo, 1º de fevereiro de 2006, p. B14.

Para Lundvall (1992), o aprendizado é essencialmente interativo, derivado de relações comerciais entre diferentes instituições. Assim, a análise do processo de aprendizado precisa levar em consideração não apenas a inovação desenvolvida no âmbito da empresa isolada, mas também o contexto do sistema de inovação no qual está inserida, que pode ter alcance supranacional, nacional, setorial, tecnológico, regional ou local. Essas abordagens são complementares e a escolha de uma dimensão específica de análise reflete basicamente o tipo de enfoque e o objeto do estudo (Szapiro, 2005).

A experiência dos consumidores leva as empresas a reconfigurarem o produto ou serviço através do processo de *aprender usando*. Por exemplo, um novo software só é lançado depois testado intensivamente por usuários avançados, que detectam *bugs* e levantam alternativas para a melhoria da usabilidade do programa. Mesmo depois de considerado estabilizado, um novo produto é continuamente modificado seguindo os sinais da demanda. As relações interpessoais têm grande importância na comunicação de inovações, como mostra o Caso 6.5.

Caso 6.5

Difusão de inovações por meio de relações interpessoais

Uma empresa de porte médio, fabricante de tecidos de grife, localizada em Petrópolis-RJ, enfrentava problemas de qualidade no processo de identificação das cores e na mistura de corantes para o tingimento de tecidos. Tradicionalmente, esses processos eram feitos manualmente, mas a proporção de falha humana era grande. Isso acarretava um grande desperdício de tempo, devido à necessidade de se repetir até cinco vezes a experiência de formular uma cor. Além disso, ocorria uma gestão pouco

otimizada dos corantes, um insumo que representa um dos principais itens de custo do processo produtivo.

A contratação de um técnico egresso do Senai, para exercer funções não diretamente associadas ao problema das cores, abriu caminho para a solução. O jovem havia estagiado no Laboratório de Colorimetria do Centro Tecnológico da Indústria Têxtil do Senai (Cetiqt), onde estava sendo desenvolvida uma tecnologia para automatizar o processo de seleção e mistura de cores. Ao tomar conhecimento do problema, ele sugeriu uma visita ao Senai para conhecer a inovação. A solução se mostrou adequada, mas era necessário customizar o método, adaptando-o às especificidades da empresa. A dificuldade para introduzir a nova tecnologia derivava da grande variedade de tecidos manipulados pela fábrica. A complexidade do projeto obrigou os técnicos do Cetiqt a ampliar a pesquisa em laboratório sobre a composição das fibras misturadas pela empresa, incluindo lycra, lã, linho, acetato e seda, e expandir a estrutura do banco de dados. O pacote tecnológico transferido incluiu um aparelho para dosagem de corantes (espectrofotômetro), um software dedicado e um banco de dados de cores. A nova tecnologia permitiu uma drástica redução do índice de reclamações da clientela e estabeleceu limites de tolerância mais precisos para controle instrumental da cor e da nuança dos tecidos.

Fonte: Régnier, Caruso e Tigre (2001).

Aprender procurando se refere à busca de informações e tecnologias pelos diferentes meios hoje disponíveis, com destaque para a Internet. Empresas de maior porte já empregam especialistas na busca de informações, visando a solucionar problemas e abastecer os usuários internos com novos conhecimentos relevantes a sua função. A grande quantidade de informações hoje disponíveis em diferentes mídias requer filtros e análises para se transformar em conhecimentos úteis, implicando a especialização de recursos humanos e o uso de novos softwares de busca. No Brasil, novos cursos de graduação na área de ciência da informação vêm sendo criados, absorvendo parte das funções

exercidas tradicionalmente por bibliotecários.

Spill overs é uma forma tradicional de aprendizado baseada na contratação permanente ou temporária de técnicos experientes de outras empresas. A "compra do passe" de um profissional qualificado constitui uma das formas mais rápidas de se obter conhecimento sobre um determinado processo produtivo, sobre as características de um mercado ou mesmo para o projeto de um novo produto. Consultores independentes costumam transferir a experiência adquirida em uma empresa para outras, "polinizando" a indústria com informações e conhecimentos. O *spill over* é uma forma de promover a difusão de novas tecnologias a custos relativamente baixos. Empresas coreanas, por exemplo, costumam recorrer a técnicos japoneses para resolver problemas específicos de produção. Tais consultorias são muito intensas durante os fins de semana, quando os engenheiros com emprego fixo no Japão têm disponibilidade para voar até a Coreia.

O aprendizado baseado no *avanço da ciência* resulta do monitoramento dos resultados de pesquisas realizadas em universidades e centros tecnológicos. Algumas empresas, principalmente nas áreas de alta tecnologia, caracterizam-se pela forte interação com esses centros de geração de conhecimento. Empresas incubadas ou criadas por cientistas geralmente têm acesso privilegiado a novos conhecimentos, graças às redes formais ou informais derelação universidade-empresa. As novas tecnologias geradas em centros de pesquisa na maioria das vezes não têm uma aplicação prática imediata, pois envolvem conceitos básicos ou experimentais sem viabilidade econômica assegurada. Cabe à empresa transformar tais conceitos em produtos e processos por meio do desenvolvimento experimental.

Tecnologia industrial básica (TIB)

A TIB compreende um conjunto de técnicas e procedimentos orientados para codificar, analisar e normalizar diferentes aspectos de um produto ou processo. Suas funções básicas incluem a metrologia, a normalização, a regulamentação técnica e a avaliação da conformidade. A essas funções básicas agregam-se ainda a informação tecnológica, as tecnologias de gestão (com ênfase em gestão da qualidade) e a propriedade intelectual, áreas denominadas genericamente como serviços de infraestrutura tecnológica. Tais serviços constituem importantes ferramentas para apoiar o processo de inovação tecnológica, principalmente aquelas de caráter incremental. A infraestrutura de TIB compreende não apenas ativos físicos, como laboratórios de testes e ensaios, mas principalmente os ativos intangíveis, como metodologias de inspeção e certificação. Suas instituições frequentemente são outorgadas de poder legal e normativo para conceder autorizações, registros e homologações de conformidade.

A importância do desenvolvimento da infraestrutura tecnológica como suporte à atividade produtiva tornou-se mais visível com a abertura da economia brasileira à concorrência internacional e com a preocupação de superar as chamadas barreiras técnicas ao comércio (Ferraz, 2000). O processo de certificação tende a ser internacional, pois sem o mútuo reconhecimento desses sistemas entre países, um produto precisaria de tantas certificações diferentes quantos fossem os mercados de destino. Por isso, normas e padrões vêm sendo harmonizados através de acordos multilaterais e bilaterais, a exemplo dos acordos de barreiras técnicas da Organização Mundial do Comércio (OMC).

Normalização E Certificação

Normalização pode ser definida como a função responsável pelo estabelecimento de normas e regulamentos, caracterizando os requisitos mínimos necessários para um produto ou método de produção. As *normas* são voluntárias, podendo surgir do uso comum e disseminado pela população ou por meio de um processo formal coordenado pela indústria, no qual busca-se atingir um consenso, tanto em nível nacional quanto internacional. Os *regulamentos*, por sua vez, são padrões estabelecidos por autoridades regulatórias (Rust, 2004). A exigência legal de uma determinada norma ocorre geralmente por medida de segurança do produto ou processo ou para garantir a interconexão de sistemas.

A *certificação* se refere à comprovação, por entidade independente, da adequação do produto e do processo aos parâmetros físicos e químicos estabelecidos, visando a garantir segurança e padronização. A comercialização de um número crescente de produtos depende de sua certificação por entidades independentes, com base em ensaios, inspeções, coletas de amostras e auditorias realizadas por laboratórios credenciados para comprovar o cumprimento de normas e regulamentos estabelecidos.

Certificados de qualidade e conformidade constituem uma condição *sine qua non* para fornecer para determinados setores. Além da certificação de produtos e serviços, cresce significativamente a exigência da certificação de sistemas (da qualidade, de gestão ambiental, de saúde ocupacional e de segurança industrial) como condição para que produtos e serviços sejam comercializados em diferentes mercados. No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) tem por função elaborar e difundir normas técnicas, incentivar seu uso e representar o país junto a organizações similares no exterior.

A *International Organization for Standardization* (ISO), organização com sede em Genebra, é o principal organismo certificador internacional de qualidade no mundo. Contando com representantes em 90 países, produz a cada ano cerca de 800 padrões novos e revisados. A certificação ISO 9000 foi popularizada no Brasil graças a uma ação institucional envolvendo o setor público, empresas e organizações privadas credenciadas internacionalmente. A certificação da qualidade abrange diferentes etapas da cadeia produtiva. A ISO 9001 é a mais completa, abrangendo as dimensões do projeto, da produção, da instalação e da assistência técnica dos produtos. As demais se referem ao recebimento de matérias-primas, à embalagem do produto e à inspeção final.

As empresas de diferentes setores se defrontam com o desafio de melhorar continuamente o padrão de qualidade de seus produtos de forma a atender às exigências de clientes. As demandas por qualidade são diferenciadas segundo os diferentes mercados visados, o que significa que a empresa deve estar capacitada para entender e cumprir variados padrões quanto a segurança, confiabilidade, durabilidade, conformação e desempenho de seus produtos. Os investimentos necessários para cumprir requisitos específicos podem constituir uma importante barreira às exportações, principalmente em pequenas e médias empresas, face aos investimentos necessários para capacitar o pessoal técnico e adquirir equipamentos de produção e controle de qualidade.

As certificações de qualidade não se restringem a produtos, mas vêm sendo crescentemente adotadas também em serviços. Por exemplo, empresas de

software vêm adotando o certificado CMM para comprovar a qualidade do processo de desenvolvimento e teste dos programas. Certificações específicas para cada tipo de serviço vêm se difundindo rapidamente em todo o mundo como forma de assegurar sua compatibilidade com as melhores práticas operacionais. Empresas oriundas de países em desenvolvimento, em particular, recorrem à certificações internacionais como forma de contornar a reputação de baixa qualidade de seus serviços. As empresas indianas de software, por exemplo, recorrem mais à certificação do que suas congêneres europeias e norte-americanas, que gozam de maior prestígio no mercado internacional.

Na área da gestão ambiental, as normas da série ISO 14000 estabelecidas pela *International Organization for Standardization* utilizam procedimentos similares àqueles definidos para as normas de qualidade: um conjunto de atividades a serem realizadas e monitoradas formalmente pelas empresas. Os selos verdes, em sua maioria, não são de adoção ou exigência compulsória. No entanto, devem crescer as pressões nessa direção por meio do aumento das barreiras não tarifárias. A Alemanha, por exemplo, foi pioneira em proibir a importação de celulose branqueada a cloro, por ser este um processo considerado agressivo ao meio ambiente. Para superar essa barreira técnica, o exportador precisa investir em processos alternativos, como o branqueamento por oxigênio. Tais processos geralmente requerem investimentos em tecnologia, equipamentos específicos, informação e capacitação de pessoal. Inovações ambientais, principalmente aquelas destinadas a tornar os processos mais limpos, dispensando tratamentos "end *of pipe*" são cada vez mais importantes para o sucesso do exportador.

Metrologia

A metrologia é definida como a "ciência da medição", tendo por objetivo assegurar a confiabilidade e a credibilidade das medições efetuadas na produção. O resultado de uma medição somente pode ser considerado completo quando elimina o grau de incerteza que a cerca, através da: (i) repetitividade – concordância entre os resultados de medições sucessivas efetuadas sob as mesmas condições; e (ii) reprodutividade – concordância entre os resultados de medições efetuadas sob condições variadas.

No Brasil, a metrologia industrial está a cargo do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade (Sinmetro), reunindo em sua estrutura o Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro) e o Instituto Nacional de Metrologia (Inmetro). O Inmetro é o órgão

central de metrologia industrial, responsável pelo credenciamento de outras instituições nacionais para prestar serviços metrológicos para a indústria. Testes e ensaios mais complexos são realizados diretamente no Centro Nacional de Metrologia Científica e Industrial em Xerém (RJ).

Propriedade intelectual

O valor de uma determinada tecnologia geralmente depende das condições de *apropriabilidade*, ou seja, da possibilidade de o inventor ou inovador manter controle monopolista sobre a tecnologia em um determinado período de tempo. Tal controle geralmente é exercido através da propriedade intelectual sobre bens imateriais, por meio de patentes. Em alguns casos, a tecnologia não é patenteável e a proteção é mantida por segredo industrial. Uma tecnologia facilmente imitável leva os rendimentos monopolistas de uma inovação a quase zero.

A propriedade intelectual (PI) é essencialmente um direito, outorgado pelo Estado por meio de leis específicas, por um prazo determinado. Permite a seu detentor excluir terceiros de sua comercialização. A PI abrange a propriedade industrial, *copyrights* e domínios conexos. A propriedade industrial é o regime de proteção conferido às invenções, modelos de utilidade, desenhos industriais, marcas e denominações de origem.

Uma *patente de invenção* é concedida no caso de o objeto possuir os requisitos de novidade, atividade inventiva e aplicação industrial, levando em consideração não apenas a ideia tal como foi expressa, mas sua aplicação prática.

O *modelo de utilidade* se refere mais a um detalhe de funcionamento, ou de utilização, do que, propriamente, de estética ou configuração. Trata-se de um dispositivo ou forma nova conferida a um objeto conhecido, visando a aumentar ou facilitar sua capacidade de utilização. Por exemplo, uma nova engrenagem em um isqueiro ou um novo dispositivo para abertura de uma lata constitui um modelo de utilidade passível de ser patenteado.

O *desenho industrial (design)* é um bem imaterial que se exterioriza pela forma ou pela disposição de linhas e cores de um objeto suscetível de utilização. A diferenciação do produto através de *design* exclusivo é muito importante para a competitividade de indústrias de bens de consumo e produtos embalados para o usuário final. Os produtos precisam ser constantemente redesenhados, de forma a incorporar um visual mais atualizado seguindo tendências culturais, novos padrões estéticos, mudanças de hábitos do consumidor, uso de novos materiais e componentes que ganham preferência do mercado. O *design* original é passível de ser protegido pelas leis de propriedade industrial.

As *marcas* registradas conferem uma identidade ao produto, permitindo sua identificação pelo consumidor. Desenvolver uma marca forte requer grandes investimentos em propaganda e marketing, mas pode ser uma boa alternativa

para fugir da competição por preços, típica dos produtos sem uma identidade marcante.

Já o *direito autoral* (*copyrights)* é o regime de proteção conferido especificamente a criações literárias, artísticas e científicas. O registro de direito de autor de uma obra original confere o direito exclusivo de utilizar, fruir e dispor da obra, ou seja, de impedir que terceiros copiem o que foi criado.

A propriedade intelectual é regida por vários acordos internacionais, desenvolvidos a partir da Convenção da União de Paris e da Convenção de Berna, ambas de 1883. Atualmente, o acordo internacional mais importante é o *Trade Related Aspects of Intellectual Rights Including Trade in Counterfeit Goods -TRIPS,* criado em 1994 pela Organização Mundial do Comércio. Até então, não havia instrumentos para assegurar que governos de diferentes países adotassem legislações compatíveis para propriedade intelectual. O acordo TRIPS promove a compatibilização de regras nas áreas de *copyrights,* marcas registradas, desenho industrial, patentes, topografia de circuitos integrados, confidencialidade e controle sobre concorrência desleal em contratos de licenciamento. A proteção à propriedade industrial é cada vez mais abrangente, incluindo todos os tipos de produtos, componentes, partes e substâncias, processos e suas aplicações.

À medida que a economia do conhecimento avança, os ativos intangíveis de natureza tecnológica, cultural e informacional passam a representar o futuro do aumento do emprego e dos lucros, sendo, portanto, fonte de crescimento econômico. A proteção à propriedade intelectual constitui, hoje, um dos temas mais críticos e polêmicos na economia política das relações internacionais. Por um lado, o sistema americano de patentes tende a aceitar patentes de software e de organismos geneticamente modificados, enquanto o sistema europeu procura ser mais cauteloso devido a considerações éticas e sociais. Os avanços nos acordos internacionais de propriedade intelectual na Organização Mundial de Comércio, entretanto, vêm levando um número crescente de tecnologias a receber proteção dos sistemas harmonizados de patentes.

Apesar de o sistema de patente ser uma das formas mais antigas de intervenção governamental em economias de mercado, existem controvérsias so bre a adequação e os impactos desse sistema. Desenvolvido para solucionar o problema da apropriação de investimentos em P&D, encorajando a *inovação,* o sistema de patentes apresenta conflitos com a *difusão* de novas tecnologias, dado o período relativamente longo de proteção monopolista. A controvérsia, entretanto, tende a variar segundo o tipo de indústria ou inovação considerada.

Em alguns setores, as patentes constituem instrumentos ineficazes de proteção, enquanto em outros asseguram privilégios excessivos. O tratamento dado às patentes, entretanto, tende a ser linear, desconsiderando possíveis idiossincrasias setoriais. O monopólio concedido cria, em muitos casos, barreiras artificiais à difusão dos conhecimentos acumulados pela humanidade.

Fontes de inovação na indústria brasileira

O estudo do comportamento inovador da empresa brasileira nos ajuda a entender o processo de desenvolvimento industrial do país. A literatura internacional está focada na experiência dos países avançados, onde a principal fonte de aquisição de tecnologia são as atividades de P&D. Já no Brasil, existem algumas ilhas de excelência tecnológica, formadas por poucas empresas de classe universal. A maior parte da indústria, entretanto, adota estratégias imitativas ou dependentes para inovar (ver Capítulo 9).

Segundo os dados da Pintec, a principal fonte de tecnologia na indústria brasileira é a aquisição de máquinas e equipamentos, responsável por mais de 50% do total dos gastos com inovação na indústria como um todo. A importância da compra de máquinas e equipamentos no total dos gastos em inovação decresce à medida que aumenta o porte das empresas, indicando que as maiores empresas diversificam mais suas fontes de tecnologia. A maioria das empresas entrevistadas pela Pintec reconhece que seus gastos com P&D são baixos. Elas geralmente não introduzem inovações tecnológicas no mercado, não compram P&D externo nem fazem projetos industriais. Suas principais motivações para inovar são aumentar a qualidade do produto e manter a participação no mercado. Assim, a difusão de inovações é condicionada por uma postura reativa das empresas, que buscam apenas não perder mercado para a concorrência.

O esforço moderado de inovação desenvolvido pela indústria brasileira é confirmado por uma pesquisa realizada para o Senai (Régnier, Caruso e Tigre, 2001) junto a empresas clientes de projetos de assistência técnica e tecnológica. Assim como a Pintec, a pesquisa do Senai mostrou que a principalfonte externa utilizada por empresas brasileiras é a tecnologia incorporada em equipamentos e insumos críticos. As informações repassadas pelos fornecedores sobre o funcionamento das máquinas, componentes e insumos constituem a principal forma de absorver conhecimentos e aperfeiçoar sua utilização.

Outras fontes de tecnologia muito utilizadas pelas empresas revelam estratégias de buscar informações já disponíveis no mercado e de priorizar soluções internas aos problemas tecnológicos. Isso inclui participações em feiras, congressos e exposições; cursos e treinamento gerencial; desenvolvimento interno; e consultas à Internet e a publicações especializadas.

As universidades e centros de pesquisa também são utilizados, em diferentes graus, pelas empresas. Esta fonte geralmente tem um custo relativamente mais baixo quando comparada a outras formas externas de transferência de tecnologia. As consultorias externas são adotadas, sobretudo, por empresas de grande porte. Outras fontes externas utilizadas no Brasil são as consultas a informações disponibilizadas por associações de classe e compra de tecnologia de outras empresas através de contratos de licenciamento. Outra forma de adquirir tecnologia é participar de redes globais.

O principal objetivo dos esforços tecnológicos das empresas brasileiras, segundo a pesquisa do Senai, é o acompanhamento da dinâmica competitiva por meio do lançamento de novos produtos, assim como a adaptação de produtos existentes às necessidades do mercado, aos padrões mais rígidos de qualidade e a maior aderência a normas técnicas internacionais. Já a demanda por tecnologia de processos e mudanças organizacionais reflete a necessidade de reduzir custos de produção por meio do desenvolvimento e/ou aperfeiçoamento dos processos produtivos; da busca de soluções para problemas ambientais; de desenvolvimento e análise de indicadores de desempenho *(benchmarking);* e do treinamento em uso de equipamentos e controle de processos.

Do ponto de vista das inovações organizacionais, as empresas buscam informações externas para introduzir novas formas de gestão; implantação de comércio eletrônico e/ou soluções de informática; soluções de logística para suprimentos e distribuição; e treinamento em novas práticas organizacionais. Na área de qualidade, o maior interesse recai na certificação ISO 9000, seguida da introdução de controle de qualidade total e certificação de produto. Finalmente, na área de relações com o mercado, predominam os fatores relativos à introdução de sistemas de assistência técnica e atendimento a clientes; análise e prospecção de mercados.

Resumo

As empresas inovadoras recorrem a informações e conhecimentos que podem ter origem interna e externa. As principais fontes internas de inovação são as atividades de pesquisa e desenvolvimento (P&D), as melhorias incrementais obtidas por meio do aprendizado, experiência e programas de qualidade e a cópia de produtos pioneiros através da engenharia reversa. Para isso, a empresa precisa contar com rotinas dinâmicas para desenvolver capacitação tecnológica e transformar produtos e processos.

As fontes externas de tecnologia, por sua vez, abrangem uma ampla gama de procedimentos de diferentes níveis de complexidade. As formas mais simples e baratas de obter informações tecnológicas são as consultas a sites especializados na Internet, a participação em cursos de especialização, a compra de livros e revistas técnicas, a visita a feiras, congressos e exposições nacionais e internacionais e a troca informal de informações com parceiros de negócios. Fontes mais complexas de aquisição externa de tecnologia são a compra de bens de capital, a contratação de consultores externos, a cooperação com universidades e centros de pesquisa, a participação em projetos conjuntos de pesquisa e os contratos de transferência de tecnologia. Os fluxos externos de informação são fundamentais para alimentar o processo de inovação, principalmente nas empresas de pequeno e médio portes, nas quais inexistem atividades formais de P&D.

O acesso à tecnologia depende também da infraestrutura conhecida como tecnologias industriais básicas (TIB). Isso inclui normas (voluntárias) e regulamentos (obrigatórios); certificação por entidade independente comprovando a adequação do produto e do processo aos parâmetros físicos e químicos convencionais; e laboratórios de metrologia para assegurar a confiabilidade e a credibilidade das medições efetuadas na produção. A TIB é essencial para empresas exportadoras que atuam em mercados mais regulados e exigentes quanto à qualidade, à segurança e ao respeito ao meio ambiente.

O sistema de propriedade intelectual confere proteção a invenções, *design* original, modelos de utilidade e marcas. O valor de uma determinada tecnologia geralmente depende da possibilidade de o inventor ou inovador manter controle monopolista sobre ela em um período de tempo suficiente para obter retorno sobre o investimento em P&D. A proteção se dá por meio de patentes, *copyrights* ou segredo industrial.

Para melhor contextualizar o processo de aquisição de tecnologia, examinamos as fontes de tecnologia mais utilizadas na indústria brasileira. A principal referência é a Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (Pintec) do IBGE, que mostra que a principal fonte de inovação no Brasil é a aquisição de máquinas e equipamentos. As maiores empresas diversificam mais suas fontes de tecnologia, incluindo P&D e aquisição de tecnologia externa via licenciamento.

Leitura complementar

Para aprofundar o estudo das fontes de inovação industrial, além das referências mostradas no Capítulo 5, recomendamos a consulta às diversas publicações do Senai sobre o tema, que podem ser acessadas em *www.senai.br/br publicacoes.*

O tema da TIB pode ser aprofundado no site do Inmetro: *www.inmetro.gov.br*. Para um resumo conceitual, recomendamos o artigo de Reinaldo Ferraz, "Tecnologia Industrial Básica como fator de competitividade", publicado em *Parcerias Estratégicas*, número 8 – maio/2000.

Os aspectos teóricos do tema do aprendizado tecnológico podem ser revistos no artigo de Sergio Queiroz, "Aprendizado Tecnológico", no livro *Economia da inovação tecnológica*, organizado por Pelaez e Szmrecsányi (2006). No mesmo livro, Eduardo Motta de Albuquerque, em "Apropriabilidade dos frutos do progresso técnico", discute o papel e as condições de apropriação da inovação no contexto dos países desenvolvidos e não desenvolvidos.

CAPÍTULO 7

Setor de atividades, tamanho da firma e localização geográfica

As organizações estão imersas em contextos setoriais específicos que atuam como fortes condicionantes da atividade inovadora. Os diferentes ramos da atividade econômica apresentam dinâmicas tecnológicas próprias, determinadas por padrões de competição distintos e condições heterogêneas de acesso a recursos técnicos. Para entender a relação entre inovação e *dinâmica setorial*, precisamos estudar os diferentes processos produtivos, tipos de produtos e padrões de competição que caracterizam cada setor da atividade econômica. No entanto, para fugir de uma análise setorial muito especializada, podemos agregar os ramos industriais segundo seus traços comuns no tocante à natureza do processo produtivo, à escala de produção típica, ao padrão de competição e tipo de mercado visado nos seguintes grupos: (i) produtores de *commodities;* (ii) setores tradicionais; (iii) produtores de bens duráveis; e (iv) setores difusores do progresso técnico. O setor de serviços constitui outro ramo da atividade econômica que vem se destacando pela incorporação de inovações, mas que precisa ser analisado separadamente devido a suas características de intangibilidade e produção concomitante ao consumo.

A relação entre inovação e *tamanho da firma* é outra questão importante discutida neste capítulo. Marx entendia que o processo de concentração industrial se apoiava nos ganhos crescentes de escala proporcionados pelas inovações em máquinas e equipamentos. Schumpeter, ao analisar a relação entre tamanho da firma e comportamento tecnológico, reconheceu a importância da escala econômica para a inovação. No entanto, a realidade contemporânea mostra que micro e pequenas empresas também podem ser inovadoras, dependendo do arranjo produtivo, da fase do ciclo de vida do produto e das características da tecnologia.

Por fim, mostraremos o papel da dimensão *regional* como fator condicionante do processo de mudança tecnológica. A localização geográfica determina o

ambiente institucional vivenciado por grande parte das operações produtivas de uma organização. O avanço da globalização vem retirando grande parte do caráter nacional que distingue as economias de diferentes países. Diante de mercados mais abertos ao comércio internacional, a dimensão regional e local passou a atrair maior atenção de empresários, pesquisadores e governos. Os chamados “arranjos produtivos locais”, que reúnem *clusters* de empresas com forte sinergia entre si, são vistos hoje como importantes estímulos à inovação e à competitividade.

Inovação e setores de atividades econômicas

O setor de atividades constitui um aspecto essencial para explicar os ambientes tecnológicos nos quais as firmas estão inseridas. O padrão de competição setorial costuma apresentar características estruturais próprias, a exemplo da intensidade da competição, do grau de concentração da produção, das *barreiras à entrada* estáticas ou dinâmicas, da exposição à competição internacional e das especificidades do regime de regulação.

O ritmo de incorporação de novas tecnologias está associado ao dinamismo setorial. Os investimentos em novas tecnologias são realizados principalmente em fases de expansão do mercado, quando a capacidade instalada se mostra insuficiente para atender à demanda existente ou projetada. Os investimentos em expansão da capacidade produtiva abrem oportunidades para incorporar novas tecnologias, aproveitando o aprendizado acumulado e a oferta de novos equipamentos e processos organizacionais. Empresas ou plantas industriais novas conseguem tirar melhor proveito de inovações por não estarem comprometidas com investimentos prévios, opções tecnológicas e formas de operação que implicam custos irrecuperáveis.

Os setores industriais que apresentam as maiores taxas de inovação são caracterizados pelo rápido avanço nos conhecimentos técnico-científicos incorporados. Segundo a Pintec, mais de 60% das empresas nos setores de fabricação de máquinas para escritório, componentes eletrônicos, aparelhos e equipamentos de informática e comunicações, equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial e cronômetros e relógios inovaram nos dois anos anteriores à pesquisa. Já a fabricação de produtos farmacêuticos, máquinas e equipamentos, aparelhos e materiais elétricos e equipamentos de transporte apresentaram uma taxa de inovação em torno de 45%. Os setores que menos inovaram foram aqueles classificados como tradicionais, incluindo alimentos e bebidas, metais não ferrosos, móveis e madeiras e produção têxtil, em que menos de 30% das empresas introduziram algum tipo de inovação no período analisado. Cabe lembrar que as estatísticas se referem a uma média setorial e que existem empresas inovadoras mesmo nos setores considerados mais tradicionais. No Brasil, os gastos setoriais em P&D em relação ao faturamento representam

apenas um terço daqueles dos países mais desenvolvidos (0,6% do PIB contra 1,8% da média da OCDE, ver Tabela 7.1).

Tabela 7.1

Gastos setoriais com P&D como % da receita líquida

Setores	Brasil	Países da OCDE
TOTAL	0,6	1,8
Alimentos e bebidas	0,2	0,3
Produtos têxteis	0,3	0,4
Madeira	0,2	0,2
Celulose e papel	0,4	0,3
Refino de petróleo	0,9	0,5
Químico	0,7	2,0
Farmacêutico	0,9	10,0
Borracha e plástico	0,4	1,0
Minerais não metálicos	0,3	0,6
Siderurgia	0,4	0,7
Metais não ferrosos	0,3	0,7
Produtos de metal	0,4	0,5
Máquinas e equipamentos	1,2	2,0
Informática	1,3	4,3
Materiais elétricos	1,8	2,2
Eletrônico e comunicações	1,7	7,6
Veículos automotores	1,0	2,2
Aeronaves	8,0	8,0
Móveis	0,3	0,5

Fonte: IBGE, Pesquisa Industrial Anual, dados de 2003.

Quando comparamos os gastos setoriais em inovação no Brasil com os de países da OCDE, verificamos que não existe um padrão homogêneo. Dois fatores parecem influenciar decisivamente o padrão setorial de inovação: a origem do capital da empresa e a especialização da indústria nacional dentro da cadeia produtiva setorial. Com base na Tabela 7.1, podemos dividir os setores em três categorias, de acordo com a intensidade relativa dos gastos em P&D no Brasil:

a) Setores em que os gastos em P&D no Brasil são *iguais ou maiores* do que a média da OCDE: aeronaves, papel e celulose, refino de petróleo e madeira. O Brasil é um importante exportador de aviões e celulose, fato que exige uma atualização permanente dos produtos e processos. Observa-se, como

principal característica comum destes setores, o predomínio do capital nacional com autonomia decisória para traçar suas próprias estratégias tecnológicas.

b) Setores em que os gastos em P&D no Brasil representam um pouco *mais da metade* da média da OCDE: alimentos e bebidas, produtos têxteis, siderurgia, produtos de metal, máquinas e equipamentos, materiais elétricos e móveis. Também se observa nestes setores o predomínio do capital nacional. Com exceção de máquinas e equipamentos e material elétrico, os setores incluídos nesta categoria são relativamente pouco intensivos em P&D, a tecnologia é madura e pode ser obtida via licenciamento. Por fim, observase que a especialização brasileira geralmente se concentra em segmentos tecnologicamente menos avançados da cadeia produtiva setorial. Por exemplo, a siderurgia brasileira se especializou em produtos semiacabados, que exigem menos investimentos em P&D do que aços especiais.

c) Setores em que os gastos em P&D no Brasil são *inferiores à metade* da média da OCDE: química, farmacêutica, borracha e plásticos, metais não ferrosos, veículos, informática, eletrônica e comunicações. O principal traço comum destes setores no Brasil é o predomínio de empresas estrangeiras que concentram suas atividades de P&D nas matrizes no exterior. São indústrias tecnologicamente sofisticadas cuja tecnologia tende a ser global e facilmente adaptável a diferentes contextos (ver o Caso 7.1).

Caso 7.1

Por que a indústria farmacêutica não faz P&D no Brasil?

No Brasil, nem as firmas farmacêuticas nacionais nem as estrangeiras, que dominam 80% dos medicamentos vendidos no país, realizam atividades de P&D como fazem em seus países de origem. A política das multinacionais farmacêuticas é centralizar nas matrizes não apenas as pesquisas como também a produção de fármacos que são exportados para as subsidiárias. No Brasil, a atividade industrial se resume à mistura de insumos farmoquímicos (dos quais 80% são importados) para dar forma final de apresentação dos medicamentos em comprimidos,

ampolas ou bisnagas. Enquanto nos países da OCDE as empresas farmacêuticas gastam em média 10% de seu faturamento em P&D, no Brasil tal investimento não chega a 1%.

O maior obstáculo à P&D de novos medicamentos no Brasil é a fragilidade das empresas locais, que foram paulatinamente perdendo competitividade. O processo de desnacionalização se agravou a partir da aprovação da Lei de Patentes (Lei 9.279/96), quando o país cedeu às pressões estrangeiras para o reconhecimento das patentes de medicamentos. Até então, as empresas nacionais utilizavam a prática da engenharia reversa, uma fonte de inovação que se inviabilizou após 1996. Até mesmo as atividades de P&D realizadas por laboratórios públicos foram prejudicadas pelo reconhecimento da propriedade intelectual. As duas potências farmacêuticas entre os países em desenvolvimento – Índia e China —, em contraste, negociaram junto à OMC um reconhecimento gradual das patentes, dando tempo aos laboratórios nacionais para se prepararem para as mudanças.

Outro grande obstáculo é o alto custo das atividades de P&D na indústria farmacêutica. Os investimentos em pesquisa de um novo fármaco podem atingir facilmente a casa de centenas de milhões de dólares, com duração média de 10 a 15 anos. Tal esforço somente pode ser empreendido por grandes empresas com atuação global. Em todo o mundo, observa-se um processo agressivo de fusões e aquisições de empresas farmacêuticas de forma a proporcionar o domínio do mercado e as escalas necessárias para viabilizar as atividades de P&D.

Fonte: Ohayon e Vieira (2002).

Uma taxonomia pioneira para classificar os setores conforme suas características inovadoras foi proposta por Pavitt (1984), com base em quatro grupos: (i) setores dominados por fornecedores, em que a mudança tecnológica deriva, essencialmente, dos fornecedores de equipamentos e insumos; (ii) setores dominados pela escala nos quais a acumulação tecnológica é gerada pelo projeto,

pela criação e pela operação de sistemas produtivos complexos; (iii) setores baseados em ciência, nos quais a tecnologia é gerada principalmente por atividades de P&D; e (iv) setores fornecedores especializados que transmitem tecnologia para toda a indústria, na forma de software, instrumentos, insumos e componentes, máquinas.

A taxonomia de Pavitt, embora útil para entender padrões típicos de inovação, é criticada por autores latino-americanos por adotar uma concepção muito focada em atividades de P&D. Em países em desenvolvimento como o Brasil, a inovação tem por base o aprendizado e a absorção de tecnologias externas e poucas empresas realizam atividades de P&D. Assim, julgamos ser mais apropriado utilizar a taxonomia proposta por Ferraz, Kupfer e Haguenauer (1996), que diferenciam os setores segundo o padrão de competição e natureza do produto ou processo de produção. Os setores são agrupados em: (i) produtores de *commodities;* (ii) setores tradicionais; (iii) produtores de bens duráveis e seus fornecedores; e (iv) difusores do progresso técnico.

Produtores de *commodities*

As *commodities* são caracterizadas pela relativa homogeneidade dos produtos e pelas altas escalas de produção. São produzidas através de fluxos contínuos em processos produtivos altamente integrados, a exemplo dos produtos petroquímicos, siderúrgicos e da celulose. As plantas são intensivas em capital e operam grandes volumes, resultando em elevada concentração de mercado em um número relativamente pequeno de empresas, uma estrutura industrial descrita na literatura econômica como oligopólio homogêneo. O investimento inicial na construção da planta condiciona as estratégias tecnológicas subsequentes, pois os *custos afundados* (ou irrecuperáveis) associados aos investimentos realizados em processos dedicados precisam de um prazo longo para serem integralmente amortizados.

Nesse contexto, a difusão de novas tecnologias depende da complementaridade e compatibilidade com o processo de produção específico adotado. A difusão resulta de um processo de coevolução entre um conjunto relacionado de inovações. Para que novos equipamentos e processos sejam incorporados a uma planta produtiva, eles precisam ser compatíveis com os padrões definidos originalmente, assim como dependem da possibilidade de serem interconectados às diversas partes e componentes do sistema. Nas indústrias de fluxo contínuo, há, portanto, uma forte dependência da trajetória passada, pois a difusão de novas tecnologias depende de decisões técnicas pregressas que aprisionam as empresas a determinados padrões ou rotas tecnológicas.

Na medida em que as mercadorias são pouco diferenciadas, os preços têm um papel fundamental na competição. Tal padrão de competição confere às inovações um viés de redução de custos. A estratégia tecnológica típica dos produtores de *commodities* é o aumento de escala produtiva, a otimização dos processos e a redução dos impactos ambientais. As inovações em produtos buscam atender a especificações técnicas derivadas dos processos produtivos dos clientes. Assim, ganha relevância na trajetória tecnológica das empresas o uso de tecnologias não incorporadas, ou seja, aquelas que não podem ser adquiridas por meio da compra de equipamentos. Isso inclui, por exemplo, a gestão da qualidade total, a logística e a adequação às legislações ambientais e trabalhistas. Apesar de serem produtos considerados homogêneos, observam-se esforços de diferenciação através do desenvolvimento de bens de maior valor agregado. Os

setores produtores de *commodities* não se limitam ao uso de tecnologias externas à empresa, pois fontes internas de tecnologia são frequentemente adotadas para solucionar problemas idiossincráticos às plantas instaladas.

Considerando a grande escala de operações e o investimento acumulado (*vintage capital*), as empresas desses setores não promovem mudanças radicais nos processos, a não ser quando realizam novos investimentos. Nas plantas existentes, a tecnologia segue uma trajetória de mudanças incrementais, como mostra o Caso 7.2.

Caso 7.2

Inovação tecnológica na indústria petroquímica

A indústria petroquímica já é considerada madura, mas os grandes grupos empresariais mantêm elevados investimentos em P&D direcionados, sobretudo, para áreas de catálise, modelagem, simulação e melhoramentos incrementais nos processos produtivos existentes, além da diferenciação de produtos. Ocorrem também modificações na tecnologia gerencial das empresas por meio da introdução de modelos avançados de gestão e controle de processos associados à automação microeletrônica.

Os investimentos na geração de inovações tecnológicas derivam de pressões competitivas, assim como de exigências de normas ambientais, alterações na estrutura de custos dos insumos e exigências dos consumidores. O desenvolvimento de produtos petroquímicos de melhor desempenho no processo de transformação está levando a uma “descomoditização” de alguns segmentos da indústria. As inovações na segunda e na terceira gerações da cadeia petroquímica possibilitam a diversificação dos produtos plásticos finais, aumentando o espaço para a inovação. Tais tendências são dominantes em determinados segmentos dos mercados de polietilenos, elastômeros e polipropileno, em que são desenvolvidos novos produtos adaptados às necessidades dos clientes.

As plantas antigas precisam ser preservadas, diante do alto custo do investimento e do longo prazo necessário para sua amortização. Por isso, as empresas petroquímicas seguem trajetórias tecnológicas de otimização da capacidade instalada, através da modernização dos instrumentos e sistemas de controle de processos e do uso de tecnologias mais limpas, bem como da valorização de seus ativos por meio da diferenciação de produtos.

Setores tradicionais

As indústrias definidas como “tradicionais” são bastante heterogêneas, dada a intensa segmentação de mercados em função dos níveis de renda dos consumidores. Um aspecto comum às empresas deste grupo é a baixa intensidade relativa de P&D. A Tabela 7.1 mostra que mesmo nos países mais desenvolvidos os setores de alimentos e bebidas, produção têxtil, madeira, celulose e papel, refino de petróleo, produtos de metal e móveis apresentam gastos médios em P&D iguais ou inferiores a 0,5% do faturamento. Na maioria dos setores classificados como tradicionais não há um esforço próprio de pesquisa e desenvolvimento, embora possam ocorrer inovações em *design* e adaptações às necessidades e ao poder de compra dos consumidores. Há também uma crescente preocupação em lançar produtos mais saudáveis e utilizar processos menos poluentes. As inovações em processos produtivos são incorporadas principalmente por meio da compra de máquinas, equipamentos e insumos críticos.

Os principais fatores de competitividade nos setores tradicionais são a marca e o preço. Na área de bens de consumo não duráveis a variedade de produtos e de procedimentos produtivos está associada à segmentação da demanda ao nível de renda dos consumidores. Quanto maior a renda, menor o peso relativo do atributo preço e maior a importância da marca e da qualidade. Assim, nos setores tradicionais coexistem processos produtivos e níveis tecnológicos diferenciados, segundo a escala produtiva e a variedade de produtos.

Diferente do que ocorre no setor produtor de *commodities* industriais, em que o processo produtivo é altamente integrado, nos setores tradicionais novas máquinas e equipamentos podem ser incorporados a uma planta de forma discreta. Na maioria dos segmentos não há necessariamente um sistema integrado de produção. Na indústria têxtil, por exemplo, é comum um novo tear automatizado operar ao lado de equipamentos mais antigos na fabricação de um mesmo produto. Isso indica que a difusão tecnológica pode ter um caráter mais incremental e que os equipamentos mais antigos podem ser reutilizados em épocas de picos de demanda.

Produtores de bens duráveis e seus fornecedores

As empresas produtoras de bens de consumo duráveis são tipicamente de grande porte e inovam constantemente em várias áreas da atividade empresarial. Isso inclui inovações em produtos, processos, gestão, desenvolvimento de novos mercados, aplicação de novos materiais, melhoramentos na logística e inovações organizacionais. Fabricantes de bens de consumo duráveis costumam ser pioneiros na introdução de inovações que mais tarde se difundem para outros ramos da indústria manufatureira. Os produtores de bens eletrônicos de consumo aplicam mundialmente mais de 5% de seu faturamento em atividades de P&D, enquanto o setor automobilístico investe 2,2% (ver Tabela 7.1). Os fabricantes de eletrodomésticos apresentam um quadro mais heterogêneo, dependendo da complexidade e da sofisticação dos produtos.

A competição no mercado de bens duráveis é global e muito acirrada, exigindo uma constante renovação de modelos e a incorporação de maior conteúdo tecnológico. O lançamento de novos produtos é essencial, diante de um padrão de competição assentado na diferenciação. Em muitos segmentos da indústria, os mercados já estão saturados e somente a inovação em produtos pode assegurar a sobrevivência das empresas, como mostra o Caso 7.3. As trajetórias de inovações em bens de consumo duráveis estão centradas na renovação do *design*, na digitalização de funções e controles, na miniatu-rização e incorporação de materiais mais leves, na redução do consumo de energia e dos impactos ambientais, além do aumento do conforto, da segurança e da facilidade de uso.

Caso 7.3

A trajetória de inovações em televisores

A televisão já é muito difundida no Brasil, onde, segundo a Pesquisa Nacional de Amostra por Domicílios (IBGE, 2004), mais de 90% dos brasileiros tinham acesso a este equipamento

em casa, dos quais 96% em cores. A introdução de inovações no produto constitui a melhor estratégia para motivar os consumidores, especialmente aqueles de alta renda, a substituírem seus aparelhos ainda em bom funcionamento. “A trajetória atual de inovações são as finíssimas TVs de plasma ou cristal líquido (LCD), que ocupam menos espaço e permitem aos consumidores maiores exageros nas polegadas. As tendências indicam que, no futuro, quando os preços dos LCDs e das TVs de plasma já estiverem mais baixos, a grande briga entre os fabricantes se dará na faixa entre 30 e 40 polegadas. Por enquanto, nas TVs de mais de 40 polegadas, a tecnologia de plasma ainda ganha da tecnologia LCD, cujos preços continuam muito altos para telas desse tamanho. Mas essa barreira não deve demorar a cair.”

Fonte: Valor Econômico, 19 de outubro de 2005, p. B4.

As inovações de processo caracterizam a grande parte da trajetória tecnológica do setor de bens de consumo duráveis. A produção de automóveis deu origem ao fordismo e ao toyotismo e continua sendo uma das principais referências tecnológicas da indústria de montagem de produtos em lotes. As empresas líderes nesses setores são pioneiras na introdução de modos de produção enxuta, visando reduzir custos e aumentar a qualidade. Tal produção requer a incorporação de equipamentos flexíveis de base microele-trônica, organização da produção em células, automação da produção, *just in time* e uso intensivo de técnicas organizacionais orientadas à melhoria contínua dos processos produtivos (ver Capítulo 11). O futuro da manufatura discreta (em oposição aos processos contínuos) será forjado pelas novas tecnologias de fabricação apropriadas para os novos materiais que estão surgindo.

Em função da elevada relação entre os custos dos componentes e o valor da produção, as indústrias de montagem de bens duráveis tendem a desver-ticalizar o processo produtivo e formar redes de empresas (ver Capítulo 12). O novo modelo competitivo e tecnológico requer uma intensa cooperação entre as montadoras e seus fornecedores diretos. Nas montadoras, as tarefas tendem a se concentrar nas tarefas de desenvolvimento do produto, gestão da cadeia

produtiva e marketing, enquanto os fornecedores assumem as atividades de montagem modular de sistemas completos e subconjuntos. Os produtores competitivos são aqueles capazes de comandar a produção em grandes volumes de uma ampla gama de componentes, proporcionando o aumento das economias de escala e de escopo necessário para a redução de custos.

Setores difusores do progresso técnico

As atividades difusoras de progresso técnico têm em comum o fato de suprirem tecnologia para os demais setores da economia por meio de máquinas, equipamentos, componentes e insumos estratégicos. O setor está entre os mais intensivos em tecnologia da indústria de transformação. Os custos de P&D, o aprendizado tácito cumulativo e a proteção à propriedade intelectual por meio de patentes e segredo industrial levantam fortes barreiras à entrada de novos concorrentes. Em geral, as indústrias difusoras de progresso técnico apresentam um alto grau de endogenização dos esforços tecnológicos e contam com centros próprios de P&D.

Uma das principais características das atividades difusoras de progresso técnico é o forte relacionamento entre fornecedores e usuários. Os suprido-res de tecnologia se defrontam com demandas idiossincráticas, determinadas por trajetórias tecnológicas e condições econômicas típicas de cada cliente. Para atender a necessidades específicas, os produtos geralmente são customizados e produzidos individualmente ou em pequenos lotes, embora sistemas modulares sejam utilizados, sempre que possível, para facilitar as economias de escala.

Os setores difusores do progresso técnico são muito heterogêneos, dada a intensa segmentação tecnológica que caracteriza a indústria. Cada empresa está em concorrência direta com poucas outras nos segmentos que compõem o mercado, devido à grande especificidade das aplicações. Existem pequenas e médias empresas especializadas no fornecimento de tecnologia, principalmente em bens de capital e serviços tecnológicos. Entretanto, os segmentos avançados que proporcionam oportunidades de economias de escala e de escopo, a exemplo da microeletrônica e das especialidades farmacêuticas, são dominados por oligopólios globais.

A indústria de bens de capital é formada por fabricantes de máquinas, equipamentos e sistemas que geralmente produzem por encomenda e trabalham em escalas reduzidas. Apesar de não representar uma parcela significativa do PIB, o setor de máquinas e equipamentos tem grande importância para o desenvolvimento industrial, uma vez que define boa parte da produtividade da indústria manufatureira. Os bens de capital apresentam um elevado coeficiente de abertura ao comércio internacional, estando entre os dez setores da economia mundial que mais exportam e importam. Isentar bens de capital de impostos e taxas constitui uma das bases das políticas industriais adotadas em todo o

mundo, graças a seu efeito de estimular o investimento produtivo.

Os bens de capital utilizam um *mix* de tecnologias tradicionais e inovadoras. O conceito de máquina isolada evoluiu para a ideia de sistemas integrados que incorporam cada vez mais a microeletrônica, a comunicação digital, a óptica e os novos materiais. A integração de diferentes tecnologias aumenta a intensidade da incorporação de serviços. Assim, os produtos são associados a serviços de treinamento, informação, consultoria, suporte técnico e manutenção.

Nas especialidades farmacêuticas, a trajetória tecnológica visa ao desenvolvimento de novas moléculas e suas aplicações, envolvendo as áreas de química fina, biotecnologia, nanotecnologia e genética molecular. Além da inovação em produtos, a indústria busca excelência na qualidade, já que os insumos produzidos constituem o núcleo tecnológico de uma importante cadeia de valor a jusante. Os parâmetros de qualidade requerem aderência a padrões físico-químicos extremamente minuciosos, envolvendo, em alguns casos, escalas nanométricas. Os altos custos dos projetos de P&D levam à fusão e à incorporação de laboratórios, formando verdadeiros oligopólios globais.

Inovações em serviços

Os bens são produtos tangíveis, podem ser estocados e praticamente não há interação entre clientes e processos de fabricação. Já os serviços são intangíveis, geralmente não podem ser estocados e dependem da interação com os clientes na medida em que a produção do serviço é concomitante ao consumo. A possibilidade de estocar serviços, entretanto, vem crescendo com a difusão das TIC. Por serem intensivos em informação, os serviços vêm ganhando cada vez mais importância na economia do conhecimento. O crescimento dos serviços de informação e comunicação pode ser observado em todas as áreas de atividades econômicas, inclusive aquelas produtoras de bens tangíveis. As funções de serviços são, por essência, complementares a outros produtos.

As tendências de desmaterialização da produção observadas na economia contemporânea vêm reforçando a importância do setor serviços em todo o mundo. Esse processo levou economistas e sociólogos a considerarem que estaríamos rumando para uma "sociedade pós-industrial". Daniel Bell (1972) foi o primeiro a identificar a crescente centralidade do conhecimento formal e do crescimento do setor serviços da economia como elementos-chave da transformação socioeconômica. A corrente de pensamento conhecida como "pós-fordista" segue a mesma linha, argumentando que, em função da necessidade de lidar com as turbulências associadas à fragmentação dos mercados e aos novos desafios competitivos impostos pela globalização, as empresas são obrigadas a se tornarem cada vez mais flexíveis e inovadoras.

Um indicador do processo de intensificação do uso de serviços é o fato de a parcela do trabalho identificado como "serviço" na atividade produtiva estar crescendo mais rapidamente do que o emprego na produção. O setor de serviços apresenta uma grande heterogeneidade, reunindo desde atividades comerciais de baixo valor agregado até serviços avançados intensivos em informação. Os segmentos identificados como intensivos em processamento e distribuição de informações são particularmente inovadores pela possibilidade de aplicação de TIC. Isso inclui, por exemplo, os serviços bancários, de comunicações, software, comércio eletrônico e serviços de consultoria. A característica fundamental desses serviços é serem puramente informacionais, podendo ser prestados a distância sem envolver movimentação de material. Já nos serviços tradicionais, como restaurantes, transportes, comércio varejista e serviços pessoais, a produção é concomitante ao consumo, exigindo presença física.

Os serviços de informação e conhecimento sobre “como mudar” se tornaram ativos competitivos estratégicos, principalmente quando aplicados às atividades de P&D, marketing, logística e comunicação. Isso explica o crescimento das atividades de consultoria e terceirização de serviços nas empresas. A compra de máquinas e equipamentos constitui a etapa mais fácil da inovação, ao passo que a capacidade de absorvê-las com produtividade e integrá-las aos processos de negócios constitui o maior desafio. A gestão do conhecimento e outros ativos intangíveis é um serviço necessário não apenas no âmbito da firma, pois é a espinha dorsal de redes produtivas complexas englobando vários agentes econômicos. Nesse contexto, a demanda por serviços aumenta mesmo quando associada à gestão do capital físico. Os serviços de informações permitem multiplicar a capacidade de armazenar, processar e transferir dados a todas as empresas e organizações capazes de incorporá-los a seus processos produtivos.

O fordismo nunca foi amplamente difundido no setor de serviços, existindo poucas experiências bem-sucedidas de aplicação plena de seus princípios no setor terciário. Uma exceção é a cadeia de restaurante McDonald’s, na qual métodos padronizados tipicamente fordistas podem ser observados desde a montagem de hambúrgueres em uma operação de lote até o uso de pás especialmente desenvolvidas para embalar batatas fritas em porções fixas. No entanto, o fato de o setor de serviços não ter incorporado plenamente os métodos fordistas não significa ausência de oportunidades para aumento de produtividade. As novas tecnologias de computação e comunicação parecem ser especialmente talhadas para atender às demandas dos setores intensivos em informação. Tipicamente, o setor de serviços apresenta uma menor relação capital/trabalho do que a do setor industrial e apresenta deficiências organizacionais ou “gorduras” que podem ser queimadas com a aplicação de novas tecnologias. Assim, o setor de serviços passou a ser o foco da maioria das novas aplicações das TIC. Por ser mais informacional, ou seja, envolver muitas transações que podem ser transformadas em bytes, o setor de serviços apresenta um grande potencial para a inovação e o aumento da produtividade.

Caso 7.4

O advento do comércio internacional de serviços de TIC

Desde 1995, quando o uso comercial da Internet foi autorizado, a comercialização de serviços relacionados às TIC vem ganhando crescente importância no comércio internacional. Pressões competitivas têm levado empresas multinacionais a buscarem novas localizações para seus centros de software e serviços, visando a reduzir custos e ter acesso a novas tecnologias e recursos humanos qualificados. O aprofundamento do trabalho em rede amplia a possibilidade de fracionar processos, transferindo determinadas etapas para locais com menor custo ou maior *expertise*. Os serviços de software, tradicionalmente prestados a distância, envolvem a terceirização de uma atividade específica da área de TI, seja ela na camada de infraestrutura ou relacionada à gestão e manutenção de aplicativos. Novas tecnologias e tendências organizacionais entretanto, vêm permitindo a viabilização da comercialização de serviços que, embora não sejam propriamente de TIC, utilizam as tecnologias da informação como habilitadora de sua execução. Tais serviços de gestão de rotinas administrativas e processos de negócios são conhecidos como ITES – *Information Technologies Enabled Services*. Nesse campo, destaca-se por seu alto valor agregado o *Business Process Outsourcing* (BPO), em que uma organização externa assume a responsabilidade de executar todo um processo administrativo, como, por exemplo, a gestão de vendas e a administração financeira. Isso requer uma relação colaborativa e flexível entre o contratante e o provedor de serviço.

Fonte: Tigre e Marques (2006).

A exemplo do que ocorre na indústria, as inovações em serviços podem ser de produto, processo ou de caráter organizacional. As inovações em produto – por exemplo, caixas eletrônicos de bancos – são confundidas com processos, pois serviços como saques e depósitos já eram prestados de outras formas antes e as inovações ocorreram apenas na maneira de prestá-los. Mas o conceito de desenvolvimento de novos produtos já está consolidado junto às empresas de serviços, diante das novas oportunidades abertas pelas tecnologias de software,

hardware, comunicações, logística, automação e controle. As inovações em serviços visam a alcançar os seguintes resultados:

- Obter maior flexibilidade de forma a atender as necessidades individuais dos clientes.
- Facilitar a interação usuário-fornecedor.
- Aumentar a confiabilidade do serviço e torná-lo mais disponível temporalmente (24 horas, 7 dias por semana).
- Aumentar a velocidade de produção e entrega do serviço, aproximando-se do tempo real.
- Cumprir normas, padrões e atender a normas de segurança.
- Aumentar a produtividade na prestação do serviço.

A obtenção desses resultados depende não apenas da incorporação de novas tecnologias da informação e da comunicação, mas também de mudanças organizacionais e em processos.

Inovação e tamanho da firma

A grande empresa, ao dominar amplos segmentos do mercado em que atua, usufrui de oportunidades tecnológicas diferenciadas em relação a seus competidores de menor porte. Micro e pequenas empresas (MPE) inovadoras também existem, mas estão geralmente circunscritas a determinados nichos de mercados em que a escala de produção é pouco relevante para a competição. As MPE também podem dominar o processo de inovação nas fases iniciais do ciclo de vida de uma indústria ou produto. Como vimos no Capítulo 5, na fase de introdução de um novo produto no mercado, apenas firmas pioneiras de base tecnológica, muitas das quais fundadas com propósito específico, reúnem a capacitação necessária para oferecer o produto ou serviço no mercado.

As MPE raramente desenvolvem atividades formais de P&D. As MPE denominadas “empresas de base tecnológica” constituem as exceções mais importantes. Tais empresas são especializadas em P&D, mas em geral atuam somente no início do ciclo de vida do produto, sendo absorvidas por grandes empresas quando entram na fase de expansão dos investimentos e difusão da tecnologia no mercado. Em países da OCDE, onde estão localizadas as empresas tecnologicamente mais avançadas, apenas 5% das firmas de pequeno porte (com menos de 200 empregados) realizam projetos de pesquisa. Os programas formais de P&D são concentrados em poucas instituições: as 20 maiores empresas de cada país respondem por mais de 50% dos gastos nacionais em P&D industrial (Freeman, 1997). Entretanto, tais estatísticas não são capazes de captar os esforços informais de inovação empreendidos por gerentes, engenheiros e trabalhadores que frequentemente resultam em avanços tecnológicos importantes. As inovações incrementais, em particular, são realizadas pela maioria das pequenas empresas, principalmente naquelas que apresentam flexibilidade organizacional para promover mudanças.

Alguns tipos de inovação estão muito além da capacidade das MPE, em função da complexidade da tecnologia ou das grandes escalas produtivas do setor em questão. Isso inclui, por exemplo, os setores aeroespacial e nuclear, as indústrias intensivas em processos, além da maioria dos segmentos avançados das indústrias química, farmacêutica e de componentes semicondutores. As grandes empresas contam, ainda, com vantagens comparativas quando existem várias rotas alternativas possíveis de sucesso tecnológico e os riscos de insucesso podem ser minimizados por pesquisas paralelas, explorando diferentes

caminhos. De forma similar, as grandes empresas levam vantagem quando a solução de problemas requer muitos especialistas, equipamentos, laboratórios e instrumentos científicos muito caros. As grandes corporações multinacionais usufruem de economias de escala ao repartir os investimentos e riscos das atividades de P&D por um número maior de unidades produtivas.

No Brasil, as atividades de inovação são crescentes de acordo com o porte das empresas. Segundo a última Pintec, apenas 26% das empresas que ocupam entre 10 e 49 pessoas realizam algum tipo de inovação contra mais de 75% para as empresas com 500 ou mais pessoas ocupadas. Tal diferença é mais acentuada quando se trata de uma inovação pioneira no mercado nacional. Enquanto 35% e 30% das grandes empresas introduzem, respectivamente, produtos e processos novos no país, apenas 1,3% e 2,5% das pequenas empresas conseguem fazer o mesmo.

Por outro lado, podemos observar o crescimento da participação de pequenas empresas inovadoras em alguns setores caracterizados por novas tecnologias intensivas em conhecimento. No Brasil, segundo a Amprotec,[1] existem cerca de 1.600 pequenas empresas de base tecnológica (PEBT) incubadas em parques tecnológicos. Maculan (2003:313), analisando dados amostrais, argumenta que, apesar de não investirem pesadamente em pesquisa, as pequenas empresas exercem um papel significativo na introdução e na difusão de inovações, criando ou transformando produtos e serviços e definindo novas modalidades organizacionais. Analisando casos de sucesso, metade dos quais relacionados às tecnologias da informação, ela conclui que existe uma forte ligação das empresas com instituições de ensino e pesquisa e que as principais fontes de insumos são os conhecimentos adquiridos no período de estudos. Tais empresas costumam ser ancoradas no meio local e condicionadas pelo ambiente econômico em que estão inseridas.

Outro tipo de PEBT é aquela que surge a partir da saída de profissionais altamente qualificados de grandes empresas – *"spin offs"* – em função da resistência destas empresas a correr os riscos inerentes a inovações mais radicais em produtos e processos. O microcomputador, por exemplo, foi inicialmente desenvolvido pela Apple, uma microempresa formada com este propósito por um estudante de informática e um técnico da HP que teve seus planos rejeitados por seus superiores hierárquicos. Nos estágios iniciais de desenvolvimento de muitas tecnologias, as barreiras à entrada são principalmente técnicas, podendo ser superadas por pessoas altamente qualificadas e inovadoras sem muito capital financeiro. Conforme vimos no Capítulo 5, à medida que a indústria se torna

mais madura, cresce a importância dos aspectos gerenciais e financeiros no padrão de competição. Quando o ciclo de vida do produto supera sua fase inicial, a tendência das pequenas empresas inovadoras é se tornarem grandes ou serem absorvidas por empresas maiores.

O desenvolvimento recente das tecnologias de informação e comunicação interligando redes de computadores de diferentes empresas e instituições geram boas oportunidades para a superação de algumas limitações inerentes ao pequeno porte empresarial. As economias de velocidade proporcionadas pelas TIC, ao contrário das economias de escala, que somente grandes empresas podem capitalizar, podem beneficiar também empresas de micro e pequeno porte. Tal oportunidade é potencializada quando a MPE está inserida em redes de firmas e arranjos produtivos locais.

A Internet, em particular, contribui para que as pequenas empresas reduzam suas dificuldades de acesso aos mercados e às informações tecnológicas através da identificação e da implementação de soluções em tempo real para algumas de suas limitações operacionais e geográficas. O surgimento de microempresas virtuais, atuando em mercados específicos, vem levando alguns analistas a acreditarem que o comércio eletrônico pode reduzir barreiras à entrada em muitos segmentos da atividade econômica. A difusão da Internet abre oportunidades para a venda de produtos e serviços inteiramente novos que agregam valor através da informação qualificada, objetiva e de fácil acesso. Para os usuários, o acesso a determinadas informações permite reduzir custos de transação, obter melhores preços, selecionar produtos mais adequados a suas necessidades e ter acesso a pesquisas e avaliações de terceiros, fortalecendo o processo de tomada de decisões.

Sistemas de inovação e arranjos produtivos locais

No tempo de Marshall, o papel das economias externas à empresa já era reconhecido como fundamental para o sucesso dos distritos industriais. A concentração de recursos humanos qualificados, infraestrutura física e capacidade produtiva em uma determinada região melhora a eficiência coletiva das empresas individuais. As economias externas derivam da disponibilidade local de fatores de produção no mercado, e não da melhor utilização dos recursos produtivos no interior da firma. O crescimento da indústria como um todo permite diluir os custos fixos já investidos na economia por um volume maior de produção. As economias externas são também conhecidas na literatura econômica como economias de escala da demanda.

A partir dos anos 80, observa-se um renascimento da literatura que enfatiza as economias externas como um importante fator para explicar o desempenho de regiões. A inserção geográfica da firma é hoje percebida como um determinante do padrão de especialização e da intensidade tecnológica de uma indústria. A existência de infraestrutura social e tecnológica adequada é uma condição fundamental para o sucesso de empresas inovadoras. Isso inclui a oferta de recursos humanos qualificados, instituições de ensino e pesquisa, infraestrutura industrial básica e *clusters* de empresas com massa crítica tecnológica para promover *spill overs.*

O ambiente geográfico e institucional no qual se localizam as empresas exerce grande influência na capacidade de inovação. Cassiolato e Lastres (2003) enfatizam a necessidade de contrapor a dimensão global do processo produtivo com o caráter localizado e específico dos processos de aprendizado e de inovação. A difusão do conhecimento tácito é facilitada pela proximidade espacial, devido às oportunidades de aprendizado por interação entre agentes econômicos e instituições de ensino e pesquisa, principalmente em regiões que reúnem massa crítica tecnológica, conhecidas na literatura como *“ learning regions”*.

O corte analítico regional é uma das esferas dos sistemas de inovação que pode ser analisada, ainda, em suas dimensões nacional, supranacional, setorial e tecnológica. Essas diferentes esferas são complementares e apresentam formas de articulação idiossincráticas segundo o tipo de produto considerado. Lundvall

(1992) considera que o sistema nacional de inovação envolve todas as esferas da estrutura econômica e do arcabouço institucional que afetam os processos de aprendizado, busca e exploração de inovações. Isso inclui não apenas as instituições voltadas ao suporte das atividades de P&D como também a rede de interações entre usuários e fornecedores, relações de trabalho, sistema jurídico e políticas governamentais.

O princípio das economias externas é altamente pertinente à dinâmica das MPE. A facilidade de comunicação introduzida pelas novas tecnologias faz com que os agentes econômicos se beneficiem do acesso a informações e serviços, independentemente de seu porte. Isso vem permitindo a desver-ticalização das grandes empresas em direção a um modelo de firma horizontal, voltada a suas competências centrais, mais intensiva em transações com parceiros externos.

As redes virtuais apresentam externalidades positivas significativas, na medida em que os produtos e serviços inovadores podem ser rapidamente conhecidos e adquiridos por outras empresas. A capacitação técnica e a experimentação são fundamentais para transformar informação em conhecimento. A informação em si, especialmente a não proprietária, é altamente transferível, mas requer conhecimentos tácitos para se transformar em uma ferramenta útil à produção.

Analisando o papel das MPE nos sistemas locais de inovação na área de software em Joinville e no setor têxtil no Vale do Itajaí, Campos *et al* (2003:62) concluem que as características da dinâmica de produção e inovação são determinantes das interações para aprendizagem. As interações são estimuladas pela proximidade entre agentes, estabelecendo códigos comuns e habilidades locais consolidadas por associações de classe e centros tecnológicos regionais. As pequenas empresas aprendem através de relações de compra e venda que reforçam o processo de absorção de informações e capacitação tecnológica.

Resumo

Os fatores setoriais e regionais afetam significativamente o desempenho inovador das empresas. A inovação depende de *externalidades* que condicionam o desempenho tecnológico das empresas. A natureza da atividade econômica é essencialmente heterogênea e as diferentes ferramentas e processos tecnológicos utilizados para obter produtos e serviços são diretamente influenciados pelo setor de atividade, localização geográfica, origem do capital e pela escala do empreendimento.

A forma como a tecnologia se difunde e é integrada ao sistema produtivo depende diretamente das características técnicas e econômicas dos diferentes setores de atividade. Cada indústria ou setor apresenta distintos produtos e processos, escalas típicas e intensidade diferenciada de conhecimento incorporado à trajetória das inovações. Para efeito de análise agregada, os setores foram agrupados em produtores de *commodities*, setores tradicionais, produtores de bens duráveis e seus fornecedores e difusores do progresso técnico. Cada um deles representa trajetórias tecnológicas distintas. Há setores intensivos em processos de produção, nos quais as escalas geralmente são elevadas e os produtos relativamente homogêneos, setores em que a competitividade se assenta na diferenciação de produtos, fabricantes de bens de capital que transmitem tecnologia para o resto da economia e setores prestadores de serviços, nos quais a produção geralmente é concomitante ao consumo.

A escala da empresa é fundamental para definir sua capacidade de investir em P&D. Em geral, as inovações são concentradas nas grandes empresas, que contam com recursos e capacitação para desenvolver novos produtos e processos. Entretanto, existem micro e pequenas empresas inovadoras, principalmente em novos setores e em redes de empresas. Novas tecnologias de comunicação, como a Internet, contribuem para que as pequenas empresas reduzam suas dificuldades de acesso às informações tecnológicas.

A localização de atividades de P&D depende da oferta local de recursos humanos qualificados, da qualidade da infraestrutura tecnológica, das redes de cooperação e de outros atrativos locais. As empresas globais geralmente concentram suas atividades de P&D em seus países de origem, embora tenha havido mudanças graduais nessa estratégia.

Leitura complementar

O livro *Made in Brazil*, de Ferraz, Kupfer e Haguenauer, reúne os resultados de uma pesquisa abrangente sobre a competitividade da indústria brasileira realizada pela Unicamp e pela UFRJ. Os resultados obtidos permitiram uma síntese conceitual e uma estrutura taxonômica úteis para a análise das necessidades tecnológicas da indústria brasileira.

A literatura sobre arranjos produtivos locais é bastante ampla, inclusive no Brasil. Estudos recentes de casos brasileiros e trabalhos de cunho teórico estão disponíveis para *download* em *www.ie.ufrj.br/redesist*.

[1] Associação Nacional de Entidades Promotoras de Empreendimentos de Tecnologias Avançadas.

CAPÍTULO 8

Inovação e competitividade internacional

A inovação tecnológica constitui um dos mais importantes fatores determinantes da competitividade internacional. A revolução promovida pelas novas tecnologias coloca à disposição da economia e da sociedade ferramentas poderosas capazes de originar inovações em produtos e processos. No entanto, a inovação é apenas um aspecto do mosaico das questões geopolíticas e econômicas que compõem o comércio internacional. Apesar de sua limitação para explicar isoladamente o sucesso de um país em determinadas indústrias, a relação entre inovação e competitividade pode ser comprovada graças à disponibilidade de indicadores agregados de esforço e desempenho tecnológico, que podem ser cotejados com outros indicadores de competitividade internacional. Por meio de investimentos em informação e conhecimento, vários países em desenvolvimento vêm obtendo êxito na construção de novas vantagens competitivas.

Para empreendedores e formuladores de política, uma questão particularmente importante é entender como se articula a relação entre o padrão de especialização de um país e sua demanda por tecnologia. Países especializados em produtos primários são usualmente considerados menos dinâmicos tecnologicamente do que aqueles especializados na produção manufatureira. Entretanto, a difusão de novas tecnologias no setor primário da economia vem gradualmente modificando essa relação. A aplicação de novas tecnologias na produção e na distribuição de *commodities* agrícolas e minerais vem se revelando cada vez mais importante para sustentar a competitividade das empresas que exploram recursos naturais.

As necessidades tecnológicas das empresas exportadoras são outro tema relevante para tomadores de decisão que será abordado neste capítulo. Pesquisas recentes indicam que as empresas exportadoras brasileiras demandam não apenas inovações em produtos e processos, mas principalmente tecnologias

industriais básicas (TIB). O uso de ferramentas de apoio à qualidade e à produtividade, como metrologia, certificação, padrões técnicos e informação tecnológica, vem se revelando essencial para atender às necessidades específicas de países importadores, evitando assim as barreiras técnicas ao comércio.

Uma última questão tratada neste capítulo se refere ao papel dos acordos de comércio na dinâmica das transações internacionais e estratégias exportadoras. O processo de globalização tem levado a uma crescente harmonização das regras comerciais e das barreiras tarifárias e não tarifárias. Acordos bilaterais e multilaterais estão, cada vez, mais incorporando temas relacionados à economia do conhecimento, como propriedade intelectual, tecnologia e comércio eletrônico.

Tecnologia e competitividade internacional

Os estudos sobre os determinantes da competitividade internacional têm origem nos trabalhos de David Ricardo (1817) sobre as vantagens comparativas das nações que são atribuídas ao diferencial de custos relativos de produção. Estes custos são funções da disponibilidade de fatores e da produtividade do trabalho, que, por sua vez, depende da tecnologia utilizada no processo produtivo. Portanto, na visão ricardiana, a tecnologia de processo (ou de produção) é o fator determinante do comércio internacional.

As vantagens comparativas também foram explicitadas por Heckscher (1919) e Ohlin (1933) através de um modelo de ampla aplicação prática conhecido como H-O. Este modelo constitui a base da teoria neoclássica do comércio internacional, na qual os custos relativos dos produtos são determinados pela dotação de fatores de produção (capital, trabalho e recursos naturais). Os autores mostraram que os produtos que potencialmente geravam mais divisas eram justamente aqueles cujos custos locais de produção eram menores em relação a outros países. Aplicado ao caso brasileiro, o modelo confirma a percepção de que o país é mais competitivo nas exportações de bens intensivos em mão de obra e recursos naturais. O modelo HO, apesar de sua consistência empírica, tem a desvantagem de ser essencialmente estático, desconsiderando o fato de as vantagens comparativas serem, em larga medida, construídas por meio de investimentos em conhecimento e inovação.

A relação entre tecnologia e comércio exterior foi estudada de forma pioneira por Posner (1961), que constatou que as empresas que desenvolviam novos produtos criavam um monopólio exportador em seu país de origem, pelo menos até que imitadores entrassem no mercado. Esse fato permitiu o desenvolvimento da teoria do “hiato tecnológico”, visando a explicar a competitividade internacional em função da assimetria no acesso à tecnologia. As vantagens comparativas estáticas, descritas inicialmente por David Ricardo, foram complementadas com a ideia de construção de vantagens comparativas dinâmicas.

A teoria do hiato tecnológico vem sendo desenvolvida com base em estudos sobre os fatores determinantes da competitividade internacional. Freeman (1965, 1968) verificou que a liderança exportadora alemã no setor químico estava

associada a pesados investimentos em P&D. Também mostrou que o domínio do mercado mundial de bens de capital eletrônicos pelos Estados Unidos derivava de sua liderança tecnológica no setor. De uma forma geral, esses estudos mostraram que a competitividade internacional estava, em larga medida, associada ao crescimento de novas indústrias, à busca de economias de escala dinâmicas, a inovações em processos e a uma ampla gama de atividades científicas e tecnológicas. Confirmando a hipótese de Posner, Freeman concluiu que o hiato entre inovadores e imitadores podia durar muito tempo, especialmente quando os inovadores conseguiam sustentar o fluxo de inovações e as externalidades necessárias para se inovar nos países imitadores eram fracas. Entretanto, Freeman admitiu que, por serem focados em indústrias específicas, tais resultados não podiam ser generalizados para analisar o comércio exterior como um todo.

Posteriormente, foram realizados estudos mais sistemáticos em vários setores da economia visando a testar o papel da tecnologia no comércio exterior. Soete (1987) correlacionou estatisticamente as variações no desempenho exportador dos países da OCDE com as mudanças observadas nas taxas de inovação em 40 setores industriais. Os resultados confirmaram o papel crucial da variável tecnológica na explicação do aumento das exportações de diferentes países na maioria absoluta das indústrias. Resultados não significativos foram obtidos apenas em indústrias em que a dotação de recursos naturais cumpria um papel importante na competitividade, a exemplo do petróleo e dos alimentos.

Tais resultados foram, em larga medida, confirmados pela experiência empresarial. Pesquisas junto a dirigentes de empresas exportadoras sobre o papel da tecnologia na competitividade internacional mostram que a diferenciação do produto é considerada um fator mais importante do que os custos de fatores. Produtos originais abrem seu próprio mercado e aumentam a possibilidade de agregar valor ao produto. Uma investigação realizada nos anos 90 pela *Science Policy Research Unit* da Universidade de Sussex mostrou que cerca de 60% das importações europeias envolvem produtos considerados únicos, em que os preços têm pouca influência direta na escolha do fornecedor. Bens de capital, componentes eletrônicos, software, insumos químicos farmacêuticos e produtos de consumo de marca geralmente têm mercados cativos devido ao aprisionamento do cliente ou à superioridade do padrão tecnológico.

As evidências empíricas sobre o papel da tecnologia na competitividade internacional acabaram por influenciar também a corrente mais ortodoxa do pensamento econômico. Johnson (1968) desenvolveu o conceito de capital

humano dentro da teoria neoclássica de comércio, ao passo que esforços mais recentes foram realizados no sentido de incorporar a dinâmica tecnológica em modelos de competição internacional. Entretanto, a corrente neoclássica continuou, em larga medida, a negligenciar o debate sobre a questão da inovação ao manter a supremacia dos preços e minimizar o papel dos fatores institucionais na competitividade internacional. A visão tradicional sobre competitividade associa a eficiência produtiva de um país a fatores preponderantemente econômicos, deixando de dar a devida importância aos fatores institucionais e tecnológicos. A competitividade é atribuída aos chamados "fundamentos econômicos" (principalmente baixa inflação, câmbio adequado e controle do déficit público), além da promoção de maior abertura comercial para reduzir o custo dos fatores. A tecnologia ainda é considerada um fator essencialmente exógeno, obtida no mercado a partir do investimento produtivo em máquinas e equipamentos. Tal visão relega ao segundo plano o fato de que o grau de desenvolvimento tecnológico de um país afeta fortemente sua produtividade e competitividade, como mostra o caso dos chamados *tigres asiáticos.*

Já os estudos de caráter mais heterodoxo sobre a competitividade internacional revelam a crescente importância da tecnologia para as exportações, não só em mercados dinâmicos, mas também em setores da manufatura considerados tradicionais. Eles enfatizam a necessidade de agregar tecnologia não apenas ao produto, mas também ao processo produtivo, à gestão organizacional e ambiental e ao desenvolvimento de padrões de qualidade exigidos pelo mercado internacional. A tecnologia, por ser em muitos casos específica, precisa ser adaptada a cada contexto e, para isso, é importante a capacitação local. A eficiência de uma indústria não segue automaticamente a simples aquisição de tecnologia embutida em maquinaria importada ou obtida através de contratos de transferência de tecnologia. A eficiência dinâmica depende da capacidade doméstica de gerar e administrar mudanças nas tecnologias utilizadas na produção. Tal capacitação está baseada principalmente em recursos especializados (RH, P&D, TIB) que podem ter natureza tácita e não estão necessariamente incorporados em bens de capital e em know-how tecnológico codificado. Mecanismos de mercado não são suficientes para garantir investimentos nesses tipos de ativos, resultando na necessidade de políticas públicas que desenvolvam capacitação, infraestrutura tecnológica e medidas de apoio sustentado à inovação.

A literatura recente de administração de empresas também enfatiza a importância da inovação para a competitividade internacional. Porter (1990)

argumenta que os países exercem um papel diferenciado no processo de inovação, segundo o padrão de especialização de suas empresas e sua capacidade de proporcionar um ambiente nacional propício à criação. Um ambiente institucional favorável à inovação explicaria grande parte do crescimento econômico. Ele adota um conceito abrangente de tecnologia, reconhecendo a importância da capacidade de aderência dos produtos a padrões técnicos, culturais e ambientais típicos de diferentes mercados no exterior.

Hiato de produtividade

A questão dos diferenciais de produtividade industrial entre países é outro ponto relevante no estudo da tecnologia sob o prisma internacional que precisa ser considerado dentro de uma perspectiva dinâmica. Historicamente, existe um hiato nos indicadores de produtividade entre países desenvolvidos e em desenvolvimento em função da maior intensidade de uso de capital, da adoção de tecnologias mais avançadas e da maior qualificação da força de trabalho nos países avançados. Entretanto, mais importante que o simples cálculo do hiato é entender se ele está crescendo ou diminuindo. Uma indústria em crescimento tem maiores oportunidades para incorporar novas tecnologias. Além disso, os indicadores de produtividade precisam ser cotejados com outros indicadores de competitividade.

A questão do hiato de produtividade foi explorada por Dertouzous *et al* (1992) para o caso norte-americano. Eles mostraram que, apesar da perda de mercados, a indústria americana ainda era de longe a mais eficiente do mundo, tanto em termos de produtividade do trabalho quanto de produtividade total dos fatores. Eles argumentaram que os indicadores agregados de produtividade não eram suficientes para explicar a perda de competitividade da indústria norte-americana e que indicadores mais complexos de caráter mi-croeconômico também precisavam ser levados em consideração. Isso implicava abrir a "caixa preta" e examinar indicadores de qualidade do produto e dos serviços ao cliente, rapidez de desenvolvimento de novos produtos e ritmo de difusão de inovações nas principais empresas da indústria (ver Caso 8.1).

Caso 8.1

Inovação e competitividade: Estados Unidos x Japão

O sistema industrial americano, que teve um desempenho brilhante por quase um século, mostrou-se, a partir dos anos 80, incapaz de competir com o Japão em uma ampla gama de indústrias. Para entender as causas dessa perda de

competitividade, o governo encomendou um estudo que provocou um importante debate sobre as causas do declínio da competitividade industrial americana. Os resultados foram sintetizados no livro *Made in America*, que questiona a importância atribuída pelos economistas à taxa de câmbio e aos salários relativos para explicar a competitividade japonesa. A forte apreciação do iene e a sucessiva elevação do salário real no Japão mostraram que tais variáveis não eram determinantes da competitividade nos segmentos mais avançados da indústria. As causas identificadas da perda de competitividade americana foram:

(i) As empresas adotavam estratégias superadas, insistindo no sistema fordista de produção em massa.

(ii) O sistema industrial e financeiro era excessivamente voltado para o curto prazo.

(iii) O desenvolvimento tecnológico apresentava fraquezas, especialmente em relação à integração entre o projeto de produto e o processo de fabricação.

(iv) Os padrões de educação dos recursos humanos, tanto nas escolas quanto nas empresas estavam defasados e seus métodos superados.

(v) As empresas tinham grandes dificuldades de cooperar entre si e de promover um ambiente de cooperação com a força de trabalho.

Fonte: Dertouzos, Lester e Solow (1990).

No Brasil, os níveis de produtividade da maior parte da indústria ainda se encontram bem distantes dos níveis norte-americanos, considerados o *benchmarking* global. Cálculos realizados na década de 1990 estimam que a "brecha de produtividade"[1] entre a indústria manufatureira brasileira e a norte-americana seria de aproximadamente 60%. Ou seja, tendo como referência um índice 100 de produtividade da indústria manufatureira americana, a

produtividade dos mesmos setores no Brasil encontrava-se em torno de 40. De forma geral, a indústria brasileira é muito heterogênea, combinando poucas empresas de classe mundial com uma grande maioria de empresas operando com baixa produtividade. O fato de apresentar menor produtividade média não significa necessariamente que as empresas não sejam competitivas, pois isso pode ser, em parte, compensado por menores custos salariais. No setor de ferro e aço, por exemplo, a brecha de produtividade Brasil-Estados Unidos é de 25. Isso não impede que a maioria das siderúrgicas brasileiras seja internacionalmente competitiva, devido ao menor custo de fatores como trabalho e energia. Na realidade, o maior entrave às exportações brasileiras para aquele mercado não é o custo de produção ou a qualidade dos produtos, mas sim as barreiras protecionistas impostas através de medidas *antidumping.*

As teorias sobre o hiato tecnológico têm importantes consequências para a estratégia exportadora de países em desenvolvimento. Os objetivos dos sistemas de inovação nos países em desenvolvimento são distintos dos existentes nos países desenvolvidos. Nos países periféricos, a principal tarefa do sistema costuma ser o aproveitamento de "janelas de oportunidade", de forma a viabilizar a realização de processos de *catching up.* Isso inclui não só a transferência de tecnologia, mas também a geração das capacitações tecnológicas necessárias para conduzir a uma trajetória dinâmica de entrada em novos mercados. Metaforicamente, a competição internacional não é como uma corrida de cavalos em que todos os concorrentes precisam se manter na mesma pista. As inovações permitem cortar caminho, pulando etapas do desenvolvimento industrial. O surgimento de novas tecnologias pode, assim, proporcionar oportunidades para o *leapfrogging,* ou seja, a queima de etapas pela eliminação da necessidade de absorver conhecimentos que se tornam obsoletos com as inovações radicais.

Padrão de especialização e competitividade internacional

O desenvolvimento econômico é comumente associado ao padrão de especialização produtiva de cada país. A distinção feita na literatura econômica entre países “industrializados” e “não industrializados” é reveladora quanto à hipótese implícita nas taxonomias que procuram classificar os estágios de desenvolvimento em função dos avanços do sistema industrial de cada país. Tal classificação, entretanto, vem perdendo relevância à medida que a industrialização se generaliza e a economia do conhecimento impõe novos paradigmas para refletir o processo de desenvolvimento. A fabricação de bens de consumo tem se transferido cada vez mais para países asiáticos tradicionalmente classificados como de “Terceiro Mundo” que adquiriram competitividade industrial ao longo das últimas décadas. Mais importante que tomar o grau de industrialização como *proxy* de desenvolvimento econômico é entender a intensidade de conhecimento incorporado nas exportações e a competitividade dos produtos e serviços no mercado. Para Drucker (1998), a discussão sobre o desenvolvimento não será mais entre países pobres e ricos, mas entre países ignorantes, com pouca educação formal, e países capacitados para absorver e gerar novas tecnologias.

A tradicional divisão de trabalho entre países produtores de *commodities* e aqueles especializados em produtos industrializados foi apontada pioneiramente por Raul Prebish, da Cepal,[2] no final da década de 1940, como uma das causas estruturais do subdesenvolvimento. Segundo ele, isso se devia à deterioração dos termos de intercâmbio entre produtos primários e manufaturados. O fato de os mercados internacionais de produtos primários serem menos dinâmicos que os dos produtos tecnologicamente mais sofisticados resultava em uma maior depreciação dos preços relativos dos primeiros. Em consequência, uma quantidade cada vez maior de produtos agrícolas e minerais seria necessária para adquirir uma mesma quantidade de bens de capital e produtos industriais avançados.

As limitações dos mercados de *commodities* estão associadas às trajetórias tecnológicas típicas de uma economia mundial cada vez mais alicerçada na informação e no conhecimento. Nos países da OCDE, que respondem pela maior parte do comércio internacional, a demanda por matérias-primas naturais é

negativamente afetada pelo desenvolvimento de novos materiais e pelo baixo crescimento demográfico. Contando com uma infraestrutura urbana e viária consolidada, a demanda dos países mais desenvolvidos por insumos básicos tende a decrescer, dando espaço para o crescimento dos serviços de informação na composição do PIB. Por outro lado, tal situação é menos pronunciada em países em desenvolvimento, onde investimentos em infraestrutura básica ainda são necessários para elevar o padrão de vida da população. O crescimento do mercado de *commodities* está, portanto, associado à dinâmica da economia de países cuja renda *per capita* está abaixo da média mundial.

Devido à relativa inelasticidade da oferta e da demanda, as *commodities* ordinariamente estão sujeitas à grande volatilidade das cotações. Os produtores de mercadorias são essencialmente tomadores de preços, ou seja, individualmente têm pouca influência em sua determinação nas bolsas internacionais de mercadorias. Historicamente, observam-se grandes oscilações nos ciclos de cotações e, portanto, maior imprevisibilidade em relação ao longo prazo. Produtos manufaturados e serviços diferenciados, em contraste, criam seus próprios mercados, comandam preços e têm elevado potencial de crescimento. Em consequência, os países que apresentam altas taxas de crescimento econômico sustentado, a exemplo dos asiáticos, geralmente são exportadores de produtos manufaturados.

Por outro lado, a tecnologia vem deixando de ser um atributo exclusivo de produtos manufaturados, pois também está sendo incorporada em *commodities* minerais e agrícolas. Produtores agrícolas tendem a utilizar cada vez mais tecnologia no desenvolvimento tanto de produtos quanto de processos. Na produção de grãos, como soja, milho e trigo, o desenvolvimento de variedades geneticamente modificadas vem abrindo novas trajetórias tecnológicas para o processo produtivo. Os métodos de produção são condicionados pelo tipo de semente utilizada e por sua resistência genética a herbicidas e defensivos agrícolas. Por outro lado, as tecnologias da informação e da comunicação vêm revolucionando a gestão organizacional e a logística de distribuição das cadeias produtivas minerais e agrícolas. Melhorias nos padrões técnicos, sanitários, nos sistemas de qualidade e na velocidade operacional nas diferentes etapas da cadeia de valor têm sido cruciais para a competitividade internacional nos mercados de *commodities.* Nesse contexto, a competitividade parece depender não apenas do padrão de inserção na divisão internacional do trabalho, mas também da intensidade da informação e do conhecimento incorporado aos produtos e processos produtivos, como mostra o Caso 8.2.

Caso 8.2

Embrapa: tecnologia aplicada à agricultura tropical

"O Brasil é o maior exportador mundial de carne bovina, café, suco de laranja e açúcar e se aproxima rapidamente dos líderes em soja, carne de aves e suínos. O êxito rural brasileiro não se deve apenas à abundância de terras e outros recursos produtivos. O conhecimento aplicado à natureza tem sido o pilar para a criação da 'primeira agricultura tropical competitiva do mundo' nas palavras de José Roberto Mendonça de Barros. A Embrapa – empresa de P&D ligada ao Ministério da Agricultura – vem investindo desde a década de 1970 no aperfeiçoamento de cientistas e pesquisadores em universidades americanas e europeias. Hoje, o país se destaca pela criação de novas tecnologias, em vez de simplesmente importar ideias do exterior, em várias atividades agrícolas. A conquista do cerrado resulta de avanços revolucionários como a invenção de variedades de soja que se desenvolvem em condições tropicais. No setor canavieiro, os esforços de P&D resultaram na criação de um núcleo de alta tecnologia no estado de São Paulo capaz de dar suporte à produção de açúcar e álcool com os mais baixos custos do mundo e desenvolver novas iniciativas de aproveitamento da cana, que baixam ainda mais os custos e ampliam a linha de produtos. Em Petrolina, técnicas de irrigação e cultivo desenvolvidas pela Embrapa permitem que uvas maturem em 120 dias, em comparação com 180 dias no resto do mundo.

Entretanto, o setor sofre de outros problemas sérios para se desenvolver. Isso inclui o forte protecionismo agrícola dos países ricos, a debilidade da infraestrutura de transportes, a indisciplina de muitos produtores e a alocação insuficiente de recursos para fiscalização da saúde animal, que resultou no ressurgimento da febre aftosa em 2005. Mas, apesar de tudo, o sol, o solo, a água e a aplicação de conhecimento científico vêm assegurando o sucesso da agroindústria brasileira."

Fonte: The Economist. Publicado em *Valor,* 14 e 15 de novembro de 2005, p. A10.

Fluxos internacionais de tecnologia

A preocupação em medir o fluxo internacional de tecnologia resultou na montagem de balanços de pagamentos tecnológicos, envolvendo o conjunto das operações relacionadas à compra e venda de know-how e informações tecnológicas. Tais esforços, entretanto, conseguem captar apenas parcialmente o fluxo tecnológico. Segundo Sant'Ana, Ferraz e Kersternesky (1990), os fluxos tecnológicos podem ocorrer das seguintes formas:

- Incorporados ao capital, através da venda e distribuição de ferramentas, máquinas e equipamentos.
- Incorporados aos recursos humanos via assistência técnica, treinamento e programas educacionais.
- Em transferências internas, por meio de empresas multinacionais.
- Desincorporados, através de licenciamento de patentes, projetos ou especificações técnicas etc.
- No comércio de mercadorias intensivas em P&D.

Devido a problemas de ordem conceitual, metodológica e operacional, o Balanço de Pagamentos Tecnológicos registra apenas as transações de compra e venda de ativos intangíveis (franquias, marcas e patentes, serviços de engenharia etc.). As demais formas de transferência são mais difíceis de serem avaliadas, seja por estarem embutidas em produtos ou serviços ou por não serem obrigatoriamente declaradas.

Uma forma de analisar o conteúdo tecnológico dos produtos e serviços transacionados com o exterior é verificar seu nível de especialização no comércio internacional. Os produtos industriais podem ser classificados em três categorias, de acordo com a intensidade relativa de P&D:

- Produtos classificados como de *alta tecnologia* geralmente são aqueles cuja composição de custos revela mais de 4% de gastos de P&D sobre o faturamento. Nesta categoria estão incluídos, por exemplo, aviões, equipamentos eletrônicos, produtos farmacêuticos, instrumentos e maquinaria elétrica.
- Produtos considerados de *média intensidade* tecnológica se caracterizam por investir entre 1% e 4% das vendas em P&D. É o caso dos automóveis, produtos químicos, borrachas e plásticos, metais não ferrosos, entre outros. Tal categoria

pode, ainda, ser subdividida em média-alta e média--baixa intensidade tecnológica.

- Por fim, estão os produtos classificados como de *baixa intensidade* tecnológica, por gastar menos de 1% em P&D. Neste grupo estão os segmentos de vidros, cerâmicas, alimentos e bebidas, refino de petróleo, metais ferrosos, papel, madeira e mobiliário, produtos têxteis e calçados.

Os setores de maior crescimento no comércio mundial tendem a ser aqueles com elevada intensidade tecnológica. Os setores classificados como de tecnologia alta ou média-alta responderam por 63% do valor das exportações dos setores considerados dinâmicos no mercado internacional (IEDI, 2003, p. 22).

No Brasil, o processo de ajuste da indústria nos anos 90 levou ao abandono de muitas linhas de produtos e componentes de alto nível tecnológico, que tinham maior valor adicionado. A estrutura produtiva orientou-se para segmentos nos quais as vantagens competitivas estavam alicerçadas no acesso a recursos naturais, provocando um movimento de reprimarização da pauta de exportações. Gonçalves (2005) mostra que a participação dos manufaturados nas exportações brasileiras, que havia se reduzido de 57,3% entre 1990 e 1994 para 55,7% entre 1995 e 1998, recuperou-se para 56,8% no período 1999 a 2002. Ele argumenta que essa interrupção na tendência de reprima-rização das exportações não representa necessariamente uma reversão, pois reflete principalmente variações conjunturais em preços e quantidade. O fato é que a pauta de exportações continua fortemente marcada por produtos primários com baixo grau de processamento e elevada intensidade de recursos naturais. Por outro lado, há um pequeno número de produtos intensivos em capital e tecnologia com participação crescente na pauta de exportações, destacando-se automóveis, aviões, peças e componentes para veículos. A agregação de valor das exportações brasileiras pode ser avaliada pelos valores médios das transações. Segundo a Fapesp (2004:7-12), o valor médio das exportações brasileiras no período 1997 a 2001 foi de US$7,12 por quilo para os produtos de alta tecnologia, US$0,55 por quilo para os de média tecnologia e apenas US$0,03 para os produtos de baixa tecnologia.

Outro indicador que confirma a especialização brasileira em produtos primários é o valor médio das exportações por quilo, que representa apenas 40% do valor das importações (Furtado, 2005). A participação dos setores de intensidade tecnológica alta ou média-alta no valor das exportações brasileiras aumentou de 17% em 1991 para 26% em 2001 (Iedi, 2003). Porém, como nota Gonçalves (2005, p. 277), “esse crescimento também ocorreu no conjunto do

sistema mundial de comércio, no qual a participação dos setores de alta e média tecnologia aumentou de 36% em 1991 para 44% em 2001". Nesse sentido, o Brasil continua tendo um desempenho inferior à média mundial no que se refere ao dinamismo tecnológico de suas exportações.

Arbix, Salerno e De Negri (2005) apresentam evidências de que o aumento da competitividade das firmas brasileiras é influenciado positivamente pelas inovações tecnológicas que são resultantes do processo de internacionalização. Eles argumentam que a probabilidade de uma firma ser exportadora aumenta em pelo menos 16% se ela realiza inovação tecnológica. Para eles, outros fatores importantes para o desempenho exportador são: qualidade da mão de obra, origem do capital controlador e escala de produção. As empresas de capital estrangeiro geralmente têm uma maior abertura ao comércio internacional tanto nas exportações quanto nas importações.

Caso 8.3

Inovação e competitividade no Brasil

Um estudo do IPEA com base em 72 mil empresas com mais de dez funcionários mostra que as empresas que inovam e diferenciam produtos faturam mais, pagam maiores salários e têm vantagens competitivas nas exportações. Tais firmas representam apenas 1,7% do total, mas respondem por 5,9% do faturamento e 13,2% dos empregos. O nível salarial é o dobro da média nacional, empregando recursos humanos mais qualificados e oferecendo empregos mais estáveis.

O estudo reforça a ideia de que o desenvolvimento está associado à entrada do país em segmentos mais dinâmicos da atividade econômica capazes de elevar o nível de vida da população. Em contraste, a especialização em produtos de baixa intensidade tecnológica, cuja competitividade se assenta em mão de obra barata, condena um país a manter os níveis salariais baixos, pois elevações salariais reais não se sustentam, na medida em que acabam por prejudicar a competitividade internacional.

Fonte: IPEA, *Inovações, padrões tecnológicos e desempenho das firmas industriais brasileiras.*

Necessidades tecnológicas das empresas exportadoras

As empresas brasileiras, sobretudo aquelas de menor porte, se ressentem da falta de fontes tecnológicas confiáveis e acessíveis. Aquelas que atuam em áreas menos intensivas em inovação não demandam necessariamente tecnologias de ponta, mas principalmente acesso a informações e conhecimentos e soluções práticas para problemas de qualidade, custo e padronização. Na fase de *catching up*, as empresas buscam principalmente o melhoramento do acesso às tecnologias industriais básicas (metrologia, qualidade, informação tecnológica, normas técnicas e propriedade industrial) e melhoramento nos processos produtivos (Tigre, 2002).

As sucessivas rodadas de liberalização do comércio internacional promovidas pela Organização Mundial do Comércio vêm permitindo uma redução progressiva das barreiras tarifárias nos países signatários. Em consequência, as políticas protecionistas estão incorporando barreiras não tarifárias, principalmente através de reforço aos mecanismos de proteção à propriedade intelectual e maiores exigências em termos de regulamentação técnica e normas fitossanitárias. As exigências de menores índices de tolerância metrológica por parte de um país comprador, ditadas por razões técnicas ou mesmo políticas, pode alijar um país fornecedor do mercado. Assim sendo, as estratégias de exportação se apoiam crescentemente no desenvolvimento de uma infraestrutura de serviços tecnológicos apta a realizar testes e ensaios de avaliação da conformidade, fornecer certificação, adaptar produtos e obter licenças de fabricação.

Adaptação De Produtos E Processos Aos Mercados De Destino

Para o exportador, o custo de adaptar seu produto às exigências de diferentes mercados representa um forte fator inibidor das vendas no exterior. É necessário um investimento para obter certificados de qualidade, registro de marcas e patentes e selos voluntários que favoreçam a colocação dos produtos em mercados mais sofisticados. Esse investimento constitui uma barreira importante para o acesso a determinados mercados, principalmente se as escalas envolvidas

na transação forem baixas.

Com relação às tecnologias de processo, elas são fundamentais para a competitividade de produtos produzidos em larga escala, a exemplo das indústrias de aço e automóveis. Nesses setores, a acumulação de capacitação tecnológica deriva da experiência na operação de sistemas de produção complexos. Embora os princípios básicos dos processos produtivos sejam definidos na fase de projeto de uma fábrica, melhoramentos incrementais derivam de introdução e adaptação de técnicas avançadas de organização da produção, da experiência operacional dinâmica e das relações de cooperação com clientes e fornecedores de equipamentos e componentes. As tecnologias de processo geralmente se desenvolvem de forma incremental, principalmente em sistemas produtivos cujos custos fixos já se encontram amortizados *(vintage capital*).

Em muitos setores, os processos produtivos são definidos em função do mercado visado. No Brasil, a existência de tecnologias de produção exclusivas para exportação foi verificada nas indústrias de informática, minerais não metálicos, couro e calçados e papel e celulose (Tigre, 2002). No caso da informática, o processo diferenciado está associado às operações de *draw-back*, nas quais componentes são importados sem impostos para viabilizar exportações. Nesse caso, a indústria não precisa cumprir necessariamente o processo produtivo básico (PPB) exigido pelo governo para a produção destinada ao mercado local. Na indústria de minerais não metálicos, assim como nas de couro e calçados, a diferenciação deriva de maiores exigências de qualidade do país importador. No caso do setor de papel e celulose, processos produtivos exclusivos para exportações derivam de restrições ambientais existentes em determinados países.

Papel Da Marca E Do Design

O desenvolvimento de marcas fortes no mercado internacional é um processo longo e custoso, mas que pode resultar em um poder de mercado extremamente importante, principalmente na área de bens de consumo. A marca é um bem intangível que pode valer muito mais que os ativos fixos de uma empresa industrial. A marca mais valiosa do mundo é a Coca-Cola, um ativo estimado em cerca de US$ 56 bilhões. A manutenção desse valor requer investimentos elevados em propaganda e marketing, viabilizados por escalas globais de produção.

Raras são as empresas brasileiras que dispõem de marcas próprias conhecidas internacionalmente, um fato que faz com que a competitividade do produto se restrinja ao fator preço. Operando com a marca do importador, os fabricantes representam o elo da cadeia produtiva mais sujeito à competição predatória, conforme mostra o Caso 8.4.

Caso 8.4

Marcas e exportações na indústria calçadista brasileira

Um caso típico de exportações sem marca ou design próprio pode ser observado no ramo de calçados. “O ingresso da indústria brasileira no mercado externo se deu no segmento de calçados baratos, chamados de *huaraches*. As exportações cresceram gradativamente, passando de 4 milhões de pares nos anos 70 para cerca de 200 milhões em 2000. Os volumes elevados permitiram a ampliação da capacidade de produção individual dos estabelecimentos e a entrada de novas empresas no setor. Essa produção, contudo, estabeleceu-se desde cedo de forma subcontratada através de *tradings* que intermedeiam junto aos fabricantes os pedidos feitos por empresas importadoras. A marca, o modelo e o preço do calçado são determinados de fora, cabendo às empresas produtoras adaptarem-se a essas condições. Esse foi o modelo de negociação estabelecido e que perdura até os dias de hoje. Cerca de 90% das exportações brasileiras de calçados são feitas, ainda hoje, sob a forma do que se chama ‘*private label*, ou seja, produção para marcas internacionais. A fragilidade de tais exportações, entretanto, é crescente diante da concorrência de produtores com menores custos, oriundos da China. Desde os anos 90 as exportações brasileiras deixaram de crescer, reduzindo a participação relativa do país no mercado internacional. Como é um produto intensivo em mão de obra, as empresas exportadoras brasileiras, localizadas principalmente no Vale dos Sinos (RS), vêm buscando localizações que proporcionem incentivos fiscais e menores custos salariais,

principalmente no Nordeste.”
Fonte: Costa, A. (2004).

O *design* diferenciado é um atributo importante não apenas em mercados da moda, mas também em bens de consumo duráveis e bens de capital. Os fabricantes entendem que precisarão de produtos esteticamente mais avançados se quiserem conquistar novos mercados e reforçar suas margens de lucro fora do país. Estima-se que um produto eletrônico fabricado sob encomenda de terceiros por meio do regime OEM *(original equipment manufactures*, ver glossário) proporcione uma margem líquida entre 2% a 3% para o fabricante, ao passo que produtos diferenciados com marca própria ofereçam uma margem de 10%. Isso está motivando um *boom* de design nos países que mais ganharam competitividade internacional. Na China, por exemplo, que tem a reputação de produzir cópias baratas de produtos estrangeiros, o design próprio vem ganhando grande força. O Desenho Industrial vem se tornando um dos mais populares cursos universitários do país e centenas de empresas de consultoria de *design* têm surgido a cada ano.

A ênfase no *design* não se resume à aparência do produto, mas também a sua funcionalidade. Características meramente estéticas são facilmente copiáveis por concorrentes e por isso precisam estar associadas a outros atributos valorizados pelo consumidor para produzir uma vantagem competitiva mais duradoura. Há também a necessidade de adaptar o *design* aos diferentes segmentos do mercado, como mostra o Caso 8.5.

Caso 8.5

Design diferenciado da Sony para mercados específicos

“A Sony tinha um problema na China: a empresa era vista por muitos jovens chineses como ‘a marca do papai’. Então, em 2005, a empresa abriu um centro de design em Xangai que procurou inicialmente entender o estilo de vida dos jovens. Os

designers deram 50 câmeras digitais a um grupo de jovens, pedindo para que eles documentassem em fotografias o seu dia a dia. Com base nessas informações, o centro começou a projetar uma linha de tocadores de MP3 que tivessem apelo junto a esse grupo. O resultado foi o desenvolvimento de aparelhos em cores discretas e com aparência de um seixo. A Sony percebeu que os consumidores chineses estão se tornando mais exigentes, não se contentando mais com os modelos ultrapassados projetados em outros países."

Fonte: Business Week, traduzido por Mario Zamarian em *Valor,* 16/11/2005, p. B6.

A Certificação Da Qualidade

A qualidade de um produto ou serviço comprovada através de certificação também constitui uma ferramenta competitiva importante, principalmente para empresas oriundas de países em desenvolvimento que não gozam de sólida reputação internacional. A certificação constitui não apenas uma ferramenta de marketing, mas é obrigatória para fornecer produtos avançados, como bens de capital e insumos críticos, ou produtos em que a segurança representa um atributo fundamental, como medicamentos, brinquedos e material elétrico. As exigências de normas e certificados que assegurem a qualidade surgiram a partir da segunda metade do século XX em grandes projetos governamentais nas áreas nuclear, espacial e militar, visando a observar rigorosas especificações de peças e componentes de equipamentos que não podiam falhar. Tais normas são a base dos sistemas atuais de especificação técnica (Benakouche e Santamaria, 1997).

A adequação de produtos e processos a padrões e normas técnicas aceitas nos principais mercados mundiais constitui uma prática adotada pelas empresas exportadoras. Em setores muito regulados, como as indústrias química e farmacêutica, existem exigências nacionais para registro e homologação de produtos. Em medicamentos, há necessidade de realizar exames de bioequivalência e testes e ensaios para comprovar a segurança e a adequação aos padrões sanitários e ambientais. Isso é uma importante barreira para empresas de pequeno porte, dados os altos custos do processo de certificação.

A Importância Das Fontes Locais De Tecnologia

Nelson, Freeman e Lundvall, em diferentes trabalhos, desenvolveram o conceito de Sistema Nacional de Inovação, para caracterizar o ambiente científico e institucional capaz de promover inovações para a competitividade. Tais estudos mostram como a infraestrutura educacional e científica, os mecanismos de apoio à inovação e cooperação tecnológica e as estratégias empresariais contribuem para criar externalidades positivas ao esforço exportador em diferentes países.

No topo do *ranking* de competitividade do Fórum Econômico Global estão os países que mais investem em pesquisa e inovação tecnológica. É o caso da Finlândia, que sustenta o primeiro lugar nos últimos anos. A política de investimentos em educação e inovação constitui a base do crescimento econômico do país, que tem como principal estrela a empresa Nokia de equipamentos de telecomunicações.

No caso brasileiro, os resultados de uma pesquisa realizada para o BNDES (Pinheiro, Markwald e Pereira, 2002) revelaram a importância de fontes locais de tecnologia para exportações. A tecnologia estrangeira obtida sob licença só é importante para as exportações em que a presença de empresas multinacionais reforça o papel da tecnologia globalizada e da divisão de trabalho em diferentes subsidiárias. Para as empresas nacionais, por outro lado, a tecnologia licenciada não assegura o acesso ao mercado internacional por dois motivos principais: primeiro devido às restrições às exportações existentes explícita ou implicitamente em contratos de licenciamento. Os proprietários de tecnologias originais evitam fomentar concorrentes internacionais restringindo o uso da tecnologia licenciada a um determinado país ou região. Segundo, produtos fabricados sob licença geralmente não são competitivos no exterior, na medida em que não apresentam originalidade e apresentam custos superiores aos dos produtos oferecidos pelos proprietários das licenças, seja em função das menores escalas produtivas ou da incidência de *royalties.* Cabe ressaltar que as licenças têm um papel complementar à tecnologia local, principalmente em processos e componentes. Combinar tecnologias importadas com desenvolvimento local constitui um dos elementos do sucesso nas exportações.

Um caso particular de tecnologia ou design suprido pelo próprio importador pode ser verificado em áreas cuja competitividade está assentada no menor custo de mão de obra. Nos setores de vestuário, por exemplo, existe dependência em relação aos importadores quanto ao *design.* Isso inclui produtos com marcas famosas, nos quais a empresa compete internacionalmente para fabricar produtos

sob a especificação do importador. Tal estratégia, embora facilite a entrada no mercado exportador, pode não se sustentar em longo prazo, dada a necessidade de manter custos (e salários) baixos diante de variações cambiais que afetam a competitividade dos diferentes países. A venda sob o regime OEM deve ser vista como um passo inicial em estratégias desenhadas para aproveitar a experiência com a tecnologia importada para promover o aprendizado e, posteriormente, desenvolver *design* e marca próprios. Para isso, é necessário combinar a tecnologia licenciada com um amplo esforço de desenvolvimento tecnológico próprio.

Uma cultura empresarial flexível e inovadora é essencial para a competitividade internacional. A geração de patentes e marcas constitui outro elemento crítico, pois o sistema de propriedade intelectual geralmente restringe o acesso a mercados mais avançados. Por exemplo, exportadores de manufaturados são frequentemente acusados de violar patentes nos Estados Unidos, apesar de terem desenvolvido seus produtos de forma autônoma. Diante do alto custo de patentear seus produtos no exterior, eles acabam limitando suas exportações a mercados secundários, como a América do Sul.

As vantagens competitivas das exportações brasileiras se apoiam principalmente (embora não exclusivamente) em vantagens comparativas naturais, como a biodiversidade, recursos hídricos para irrigação e geração de energia renovável, mineral e florestal. Preservar tais recursos, de forma a garantir sua sustentabilidade, e agregar valor com a geração de novos produtos e processos pode contribuir para a geração de vantagens competitivas únicas no futuro. O desenvolvimento de tecnologias apropriadas à exploração sustentável desses recursos é um nicho para o desenvolvimento tecnológico local, dados o tamanho do mercado e as especificidades climáticas e ambientais.

Os eventuais sucessos brasileiros no desenvolvimento de novas tecnologias têm origem na necessidade de solucionar problemas locais. A Petrobrás, por exemplo, caracteriza-se por sua liderança mundial na exploração de petróleo em águas profundas. O fato de as reservas brasileiras localizarem-se na plataforma continental, em profundidades nunca atingidas por outras empresas, obrigou a Petrobrás a desenvolver uma tecnologia original, que hoje vem sendo exportada para outros países. Caso o país não dispusesse de uma empresa nacional, capaz de investir no desenvolvimento de soluções locais, dificilmente alcançaria a autossuficiência na produção de petróleo.

Da mesma forma, países em desenvolvimento, como Cuba, Índia e China, têm se destacado nas exportações de vacinas e medicamentos apropriados a doenças

não prevalentes em países desenvolvidos, mas que afetam grande parte da população mundial.

Acordos multilaterais de comércio e tecnologia

A questão da regulação do comércio de tecnologia, da propriedade intelectual, dos padrões tecnológicos, sanitários e do meio ambiente vem deixando de ser um atributo exclusivo de países individuais para se tornar objeto de acordos multilaterais. A Organização Mundial do Comércio (OMC) vem tratando desses temas de forma prioritária, já que constituem, junto com o comércio de serviços, o principal item de interesse dos países mais desenvolvidos, reunidos em torno da chamada “Agenda de Cingapura”.

Os blocos econômicos e suas organizações nacionais como, por exemplo, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), entidades subregionais e regionais como o Comitê Mercosul de Normalização (CMN) e a Comissão Pan-Americana de Normas Técnicas (Copant) e instituições internacionais como a *International Organization for Standardization* (ISO) têm se preocupado com o reconhecimento mútuo dos sistemas de normas e avaliação de conformidade. A ideia de unificação dos sistemas já foi abandonada, reconhe-cendo-se que há diferenças entre os modelos em uso nos diversos países que transcendem a questão puramente técnica. A tônica hoje é a harmonização dos sistemas de metrologia, a normalização e a avaliação da conformidade, tomando-se em conta as peculiaridades de cada modelo organizacional, através dos Acordos de Reconhecimento Mútuo. A complexidade que cerca esse campo levou a OMC a propor o Acordo de Barreiras Técnicas, ao qual o Brasil aderiu.

No âmbito da OMC, o comércio de tecnologia é tratado pelo *Trade Related Intellectual Property System* (TRIPS). A economia dos países desenvolvidos tem se movido para a economia dos serviços, mais intensiva em informações. Sendo assim, sua prioridade é comercializar serviços avançados, como telecomunicações, serviços técnicos e produções culturais. Para isso, observa-se um contínuo aumento da proteção à propriedade intelectual por meio da extensão dos prazos de proteção e da abrangência dos produtos patenteáveis, incluindo software e organismos geneticamente modificados.

Os Estados Unidos, que detêm cerca de 70% das patentes mundiais, adotam legislações cada vez mais abrangentes e pressionam o resto do mundo para seguir suas práticas de proteção à propriedade intelectual. Em 1998, por exemplo, foi aprovado o DMCA, “Digital Millenium Copyright Act”, doutrina

de segurança para o comércio digital. Seu artigo mais polêmico é o 1201 *(Violations regarding circumvention of technological measures)*, que apresenta medidas de proteção contra a violação de esquemas de proteção e proíbe a fabricação, a importação e a oferta ao público de qualquer tecnologia, produto, serviço, dispositivo, componente ou peça que possa servir para burlar uma tecnologia. Tais medidas têm como consequência a restrição à pesquisa científica e à livre expressão de ideias, além de colocar em risco o princípio do uso justo (*fair use)*. Ela dá ao distribuidor do conteúdo digital o direito de controlar os mecanismos de acesso à informação contida, sob o pretexto de ter de controlar cópias. Isso altera substancialmente a correlação de forças entre os proprietários e usuários de software, o que torna a situação ainda mais desfavorável para os usuários (Adérito, 2006).

Resumo

Em uma economia crescentemente baseada em informação e conhecimento, o desempenho exportador de um país não depende apenas das vantagens competitivas naturais e de menores custos relativos de produção. A experiência internacional recente mostra que a competitividade de um país está associada a sua capacitação para construir vantagens competitivas dinâmicas a partir do *catching up* e da inovação tecnológica. Fatores macroeconômicos, a exemplo da taxa de câmbio e dos salários relativos, não são suficientes para explicar as mudanças na competitividade em longo prazo.

O processo de desenvolvimento de um país está associado a sua participação em indústrias novas, dinâmicas e intensivas em conhecimento. Países produtores de bens e serviços de baixo valor agregado, embora possam se beneficiar de fases favoráveis de aumento da demanda mundial, têm um potencial mais limitado de crescimento no longo prazo. O conhecimento necessário para agregar valor ao produto ou serviço envolve um conjunto amplo de tecnologias, incluindo estratégias empresariais, acesso a informações comerciais, jurídicas e econômicas, além de conhecimento tecnológico para inovar e adaptar produtos e processos às exigências dos importadores.

Por outro lado, os produtores de *commodities* e bens tradicionais também precisam incorporar infraestrutura tecnológica para adaptar os produtos às crescentes exigências dos mercados. Isso inclui não apenas laboratórios de ensaio e certificação como também capacidade para gerar tecnologias próprias em complemento às tecnologias adquiridas do exterior.

Do ponto de vista das negociações internacionais, os países mais desenvolvidos vêm pressionando fortemente para a assinatura de acordos para aumentar o prazo de proteção e a abrangência da propriedade intelectual, incluindo patentes e *copyrights*. Tais exigências, entretanto, precisam ser cotejadas às necessidades de difusão de novas tecnologias a um custo acessível para os produtores.

Leitura complementar

Duas leituras úteis para conhecer a situação do balanço de pagamentos tecnológico brasileiro são: (i) o Capítulo 7 da Fapesp (2004), *Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo;* e (ii) o capítulo elaborado por Cassiolato e Elias sobre balanço de pagamentos tecnológicos brasileiro publicado em Viotti, Eduardo B. & Macedo, Mariano de Matos (org.), *Indicadores de ciência, tecnologia e inovação no Brasil*, editora Unicamp, 2003.

Para conhecer diferentes estudos de aplicação do modelo de Heckscher e Ohlin ao caso brasileiro, ver Arbix, De Negri e Salerno, 2005.

[1] O conceito de "brecha de produtividade" diz respeito à diferença entre a produtividade nacional e a produtividade norte-americana em determinados setores (ou um conjunto deles).

[2] Comissão Econômica para América Latina e o Caribe, órgão da ONU sediado no Chile.

PARTE III
Gestão da inovação

Capítulo 9 Inovação e estratégia competitiva

Capítulo 10 Integração entre estratégia competitiva e capacitação tecnológica

Capítulo 11 Inovações organizacionais

Capítulo 12 Redes de firmas e cadeias produtivas

Capítulo 13 Gestão da inovação na economia do conhecimento

CAPÍTULO 9

Inovação e estratégia competitiva

As múltiplas incertezas que cercam a atividade econômica levam as empresas a buscarem estratégias competitivas adequadas aos mercados em que atuam. As estratégias são fundamentadas na avaliação das ameaças e oportunidades externas e da capacidade interna da firma de responder a esses desafios e influenciar o ambiente externo. Ela pode ser definida como "a seleção e implantação de um conjunto de objetivos com vistas a adaptar a empresa ao ambiente externo ou modificar esse ambiente para melhorar suas chances de sucesso" (Coombs *et al*, 1992:9).

Este capítulo apresenta os diferentes tipos de estratégias tecnológicas que podem ser consideradas subconjunto das táticas competitivas mais gerais adotadas pelas empresas. Seguindo a taxonomia proposta por Freeman (1997), as estratégias tecnológicas estão divididas em seis tipos: ofensiva, defensiva, imitativa, dependente, tradicional e oportunista. A classificação de estratégias por tipos tem algo de arbitrário, considerando a infinita variedade de circunstâncias existentes no mundo real. As estratégias não são exclusivas e as empresas acabam adotando gradações ou combinações de diferentes alternativas. Além disso, não costumam se sustentar em longo prazo, pois precisam ser flexíveis de forma a incorporar mudanças nas tecnologias e mercados. Apesar das limitações, a identificação de diferentes tipos de estratégias é útil para o gestor da tecnologia, pois contribui para manter a coerência das ações e para avaliar seus requisitos e potencialidades.

Conceitos de estratégia

A relação entre os ambientes externo e interno está na base das diferentes interpretações e conceitos de estratégias. Assumindo essa dicotomia, podemos identificar quatro conceitos complementares de estratégia competitiva. O primeiro foi desenvolvido por Porter (1980) com base em uma variante do enfoque *estrutura-conduta-desempenho* (ver Capítulo 4). Ele considera que a estratégia é essencialmente a relação entre a empresa e o ambiente externo e que a parte mais relevante do ambiente externo é a "indústria" ou setor de atividades no qual a empresa se insere. Esse ambiente pode ser caracterizado por cinco forças competitivas: (i) barreiras à entrada; (ii) ameaça de substituição; (iii) poder de barganha de fornecedores; (iv) poder de barganha de clientes; e (v) rivalidade entre os competidores existentes. Dessas forças, quatro estão relacionadas ao ambiente externo e apenas uma – a rivalidade – envolve a análise interna da firma, através da comparação de suas forças e fraquezas em relação aos competidores.

O segundo conceito de estratégia é baseado nas *novas teorias de organização industrial* e também na *teoria dos jogos*. Segundo essa concepção, um movimento estratégico de uma empresa visa a influenciar o comportamento de outros agentes no mercado. O movimento é bem-sucedido se a empresa tiver sucesso em deter ou influenciar a ação de um competidor. Tal conceito, a exemplo do de Porter, atribui maior importância ao ambiente externo do que ao interno.

O terceiro conceito está *baseado em recursos*[1] específicos disponíveis na empresa. Em vez de focar no posicionamento da empresa no mercado, os diversos autores que exploraram esta vertente sustentam que a estratégia competitiva de uma empresa deve ter por base o potencial de receitas que podem ser obtidas pelo uso de recursos específicos e escassos detidos por ela. Assim, uma estratégia bem-sucedida consiste em explorar recursos, capacitações ou acessos privilegiados a fontes de tecnologia que são específicos a cada firma e não podem ser facilmente criados ou transferidos.

O quarto conceito é uma variante do enfoque baseado em recursos proposta por Teece *et al* (1990) através do conceito de *capacitação dinâmica*. Sua diferença está na ênfase à criação de novas capacitações, em lugar da simples exploração dos recursos existentes. Este quarto conceito, de corte neosschumpeteriano, considera que o desenvolvimento de novas capacitações

ocorre por meio do aprendizado social e coletivo da empresa. O processo de aprendizado gera conhecimentos que são utilizados para aprimorar as rotinas organizacionais. Entretanto, a dependência das trajetórias passadas, os ativos complementares e os *custos de transação* limitam o processo de aprendizagem. O aprendizado é essencialmente local e a experiência passada da firma no uso da tecnologia é considerada uma condição necessária para seu desenvolvimento no presente e no futuro próximo. Os ativos complementares (conhecimentos tácitos e codificados) são importantes para permitir que uma firma desenvolva certos tipos de capacitação tecnológica. Quanto maior a especificidade do ativo, mais a empresa terá de investir internamente para desenvolvê-lo, pois dificilmente se defrontará com a alternativa de obtê-lo no mercado. Os modelos de gestão das empresas, ou seja, a forma como a empresa conduz o próprio processo de formação de estratégias é, em si, um ativo intangível e específico.

Os quatro enfoques são complementares, mais do que exclusivos. Os dois primeiros são baseados em análises de variáveis externas à empresa e se concentram no exame da estrutura da indústria para tentar neutralizar a ação de competidores. Já os dois últimos dão ênfase aos recursos e às capacitações, focando no ambiente interno da firma. Em síntese, para definir estratégias competitivas e tecnológicas, é preciso articular os ambientes externos e internos à empresa, enfatizando o acesso ao conhecimento. A estratégia tecnológica deriva da estratégia competitiva e a articulação entre as duas é muito importante.

Freeman (1997) identifica seis alternativas de estratégias tecnológicas que devem ser tomadas como um espectro de possibilidades. As firmas podem selecionar uma ou mais estratégias em diferentes segmentos de suas atividades e mudá-las ao longo do tempo. A escolha de uma estratégia está associada aos objetivos de seus dirigentes e acionistas. A empresa pode decidir utilizar sua capacitação técnica, gerencial e financeira para buscar alternativas que maximizem o retorno dos investimentos em curto prazo ou pensar em construir uma base tecnológica para o futuro. Pode recorrer a alianças com diferentes parceiros ou atuar de forma independente. Pode adquirir pacotes tecnológicos ou partir para o desenvolvimento de soluções próprias. Tais decisões dependem dos recursos disponíveis – financeiros e humanos —, das características dos mercados, da dinâmica tecnológica e da estratégia explícita ou implícita que a empresa decidir seguir.

Estratégia ofensiva

A estratégia ofensiva de inovação é adotada por empresas que buscam liderança tecnológica em determinados segmentos da indústria. A inovação pode estar no projeto do produto, no processo de produção, no modelo de negócios, na forma de prestação de um serviço, no modo de relacionamento com clientes, na logística de distribuição ou no desenvolvimento de *design* original. O inovador geralmente corre grandes riscos inerentes à inovação pioneira, pois introduz uma ideia ainda não testada no mercado.

A empresa que adota uma estratégia inovadora ofensiva precisa contar com boa capacidade criativa e técnica, seja internamente ou através do acesso privilegiado a laboratórios e centros de pesquisa e da relação exclusiva com consultores e fornecedores de insumos e serviços críticos. A inovação dificilmente tem uma origem única, sendo frequentemente resultado da combinação de diversos elementos e pacotes tecnológicos. Para absorver e gerar novos conhecimentos, as empresas pioneiras necessitam contar com quadros técnicos qualificados em diferentes áreas, um recurso encontrado mais tipicamente em grandes empresas com atividades formalizadas de pesquisa e desenvolvimento.

Pequenas empresas também podem adotar estratégias ofensivas, especialmente a nova empresa de base tecnológica formada especificamente para explorar uma inovação ou ideia original. Em muitos casos, tais empreendimentos são originários de incubadoras de empresas vinculadas a universidades ou de *spin offs* de empresas maiores. Muitas empresas de propósito específico são criadas para testar uma nova tecnologia ou modelo de negócios original e, em caso de êxito, são vendidas a investidores de maior porte. O êxito na geração de uma nova ideia não significa o sucesso da empresa em longo prazo. O ciclo de vida do produto (ver Capítulo 5) exige investimentos e capacitação gerencial que, em muitos casos, só estão disponíveis em organizações de maior porte.

Outra forma de inovar é identificar soluções particulares para clientes existentes ou potenciais, desenvolvendo, assim, um novo mercado. Nesse caso, a capacitação tecnológica é combinada a um profundo conhecimento do perfil do usuário, das necessidades específicas de determinados setores ou ramos de negócios ou de funções típicas da empresa.

A empresa que adota uma estratégia ofensiva deve estar preparada para investir em longo prazo e assumir riscos. Não pode esperar retornos imediatos,

pois os clientes precisam ser induzidos a experimentar o novo produto. Assim, a progressiva capitalização do empreendimento é crítica para o sucesso. Quando uma empresa introduz uma inovação, mas não conta com os recursos necessários para desenvolvê-la adequadamente, acaba por criar espaços para concorrentes em melhores condições para ocupar o mercado criado. Os nichos não permanecem abertos para sempre e, à medida que crescem e se tornam mercados relevantes, serão fatalmente visados por empresas maiores. Empresas bem-sucedidas na criação de um mercado geralmente são obrigadas a investir continuamente em P&D e marketing de forma a aperfeiçoar o produto e desenvolver o mercado. Por isso, empresas inovadoras de pequeno porte bem-sucedidas costumam ser absorvidas por empresas maiores.

A disponibilidade de economias externas em termos de infraestrutura científica e tecnológica é essencial para a empresa que adota uma estratégia ofensiva. Os centros de excelência universitários atraem empresas de alta tecnologia, seja por ser a localização natural para alunos e professores empreendedores ou por atrair empresas de outras regiões pela qualidade dos recursos humanos. Os ambientes culturais, educacionais e os incentivos locais são fundamentais para a inovação. Isso inclui iniciativas de prefeituras e universidades de criarem parques tecnológicos, teleportos, incubadoras de empresas e pacotes de incentivos fiscais e creditícios. O inovador precisa contar com uma boa infraestrutura de transportes e telecomunicações a custos competitivos e com o acesso a serviços técnicos complementares. A proximidade de clientes-chave, como empresas líderes industriais ou comerciais, pode favorecer a estratégia ofensiva.

A estratégia inovadora ofensiva envolve não apenas P&D, mas também funções igualmente importantes, como propaganda e marketing, logística e criação e adaptação de novas rotinas organizacionais. Serviços inovadores precisam funcionar bem e estar integrados aos demais setores da empresa. A empresa também precisa “educar” seus clientes através de cursos, material de apoio, testes gratuitos, promoções e boa assistência técnica ao usuário. Além de recursos financeiros, a estratégia inovadora requer capacitação dos recursos humanos nas áreas comercial e administrativa.

No Brasil, pouquíssimas empresas adotam uma estratégia ofensiva em nível global. Dentre elas, podemos destacar a Petrobras, que desenvolveu tecnologias pioneiras de exploração de petróleo em águas muito profundas (em lâminas-d’água superiores a 2.000 metros). A estratégia ofensiva deriva das condições em que o petróleo é encontrado na costa brasileira e também do fato de a

empresa ter autonomia decisória e contar com recursos técnicos e financeiros para assumir um empreendimento inovador. A estratégia foi apoiada pela política governamental de autossuficiência na produção de hidrocarbonetos, iniciada a partir da crise do petróleo em 1973. Para viabilizar tal estratégia, foram necessários investimentos de longo prazo em um centro de pesquisa e desenvolvimento interno (Cenpes) e um contínuo esforço de capacitação e cooperação com universidades. Dificilmente uma empresa multinacional com atividades de exploração em diferentes países do mundo se arriscaria em um projeto inovador tão complexo e arriscado no Brasil enquanto dispusesse de reservas mais fáceis de serem exploradas em outras partes do mundo.

Estratégia defensiva

Poucas empresas estão dispostas a seguir uma estratégia ofensiva e mantê-la consistentemente em todas as áreas em que atuam. Mesmo as tipicamente inovadoras podem mesclar tecnologias maduras e avançadas visando a formar um *mix* de produtos mais seguro. Agindo seletivamente em relação à introdução de inovações, as empresas procuram evitar incertezas e erros que levam muitos pioneiros a sucumbir. O sucesso inicial em uma inovação pode levar a uma atitude mais cautelosa no sentido de consolidar os resultados obtidos. A opção defensiva também pode ser involuntária, diante da rápida evolução da tecnologia, pois muitos inovadores são superados por concorrentes mais rápidos em introduzir novos produtos e serviços no mercado.

A empresa que adota uma estratégia defensiva não quer correr o risco de ser a primeira a inovar, mas também não quer ser deixada para trás em termos tecnológicos. Ela espera aprender com os erros dos pioneiros e aproveitar a abertura de um novo mercado para oferecer soluções mais seguras e consistentes. Em muitos casos, a empresa defensiva tem uma marca conhecida no mercado e conta com boa capacitação em áreas complementares, como produção e distribuição, e aproveita essas vantagens para superar os inovadores ofensivos. A estratégia defensiva não pretende apenas copiar os inovadores, mas sim superá-los. Para isso, é necessário investir em capacitação técnica própria.

A estratégia defensiva é típica dos mercados oligopolistas e está associada à diferenciação de produtos. Para a empresa oligopolista, a inovação defensiva é um “seguro” contra o risco de obsolescência tecnológica de sua linha de produtos, permitindo que a empresa reaja e se adapte às mudanças tecnológicas introduzidas por seus concorrentes. As empresas tradicionais, líderes em seus mercados, tipicamente têm capacidade tecnológica para inovar, mas preferem esperar que outras empresas assumam o ônus de lançar novos produtos, correndo os riscos inerentes à aceitação do mercado. Caso o produto seja um sucesso, as líderes vão reagir lançando produtos que incorporam as principais novidades. Considerando que uma empresa líder não pode ficar muito tempo atrás dos inovadores, ela precisa ser capaz de responder de modo rápido quando decidir efetivamente adotar a tecnologia. Para manter sua parcela de mercado, a empresa defensiva precisa desenvolver produtos tão bons quanto os do concorrente e incorporar novas características que os diferenciem em *design*, preço e performance. Nessas circunstâncias, a capacidade tecnológica necessária para

sustentar uma estratégia defensiva deve ser tão forte quanto na ofensiva. A estratégia defensiva exige capacitação em produtos e processos, aproveitamento de economias de escala e de escopo e incorporação de inovações organizacionais no sentido de promover maior integração dos processos internos e externos.

Caso 9.1

A estratégia defensiva da Siciliano

A Siciliano, uma das principais redes de livrarias do Brasil, exemplifica um caso bem-sucedido de estratégia defensiva. A venda de livros on-line no Brasil foi iniciada pela Booknet, uma livraria inteiramente virtual, seguindo os passos da pioneira americana Amazon.com. Após observar a experiência de seu novo concorrente, a Siciliano implementou, no final de 1999, uma área de vendas pela Internet, reunindo comércio eletrônico, marketing, logística e atendimento on-line a clientes. Para manter-se competitiva, a empresa precisou investir continuamente em novas tecnologias aumentando a funcionalidade do site, disponibilizando mais informações para os clientes (FAQ,[2] avaliações dos livros feitas pelos leitores) e oferecendo recursos de pesquisa mais poderosos (pesquisa fonética). O portal de vendas da Siciliano foi desenvolvido como um canal complementar de vendas. Não visava a substituir os canais convencionais, como lojas e vendas por telefone, mas sim agregar valor a essas operações. Adotou uma estratégia defensiva que valorizou seus ativos preexistentes, neutralizando assim a força do inovador ofensivo.

Empresas com um amplo parque instalado têm interesse em prolongar o ciclo de vida de seus produtos, pois mesmo maduros eles ainda são preferidos pelo mercado. Tais produtos contam com pelo menos três vantagens competitivas frente às inovações mais recentes: (i) são produtos amplamente utilizados por

consumidores aprisionados pelo hábito; (ii) são fabricados por meio de processos produtivos otimizados ao longo do tempo em função das oportunidades de aprendizado dinâmico; e (iii) os custos de desenvolvimento já foram amortizados, permitindo preços competitivos.

Estratégia imitativa

Ao contrário dos inovadores defensivos, que pretendem aprender com os erros dos pioneiros e aprimorar a nova tecnologia, a empresa que adota a estratégia imitativa não aspira ser líder ou ter grandes lucros com a introdução da inovação. Ela pretende apenas marcar sua presença no mercado, oferecendo um produto semelhante aos existentes. O tempo de defasagem da introdução do produto vai depender das circunstâncias particulares do mercado, da região ou país. Quanto maior a proteção ao mercado local, maior a viabilidade de uma estratégia imitativa.

A estratégia imitativa é usualmente adotada em países em desenvolvimento, principalmente em mercados em que as empresas inovadoras não atuam diretamente. No passado recente, o protecionismo encorajava esse tipo de estratégia no Brasil, favorecendo a entrada no mercado de empresas nacionais de menor porte. A proteção governamental contra a competição dos produtos estrangeiros se dava através de uma política de substituição das importações baseada em altas tarifas alfandegárias, barreiras burocráticas (como a exigência de anuência prévia de determinadas instâncias do governo para importação), além de incentivos fiscais para a produção nacional. Entretanto, a proteção efetiva vem caindo significativamente desde o início da década de 1990, tanto em função da abertura comercial quanto pela introdução de formas mais rígidas de proteção à propriedade intelectual.

Um exemplo expressivo do fim da proteção à indústria nacional se deu na indústria farmacêutica. A engenharia reversa (ver Capítulo 6) de medicamentos era uma forma bastante comum de atuação de laboratórios nacionais que contavam com capacidade técnica para lançar produtos similares aos produzidos por multinacionais. Até 1996, a legislação brasileira de propriedade intelectual não reconhecia as patentes farmacêuticas, por entender que o conhecimento nesta área era de interesse social. Com a adesão retroativa do Brasil ao *Trade Related Intellectual Property* Agreement(TRIPS), no âmbito da Organização Mundial do Comércio, e o consequente reconhecimento das patentes farmacêuticas, muitas empresas nacionais tiveram de retirar os produtos similares do mercado.

Outra forma de as empresas que adotam estratégias imitativas obterem vantagem competitiva frente a empresas inovadoras é se localizar geograficamente junto ao mercado. Produtos perecíveis, como alimentos frescos,

geralmente são produzidos localmente. As dificuldades de transporte também podem favorecer indústrias localizadas junto a seus clientes.

A estratégia imitativa pode ser sustentada quando a firma detém um nicho de mercado, composto de clientes fiéis a uma determinada marca ou tipo de serviço. A empresa pode ter acesso privilegiado a determinados mercados em função de sua localização ou inserção em comunidades específicas. Empresas integradas verticalmente podem assegurar um mercado cativo para produtos defasados tecnologicamente no âmbito da própria corporação. Por exemplo, uma subsidiária de uma empresa montadora de veículos que fornece autopeças para sua controladora pode adotar uma estratégia imitativa por ter um mercado assegurado dentro da corporação.

Outra forma de assegurar o mercado é através do acesso privilegiado a canais de distribuição. Por exemplo, o controle de uma rede de supermercados em uma determinada região pode favorecer alguns fornecedores em detrimento de outros. Nesse caso, uma estratégia tecnológica imitativa pode ser viabilizada pelo maior acesso ao mercado local. Grandes varejistas criam marcas próprias de produtos que, embora sejam apenas imitações, encontram mercado cativo em função do acesso direto ao consumidor final.

As fontes de tecnologia utilizadas pelas empresas que adotam estratégias imitativas incluem a obtenção de licenças de fabricação, a engenharia reversa ou a simples cópia dos produtos existentes no mercado. Para realizar a imitação de forma independente, a empresa precisa contar com certo nível de capacitação técnica. Quando a tecnologia já está difundida, é possível obtê-la a custos relativamente baixos junto a consultores especializados, com a contratação de técnicos com experiência em empresas concorrentes, ou pelo acesso à informação técnica publicada ou através de patentes vencidas.

Empresas de pequeno porte que participam de setores menos vulneráveis à mudança tecnológica geralmente adotam estratégias imitativas. A falta de diferenciação e a defasagem tecnológica obrigam as empresas que não contam com privilégios comerciais ou proteção governamental a praticarem preços baixos. Isso requer que a empresa tenha baixos custos fixos de gestão e produção. As imitações baratas de produtos líderes e marcas famosas geralmente encontram mercado junto aos consumidores de baixa renda, que constituem a maioria da população brasileira. Na indústria de confecções, por exemplo, a cópia de modelos e lançamentos originais é muito comum, já que a maioria das empresas não tem capacidade para desenvolver *design* próprio e precisa seguir a moda para sobreviver.

Caso 9.2

Estratégias imitativas na indústria de calçados

Poucas empresas no setor calçadista mantêm atividades rotineiras de P&D, já que a maioria é de pequeno porte e não conta com recursos financeiros e capacitação tecnológica para desenvolver novos produtos. A inovação no setor calçadista se apoia principalmente nas mudanças no *design* e no uso de novos materiais sintéticos, visando a oferecer maior conforto e qualidade. Os lançamentos bem-sucedidos são invariavelmente imitados por empresas menores a preços muito inferiores aos dos produtos originais.

Empresas imitadoras sem capacitação tecnológica própria dificilmente conseguem fazer uma boa cópia de um calçado inovador de qualidade. A estratégia competitiva se apoia na fabricação de baixo custo de um produto que, embora pareça com o original, utiliza materiais menos nobres e frequentemente menos apropriados para o uso proposto. Por exemplo, fabricantes mais inovadores vêm introduzindo o polímero ABS *(acrilonitrila butadieno estireno)* na estrutura dos saltos de sapatos, de forma a conferir flexibilidade e estabilidade. Os imitadores, por sua vez, utilizam um tipo de poliestireno considerado “pura sucata” para obter um aspecto visual semelhante a um custo muito inferior. Tais produtos são orientados para consumidores que, apesar de disporem de menor renda, valorizam o *design.*

A estratégia imitativa apresenta a desvantagem de proporcionar margens de lucro muito apertadas, pois produtos indiferenciados são tomadores de preços estabelecidos pelo mercado. Diante da intensificação da concorrência, a busca pela redução de custos pode levar o setor à informalidade ou a se mudar para regiões mais pobres, onde os custos salariais são menores.

Estratégia dependente

As empresas que adotam uma estratégia dependente assumem um papel subordinado em relação a outras empresas mais fortes. Elas não tomam a iniciativa de promover mudanças técnicas em seus produtos ou processos a não ser por demanda explícita de seus clientes ou controladores e dependem de outras empresas para obter as instruções técnicas necessárias para inovar. Geralmente não contam com capacitação própria para alterar o processo produtivo ou lançar novos produtos, buscando apenas operar os equipamentos existentes de forma eficiente. A estratégia dependente não é necessariamente uma opção voluntária da firma, mas pode ser uma exigência de seus parceiros comerciais ou controladores. Há pelo menos quatro tipos de modelos de negócios que se apoiam em estratégias tecnológicas dependentes.

O primeiro são as empresas que fabricam produtos para serem comercializados sob a marca de terceiros. Nesse caso, o produto precisa ser exatamente como especificado pelo comprador, que, para isso, fornece o desenho do produto e os parâmetros de qualidade. Nesse caso, a dependência comercial pode levar também à dependência tecnológica. Apesar de ser uma opção segura de acesso ao mercado, tal estratégia comprime as margens de lucro, pois o fornecedor está sempre em concorrência direta com outros fornecedores da rede em todo o mundo.

O segundo tipo de estratégia dependente é seguido pelas empresas que operam sob o regime de franquias. O franqueado recebe prontos o projeto da loja, os processos de vendas, a formulação dos produtos e o treinamento necessário para realizar as operações de forma padronizada. Ele não pode, por exigências contratuais, iniciar mudanças que possam descaracterizar sua filiação à rede de negócios. Para pequenas empresas, a franquia é uma forma de reduzir os riscos do empreendimento e superar a falta de capacitação ou experiência em um determinado ramo de negócios. Segundo o Sebrae, a taxa de mortalidade de empresas franqueadas costuma ser menor que a das pequenas empresas independentes.

O terceiro tipo de estratégia dependente é adotado por subsidiárias de outras empresas que mantêm controle centralizado sobre as atividades de P&D. As filiais geralmente não fazem nenhum esforço para iniciar mudanças técnicas em sua linha de produtos a não ser por instruções específicas de suas matrizes. As áreas de engenharia geralmente se dedicam a traduzir, interpretar e detalhar os

desenhos e informações técnicas recebidas do exterior. Quando são pressionadas a adaptar os produtos ao mercado local por exigências dos consumidores ou a mudar o processo para se adequar às menores escalas de produção ou às diferenças no custo e na disponibilidade de insumos e fatores de produção, a subsidiária busca assistência técnica na matriz. Mais recentemente, as empresas multinacionais começaram um processo de descentralização das atividades de P&D permitindo maior atuação de suas subsidiárias no desenvolvimento tecnológico. Entretanto, o controle de tais operações é mantido na matriz, o que não descaracteriza a estratégia dependente.

Algumas multinacionais dão liberdade a suas subsidiárias para adotar estratégias independentes, fato que ocorre principalmente quando a subsidiária é grande em relação à matriz, quando reúne capacitação e experiência em atividades de P&D, quando o mercado local é pouco importante, quando apresenta características diferenciadas ou, ainda, quando a controladora mantém investimentos de portfolio, sem interesse em padronizar produtos em nível internacional. A Toyota, por exemplo, deixou por muitos anos que sua subsidiária no Brasil produzisse de forma independente um utilitário diesel que conquistou um nicho seguro de mercado. A filial fabricava um veículo já descontinuado na matriz e tinha de contar com sua própria capacitação para promover inovações incrementais no produto e no processo de fabricação. A introdução de um automóvel “global” no Brasil, entretanto, levou a Toyota a reduzir a flexibilidade da subsidiária local, compatibilizando a tecnologia adotada localmente com o estado da arte internacional.

Um quarto tipo de estratégia dependente é adotado por empresas que adquirem tecnologia de terceiros sem um esforço próprio de capacitação. Por meio de licenças, pode-se obter acesso a uma tecnologia de produto ou processo ou utilizar marcas sem necessariamente ter de desenvolver esforços tecnológicos correspondentes. O pagamento da licença geralmente é feito através de *royalties* que incidem sobre os produtos vendidos, o que reduz os riscos da inovação. A estratégia de licenciamento, entretanto, apresenta outros riscos e limitações. Uma restrição típica é a proibição de exportações, limitando a licença ao país ou a determinada região. Os acordos de licenciamento também podem restringir a introdução de modificações técnicas sem a prévia autorização do licenciador, proibir a fabricação ou a venda de produtos concorrentes, fatos que dificultam o processo de aprendizado. Há também o risco de o licenciador suspender o contrato, caso o mercado cresça e se torne atrativo suficiente para que ele estabeleça uma subsidiária própria (Tigre, 1984).

Estratégias tradicional e oportunista

A empresa que adota uma estratégia tradicional praticamente não muda seus produtos, seja porque o mercado não demanda mudanças ou porque a concorrência também não inova. Ela geralmente não conta com capacidade técnica para iniciar mudanças, mas pode desenvolver inovações incrementais e fazer pequenas alterações no *design* do produto com base na experiência prática de seus colaboradores.

As empresas tradicionais podem operar sob condições severas de competição, aproximando-se da situação de concorrência perfeita. Nesse contexto, a concorrência por preços leva a um controle rígido de custos e faltam recursos para atividades cujo retorno ocorre em prazos mais longos, como é o caso do treinamento de pessoal, da modernização produtiva e do desenvolvimento de novos produtos. Por exemplo, a indústria de refrescos populares, conhecidos como tubaínas, praticamente não muda seus produtos e processos de produção. A demanda é relativamente grande, mas muito sensível a preços. Incapazes de responder a inovações introduzidas por concorrentes, as empresas tradicionais correm, em longo prazo, o risco de serem expulsas do mercado.

Um tipo particular de empresa que adota uma estratégia tradicional é aquela que conta com um produto conhecido no mercado ou cuja reputação está justamente no caráter artesanal de sua fabricação. Nesse caso, as mudanças no produto ou na embalagem não são bem aceitas pelos consumidores. O requeijão Catupiry, por exemplo, precisou manter por várias décadas a tradicional embalagem circular de madeira que identificava o produto junto aos consumidores, apesar de o uso desse material ter sido praticamente descontinuado na indústria de alimentos em função dos altos custos. Doces e cachaças “da roça” têm sua reputação junto aos consumidores construída por seu caráter artesanal, e mudanças no processo produtivo são evitadas pelo risco de descaracterizar o produto. Nesse caso, as inovações podem ocorrer apenas em atividades-meio, como, por exemplo, na gestão da qualidade e informatização das operações e da comercialização.

O último tipo de estratégia tecnológica é a oportunista, que está associada à exploração de nichos de mercado ou oportunidades temporárias. Sempre existe a possibilidade de empreendedores identificarem alguma nova oportunidade em mercados em rápida transformação que não requeira grandes investimentos em P&D. Algumas empresas conseguem prosperar encontrando um nicho de

mercado que ninguém havia percebido antes e, assim, ir ao encontro de uma demanda do mercado. A imaginação e o conhecimento das necessidades de grupos de consumidores são, nesse caso, ingredientes mais importantes que a capacitação técnica.

A estratégia oportunista é frequentemente adotada em situações especiais que abrem janelas de oportunidades. A crise energética vivenciada pelo Brasil no início do novo milênio, por exemplo, fez surgir novos fornecedores de material elétrico poupador de energia, como lâmpadas de baixo consumo e luminárias com sensores da presença humana. Chegar rapidamente no mercado constitui o atributo essencial dessa estratégia.

Resumo

As estratégias competitivas nem sempre são explícitas, podendo ser adotadas intuitivamente sem nenhuma formalização. Elas estão relacionadas à percepção das capacitações dinâmicas internas da empresa e também ao ambiente externo, seja setorial, regional ou internacional. A combinação das oportunidades e dificuldades internas e externas constitui o elemento essencial para uma estratégia de sucesso.

A estratégia tecnológica é um subconjunto da estratégia competitiva geral. Foram apresentados seis diferentes tipos de estratégias tecnológicas possíveis de serem implantadas em diferentes contextos. Nem sempre a adoção de uma estratégia é voluntária, já que a empresa opera diante de grandes restrições internas e externas que condicionam suas opções. Em países em desenvolvimento, a maioria das empresas adota estratégias dependentes, imitativas e tradicionais, na medida em que inexistem recursos técnicos e econômicos para inovar de forma mais agressiva. Entretanto, como alertou Fanzjylber (1984), isso pode levar a uma competitividade espúria, baseada na simples exploração de mão de obra barata ou recursos naturais não renováveis. Muitos produtos fabricados em países em desenvolvimento mediante processos de fabricação defasados tecnologicamente pagam salários muito inferiores à média internacional e só por isso são competitivos. À medida que o país se desenvolve e melhora o nível de renda da população, as empresas tecnologicamente defasadas perdem competitividade. Por isso, políticas de desenvolvimento tendem a incorporar cada vez mais o fomento à capacitação e à aprendizagem tecnológica, visando a apoiar as empresas na adoção de estratégias mais inovadoras.

O próximo capítulo explora as principais dificuldades enfrentadas pelas empresas para adequar as estratégias competitivas a suas capacitações internas. A tecnologia constitui apenas um aspecto do planejamento que disputa recursos com as demais áreas da empresa e a adequação das atividades tecnológicas às possibilidades e aos objetivos da empresa são fundamentais para o sucesso de qualquer estratégia competitiva.

Leitura complementar

Os trabalhos de Mintzberg, H. e de Michael Porter constituem as referências mais citadas sobre o tema disponíveis em português (ver Bibliografia).

Para aprofundar os conceitos da gestão do capital intelectual, recomendamos a leitura do livro organizado por David Klein (1998) *A gestão estratégica do capital intelectual* e o artigo de Burlamaqui e Proença (2003) "Inovação, recursos e comprometimento: em direção a uma teoria estratégica da firma". Para uma aplicação da visão baseada em recursos em um setor produtivo brasileiro, sugerimos Alves, Bomtempo e Coutinho, *Competências para inovar na Indústria petroquímica brasileira* (ver Bibliografia).

[1] Do inglês: *resource based.*

[2] *Frequently asked questions* ou dúvidas mais frequentes.

CAPÍTULO 10

Integração entre estratégia competitiva e capacitação tecnológica

As diferentes estratégias tecnológicas descritas no Capítulo 9 não são determinadas de forma inteiramente livre, pois estão subordinadas a outros fatores de natureza interna e externa à empresa. Neste capítulo, veremos como a opção estratégica está associada à capacitação técnica da empresa, a sua força financeira e às condições do mercado e da concorrência. Muitas empresas fracassam por apostar que a superioridade de seu produto pode, em si, abrir um mercado promissor. Um bom produto é apenas uma das variáveis a ser consideradas na formulação de uma estratégia competitiva.

Para cumprir seus objetivos econômicos, as decisões tecnológicas precisam estar em harmonia com as estratégias de negócios mais gerais adotadas pelas empresas. Para entender essa relação, apresentamos inicialmente uma segmentação típica das áreas de atividades de uma empresa industrial para, em seguida, mostrar como as estratégias podem ser diferenciadas segundo o tipo de produto e sua fase do ciclo de vida. À medida que um produto supera a fase inicial de introdução no mercado e alcança estágios mais maduros, o processo competitivo passa a demandar novos recursos críticos.

Por fim, serão mostrados os conflitos típicos entre as diferentes áreas de uma empresa. Tomando por base as quatro áreas de capacitação identificadas, veremos como cada uma delas é influenciada por rotinas e objetivos próprios. Tais conflitos precisam ser solucionados de forma a alcançar resultados coletivos consistentes. Mostramos como as TIC e as novas técnicas organizacionais oferecem oportunidades para superar os impasses entre diferentes áreas da empresa sem ter de recorrer à tradicional solução de hierarquia rígida.

Capacitação tecnológica e estratégia competitiva

A tecnologia constitui um aspecto do planejamento estratégico que precisa ser cotejado aos padrões de competição típicos dos mercados em que a firma opera. A partir de uma perspectiva dinâmica, o desempenho comercial e a eficiência produtiva de uma empresa decorrem da capacitação acumulada pelo aprendizado contínuo e dos investimentos realizados em tecnologia. As decisões estratégicas geralmente são tomadas em função das percepções quanto às forças e fraquezas internas, intensidade do processo concorrencial e características do ambiente econômico em que os agentes estão inseridos.

As áreas de capacitação de uma empresa podem ser agrupadas em quatro funções básicas: desenvolvimento, produção, marketing[1] e gestão (Ferraz, Kupfer e Haguenauer, 1996). Tal classificação é genérica e pode ser ajustada para tipos diferentes de atividades. Cada setor ou segmento tem características próprias e cada empresa adota explícita ou implicitamente uma estratégia competitiva que enfatiza aspectos particulares dessas quatro funções.

- **Desenvolvimento:** Compreende esforços tecnológicos empreendidos pelas empresas por meio dos diversos mecanismos de geração e aquisição de informação e conhecimento. Isso inclui atividades de pesquisa e desenvolvimento de produtos e processos; aquisição de tecnologia explícita em patentes; obtenção de licenças de fabricação e contratos de assistência técnica; acesso a informações codificadas; cooperação com outros agentes; e aprendizado interno contínuo.
- **Produção:** Refere-se ao conjunto de recursos utilizados na tarefa manufatureira propriamente dita, podendo referir-se tanto aos equipamentos e instalações como aos métodos de organização da produção e de controle de qualidade. As tecnologias de produção podem ser obtidas por meio da compra de tecnologia embutida em bens de capital e insumos críticos, mas sua adaptação ao contexto interno requer um esforço tecnológico próprio.
- **Marketing:** Inclui atividades de vendas, promoção, publicidade e serviços pós-venda. Presta serviços de assistência técnica e atendimento ao consumidor, representando o elo da empresa com o mercado.
- **Gestão:** Envolve tarefas administrativas típicas da atividade empresarial,

incluindo o planejamento estratégico, o suporte à tomada de decisão, a administração financeira e a gestão dos recursos humanos.

No conceito schumpeteriano de inovação, a tecnologia permeia todas essas áreas, afetando a produtividade e a competitividade. A capacitação representa o estoque de recursos de todos os tipos – materiais, humanos, informa-cionais, entre outros —, além de intangíveis, como marcas e patentes detidas pela empresa. As capacitações estão em constante mutação, renovadas pela incorporação de novos conhecimentos e pelo abandono de capacitações que se tornaram obsoletas. Sua evolução depende de esforços de treinamento, aprendizado dinâmico, acesso a informações, cooperação com outras empresas e instituições, além de investimentos em P&D. A intensidade de tais esforços depende, conscientemente ou não, de escolhas feitas pelas empresas em função de suas estratégias competitivas.

A estratégia empresarial e tecnológica deve ser factível. Isso depende basicamente da própria capacitação acumulada, do potencial financeiro, do tempo de preparação e maturação exigido por cada estratégia e das economias e deseconomias dinâmicas existentes. Muitas empresas apostam na tecnologia de um produto sem avaliar adequadamente o padrão de competição do mercado. Por exemplo, uma empresa pode ser tecnicamente capaz de desenvolver um sistema operacional para microcomputadores que supere os padrões existentes em termos de desempenho, segurança e facilidade de operação. Entretanto, o sucesso de um sistema operacional no mercado depende fundamentalmente de fatores não tecnológicos, como o tamanho da base instalada existente, o grau de aprisionamento dos clientes e a disponibilidade de aplicativos.

É necessário avaliar cuidadosamente os gastos requeridos e a necessidade de financiamento, face aos riscos esperados e ao prazo de retorno típico de cada estratégia. Algumas estratégias não rendem frutos imediatamente e a avaliação do projeto depende da percepção do empresário quanto a um futuro que é, em grande parte, influenciado pelas condutas das empresas concorrentes. Muitas firmas adotam uma determinada estratégia de negócios sem ter uma avaliação precisa dos custos futuros para sustentar essa estratégia, conforme ilustra o Caso 10.1.

Caso 10.1

A integração capacitação-estratégia na indústria brasileira de jogos digitais

A nascente indústria de “games” no país oferece um exemplo de readaptação estratégica aos recursos disponíveis. Tipicamente, o setor é formado por pequenas empresas fundadas por jovens aficionados em jogos digitais com formação universitária em informática. Os novos empresários geralmente querem entrar no mercado por meio do lançamento de games próprios, revelando uma motivação pessoal de trabalhar no desenvolvimento de produtos. Entretanto, a produção e a comercialização de jogos digitais exigem capacitações técnicas e investimentos em produção e comercialização muito acima da capacidade das pequenas empresas. À medida que os recursos começam a se tornar escassos, os empresários adiam os projetos de lançamento de game próprio e se voltam para a prestação de serviços de desenvolvimento para terceiros, a exemplo dos jogos publicitários *(advergames)* e dos aplicativos para celulares. As empresas que conseguem ter acesso a maiores recursos, seja por geração própria de caixa, empréstimos ou acesso a capital de risco, voltam a acalentar voos mais altos em termos de produtos e mercados. Para isso, elas precisam estruturar melhor a gestão, criando células ou áreas de negócios. Torna-se mais crítica a necessidade de contratar pessoal experiente, capaz de liderar e gerenciar as novas áreas de negócios. Superada essa fase, as empresas podem voltar a investir em games próprios, adequando a estratégia à nova capacitação gerencial e financeira obtida.

Os padrões de concorrência são influenciados pelas características estruturais do ambiente competitivo da empresa. Isso inclui o setor ou mercado de atuação e as características do sistema econômico como um todo. No plano setorial, é preciso avaliar o grau de concorrência e a rivalidade entre as empresas, o ritmo de inovações, as escalas típicas de produção e a natureza das vantagens

competitivas. Dentro de um setor costumam existir nichos de mercados em que a empresa pode se posicionar para fugir da concorrência das empresas líderes. Nos nichos, ela pode focar em grupos específicos de consumidores, como, por exemplo: classe de renda, grupos com necessidades especiais, região geográfica, faixa etária, nível de capacitação e escolaridade etc. Para cada um desses segmentos precisa haver uma adequação de produtos e preços.

Em relação ao ambiente econômico, é necessário avaliar tanto as condições conjunturais (taxa de juros, de câmbio, oportunidades sazonais etc.) como fatores mais institucionais, como a disponibilidade de infraestrutura, de recursos financeiros e humanos, o funcionamento do sistema jurídico, os incentivos e a política industrial, e demais características associadas ao ambiente macroeconômico e ao arcabouço institucional em que as empresas estão imersas. A competitividade é, portanto, função da adequação das estratégias das empresas individuais ao padrão de concorrência vigente no mercado específico. Em cada mercado vigora um dado padrão de concorrência definido a partir da interação entre as estruturas e as condutas dominantes no setor. São competitivas as firmas que, a cada instante, adotam estratégias competitivas mais adequadas ao padrão de concorrência setorial.

A formulação da estratégia depende de dois insumos principais: primeiro, da percepção das forças e fraquezas internas à firma em termos de capacitação técnica e produtiva.[2] Segundo, da análise do ambiente setorial, nacional e internacional, e de como as mudanças nesse ambiente podem afetar o espectro de ameaças e oportunidades enfrentadas pela empresa. A tecnologia permeia toda a organização, sendo aplicada não só ao desenvolvimento de produtos, mas também à produção, ao marketing e à logística de distribuição. A capacitação em cada uma dessas áreas pode influenciar a direção que a empresa vai assumir.

Necessidades de recursos produtivos ao longo do ciclo de vida do produto

Tomando por base o conceito de ciclo de vida, podemos sistematizar as necessidades de recursos em cada fase da vida de um produto. A Tabela 10.1 sumariza tais necessidades.

Tabela 10.1

Recursos críticos em cada fase do ciclo de vida do produto

Recurso/Fase	Inicial	Crescimento	Maduro
Capacitação crítica	Tecnologia de produto	Marketing, serviços, produtos e processos	Tecnologia de processos
RH crítico	Engenheiros, cientistas	Gerência	Mão de obra especializada
Estrutura da indústria	Entrada baseada em *know-how*	Fusões e aquisições	Concentrada
Necessidades de capital	Baixa	Alta	Alta
Poder de barganha dos compradores	Baixo (novidades comandam preços)	Alto (concorrência)	Médio/alto

Fonte: Freeman (1997).

Na fase *inicial*, quando o produto constitui uma novidade no mercado, as tecnologias mais críticas são relacionadas às características do produto em si. O mercado ainda não tem parâmetros objetivos de avaliação e compra as novidades em função do *design* ou de características técnicas diferenciadas. Os recursos

humanos mais críticos são cientistas e engenheiros com capacidade técnica para desenvolver os novos produtos. A estrutura da indústria ainda não está consolidada e as barreiras à entrada são definidas em função da capacitação tecnológica para desenvolver novos produtos. Nessa fase, as escalas de produção são baixas e as necessidades de investimentos em ativos fixos ainda não são críticas, o que permite a entrada de pequenas empresas no mercado. O poder de barganha dos compradores é baixo devido à falta de padrões dominantes e de experiência com o uso do produto.

Já na fase de *crescimento*, a consolidação de padrões desloca o foco no produto para outras funções, como propaganda e marketing, serviços ao cliente, preços e qualidade. Os recursos humanos críticos deixam de ser apenas o pessoal envolvido em P&D para se concentrar em gerentes capazes de coordenar eficientemente as operações para o crescimento. Os produtos ainda precisam de adaptações e melhorias, mas em intensidade menor do que na primeira fase. A estrutura da indústria começa se concentrar, pois a necessidade crescente de capital estrangula as empresas menores. Nessa fase, geralmente ocorrem fusões e aquisições de empresas, visando a proporcionar maiores escalas de produção. O poder de barganha dos clientes aumenta em função de seu aprendizado com o uso do produto e da existência de maior concorrência.

Por fim, na fase *madura* do produto, a tecnologia crítica passa a ser a capacitação em processos produtivos. A maior padronização dos produtos reduz o prêmio da diferenciação e exige baixos custos de produção. Os recursos humanos mais críticos nessa fase são os trabalhadores de chão de fábrica, pois a produção entra em uma fase de massificação em que as rotinas estão consolidadas e os salários passam ser um item importante de custos. É comum, nessa fase do ciclo de vida do produto, a transferência de atividades produtivas para países ou regiões menos desenvolvidas, onde os salários são mais baixos. A competição mais acirrada resulta na sobrevivência de poucas empresas, formando oligopólios diferenciados. As necessidades de capital se tornam ainda maiores, devido à grande demanda por investimentos em plantas industriais e/ou serviços, além de exigir uma estrutura mais complexa de comercialização. O poder de barganha dos clientes pode permanecer alto ou se reduzir em função da formação de oligopólios.

Conflitos entre as visões e metas dos diferentes setores da empresa

As estratégias e ações realizadas em diferentes áreas de uma empresa podem produzir conflitos com outras instâncias organizacionais. À medida que os fluxos de informação se tornam mais verticais, as empresas industriais muito hierarquizadas são justamente as que sofrem as maiores dificuldades em administrar os conflitos entre as diferentes áreas. Na Figura 10.1, mostramos os conflitos típicos enfrentados por uma empresa industrial nas quatro áreas de competências identificadas neste capítulo. Tais conflitos foram efetivamente observados pelo autor em empresas brasileiras e constituem um desafio à gestão eficiente da empresa como um todo. As diferentes áreas costumam priorizar seus próprios objetivos, tendo menor sensibilidade para os problemas que suas ações podem gerar para outros setores. A coordenação centralizada, realizada pela alta direção da empresa, tem a responsabilidade de harmonizar os diferentes objetivos. Entretanto, nem sempre as informações necessárias para uma decisão estão disponíveis. Em muitos casos, a maior ou menor influência que uma área exerce sobre a alta direção é crítica para o processo decisório, mas nem sempre beneficia a empresa como um todo.

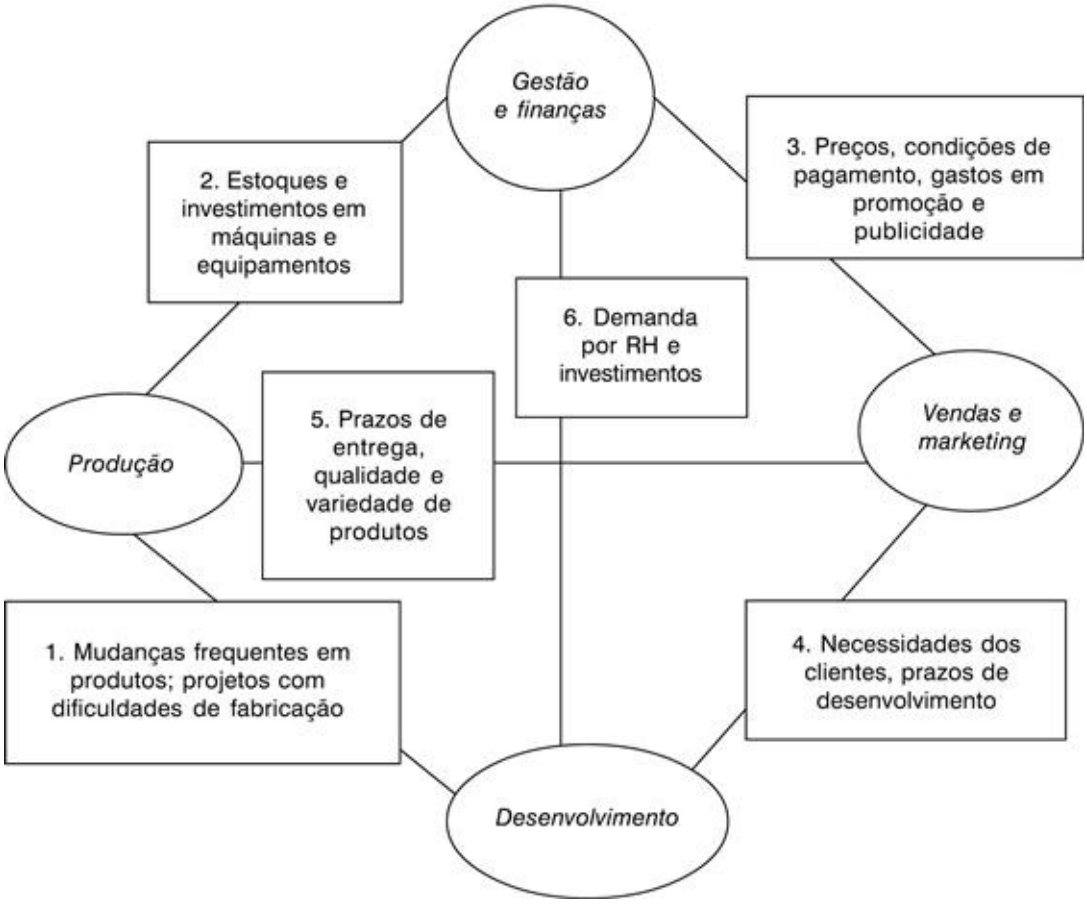


FIGURA 10.1 O diamante dos conflitos.

Caso 10.2

O ciclo de vida dos serviços de Internet no Brasil

Em 1996, quando a Internet foi aberta para aplicações comerciais no Brasil, os serviços de provisão de acesso pareciam um excelente negócio para empresários com boa formação em tecnologia da informação. O ativo crítico era a capacitação em informática e comunicações, pois o serviço exigia um esforço constante de adaptação. Em menos de dois anos, mais de 400 provedores de Internet foram criados no país, pois o capital

necessário para entrar no mercado era relativamente pequeno, limitando-se à compra de servidores e software. Os clientes não tinham uma referência precisa sobre suas necessidades e contratavam os serviços em função da confiança pessoal nos empreendedores. Tratava-se de “um início de maratona” em que muitos empreendedores testavam suas chances de chegar ao final da prova.

A partir do início da década de 2000, entretanto, o quadro mudou significativamente. O setor já havia entrado na fase de crescimento e a capacitação crítica passou a ser a capacidade de marketing e serviços ao cliente, privilegiando as marcas mais conhecidas. Nessa época, entram em cena os gigantes do mercado de comunicações (como o Yahoo!) e os prestadores de serviços de telecomunicações (como o Terra, vinculado à Telefônica). O processo de aquisição é intenso e o número de provedores atuantes cai para menos de 100. A necessidade de capital aumentou em função dos investimentos em serviços e maior conteúdo informacional. Os modelos de negócios passam a incluir os provedores gratuitos de serviços de Internet, como Hotmail, Yahoo! e IG. Nesse contexto, o serviço de provisão de acesso deixou de ser um negócio em si, passando a se subordinar às eventuais sinergias com outras áreas de negócios, tais como serviços de telecomunicações, propaganda e sites de comércio eletrônico. A capacidade gerencial para formular novas estratégias e modelos de negócios, administrar redes complexas de dados, divulgar e fechar parcerias com provedores de serviços complementares passou ser o ativo mais crítico em termos de recursos humanos. O poder de barganha dos usuários também aumentou, dada a agressividade comercial dos grandes provedores.

O mercado de Internet é, hoje, dominado por poucas empresas, vinculadas principalmente aos prestadores de serviços de telecomunicações, aos grandes portais com conteúdo temático e às empresas que exploram os diferentes nichos de mercado (profissional, de baixa renda etc.). Nesses mercados, as necessidades de capital serão maiores, devido às exigências de conteúdo e qualidade dos serviços. O poder de barganha dos

clientes, por outro lado, está diminuindo em função do menor número de fornecedores, da consolidação de modelos de negócios e do aprisionamento em endereços eletrônicos.

Relação 1: Conflitos Entre Desenvolvimento E Produção

O mundo ideal dos responsáveis pelo processo de produção é tipicamente fordista: produtos padronizados, que exigem poucas mudanças na preparação *(ou set up)* de máquinas; *design* simples para facilitar a fabricação e a montagem; e número limitado e estável de componentes para facilitar a gestão dos estoques. Esse ambiente estável permite que a produção seja planejada com maior antecedência, reduz a necessidade de controles complexos e de mudanças inesperadas na programação do trabalho.

Já os engenheiros da área de desenvolvimento tecnológico vêem as mudanças no produto como a essência de suas atividades. As dificuldades de fabricação costumam ser menosprezadas diante da prioridade conferida às características técnicas ou ao *design* diferenciado. Novos produtos costumam passar por inúmeras e inesperadas transformações induzidas por testes e respostas dos usuários, exigindo modificações de processo e estoques maiores e mais diversificados de partes e peças. Tais modificações atrapalham a rotina da área industrial, causando estresse e conflitos internos.

Há, portanto, um *trade-off* típico entre o projeto dos produtos e seus respectivos processos de fabricação. Quanto mais complexa e diversificada a linha de produtos, maiores serão as dificuldades e os custos de fabricação. Tal *trade-off* requer uma integração maior entre o projeto do produto e a definição dos processos. A ferramenta apropriada para isso é o CAD-CAM *(computer aided design and manufacturing)*, que permite que os produtos sejam projetados levando-se em conta a facilidade de fabricação. O sistema simula o processo de montagem de um novo produto, identificando as dificuldades potenciais e os problemas associados à qualidade. Assim, os produtos podem ser projetados combinando uma variedade de modelos e versões, excelência técnica e facilidade de produção. A criação de equipes multifuncionais para o desenvolvimento de inovações é outra linha de solução organizacional para o

problema de coordenação (ver Capítulo 11).

Relação 2: Conflitos Entre As Áreas De Produção E Finanças

Os conflitos entre essas duas áreas estão relacionados principalmente à demanda de capital para formação de estoques de componentes e produtos em processo. A meta hipotética de “estoque zero” do *just in time* (ver Capítulo 11) é o sonho de qualquer diretor financeiro, pois reduz ao mínimo a necessidade de capital de giro. Diante das altas taxas de juros praticadas no Brasil, uma menor demanda por capital de giro resulta em uma redução importante das despesas financeiras. Em uma empresa manufatureira, os estoques de componentes, produtos em processo e produtos finais chegam a constituir o principal item de custos, principalmente em indústrias dedicadas à montagem de produtos de alto valor agregado. A aceleração do ciclo produtivo, o aumento da frequência das entregas de suprimentos, o controle da qualidade total e a obtenção de maiores prazos de entrega aos clientes de produtos são os elementos que asseguram a redução da necessidade de capital de giro.

Por outro lado, para os gerentes de manufatura, a existência de estoques de segurança representa um alívio para as tensões inerentes ao processo de montagem. Começando pela compra de insumos, os fornecedores nem sempre cumprem os prazos prometidos. Quando os componentes são testados na recepção, parte do lote é devolvida por não aderir às especificações ou apresentar problemas de qualidade. A solução mais fácil para esses problemas é fazer encomendas acima das necessidades reais, visando a garantir os suprimentos necessários para produzir. A falta de determinados componentes pode prejudicar todo o processo produtivo e contribuir para a formação de estoques intermediários. Não é incomum montadoras manterem pátios cheios de veículos semiacabados aguardando um componente em falta no mercado. A formação de estoques de segurança é um paliativo para esse problema, mas não uma solução, pois implica maior necessidade de capital de giro. A solução efetiva está no trabalho cooperativo com os fornecedores, procurando capacitá-los para fornecer com qualidade apenas a tempo de serem utilizados na linha de produção.

A formação de estoques intermediários deriva principalmente de problemas de qualidade, seja nos insumos, nos produtos em processo ou nas máquinas e equipamentos. Para solucionar problemas de qualidade dos insumos, foi

desenvolvido o conceito de *qualidade assegurada*, em que todos os testes realizados pela montadora na recepção são realizados pelo fornecedor antes da expedição, poupando tempo e custos de transportes.

Já no interior da fábrica, a quebra de uma máquina resulta no engargala-mento do processo, formando ilhas de estoques intermediários a montante do fluxo produtivo. A solução cara é ter máquinas e peças sobressalentes, exigindo investimentos. Alternativamente, deve-se investir na manutenção preventiva e no treinamento dos operadores para detectar problemas operacionais nos equipamentos antes que ocorra uma parada. Nas manufaturas japonesas, parar toda a linha de produção preventivamente constitui uma prática comum, pois evita a formação de estoques intermediários. Elas consideram que é melhor manter trabalhadores ociosos do que estoques ociosos, que têm custo relativo maior. O importante é assegurar que o processo flua de forma equilibrada, sem formar estoques. Os problemas de qualidade detectados ao longo do processo também contribuem para o aumento dos estoques intermediários. Quanto mais cedo for detectado um problema, melhor, pois o produto em processo terá uma menor quantidade de componentes e trabalho incorporados.

Relação 3: Conflitos Entre Finanças E Marketing

O preço de venda e as condições de pagamento são decisões críticas em qualquer empresa. A rentabilidade depende das margens obtidas pela diferença entre os custos de produção e o mi*: de preços. Quanto maior for o preço de venda e menor for o prazo de pagamento, melhor para a saúde financeira da empresa. Para a área de vendas, entretanto, quanto mais flexibilidade os vendedores tiverem para conceder descontos e dilatar prazos de pagamento, mais fácil será a conquista do cliente. Em muitas empresas, vendedores trabalham sob regime de comissão e pressionam seus superiores para oferecer maiores vantagens que os concorrentes. A formação de preços depende de vários fatores, incluindo custos, práticas adotadas no mercado e estratégias das empresas. Em alguns casos, a empresa precisa sacrificar as margens de lucro em curto prazo para aumentar sua participação no mercado e aumentar a escala produtiva.

O conflito entre a área financeira e a de vendas inclui os critérios adotados para a classificação de maus pagadores. Os vendedores, principalmente quando remunerados à base de comissão, costumam ser mais flexíveis com compradores inadimplentes do que a área financeira. Algumas vezes o não pagamento de uma fatura é resultado de maus serviços prestados ou produtos entregues fora das

especificações. Assim, os vendedores procuram defender os clientes transferindo a responsabilidade do problema para outras áreas da empresa. Para os responsáveis pela cobrança, por sua vez, isso pode ser fonte de dores de cabeça, pois os procedimentos nem sempre são claros. Endurecer com o cliente pode representar a perda de mercado, enquanto uma política de cobrança frouxa pode causar prejuízo financeiro. A solução para o problema está na maior integração das diferentes áreas da empresa na relação com o cliente. Por exemplo, nomear um "gerente de conta" responsável por toda a relação entre a empresa e o cliente, com autoridade para acionar as áreas internas quando for necessário.

Uma outra área de conflitos é a formação de estoques finais. Compradores não gostam de esperar e dão preferência para quem possa entregar imediatamente. Assim, a situação ideal para a área de vendas é ter variedade e quantidade de produtos estocados para pronta entrega. Para a área financeira, em contraste, estoques de produtos finais representam custos de capital de giro. O *just in time* (JIT), como veremos adiante, é a solução sonhada pelo executivo financeiro, mas, para os responsáveis pela fabricação e vendas, o JIT está mais próximo de um pesadelo. A capacidade de prever rapidamente as variações na demanda constitui um ativo crítico para a solução desse problema, e as tecnologias da informação e da comunicação contam com ferramentas apropriadas para isso, a exemplo do CRM (ver Capítulo 13).

Relação 4: Conflitos Entre Marketing E Desenvolvimento

Os conflitos entre as pessoas que projetam produtos e aquelas que têm a responsabilidade de vendê-los no mercado são típicos de muitas empresas. As empresas dominadas por uma "cultura técnica" tendem a projetar produtos que enfatizam o desempenho e determinadas características valorizadas por usuários avançados. Por outro lado, as empresas que têm uma "cultura mercadológica" tendem a valorizar mais as necessidades dos clientes. O segundo tipo costuma ter mais sucesso econômico, a não ser em nichos de mercado dominados pela cultura técnica. Por exemplo, os equipamentos da HP têm a fama de serem "queridos dos engenheiros", apresentando funções e recursos avançados que são pouco valorizadas por usuários menos sofisticados. Mas, de uma forma geral, o mercado deve ser a inspiração maior dos responsáveis pelo desenvolvimento de produtos, como mostra o Caso 10.3.

Caso 10.3

Automação e Imperialismo

Privatização e mudanças estratégicas

A Embratel pode ser tomada como exemplo de mudança de foco da engenharia para o mercado em função de sua privatização. Quando estatal, a empresa valorizava muito a excelência de seus quadros técnicos e atribuía a eles a responsabilidade de iniciar o desenvolvimento de novos produtos. A empresa não contava com uma diretoria comercial, pois a condição de monopolista em serviços de telecomunicações de longa distância dispensava uma preocupação maior com a venda dos serviços. Tal estratégia permitiu que a empresa se destacasse no cenário tecnológico, através de inovações criativas na transmissão de voz e dados via satélite, redes de micro-ondas e cabos óticos. A Embratel foi pioneira na introdução de redes públicas de comunicação entre microcomputadores, através do projeto Ciranda, um precursor da Internet. Por outro lado, os usuários se ressentiam de uma adequação maior dos serviços a suas necessidades e orçamentos. Com a privatização e o advento da concorrência em serviços de comunicação de dados e de longa distância, o poder interno na empresa se inverteu. A área comercial cresceu e ganhou a responsabilidade de definir novos produtos, enquanto a área técnica passou a se subordinar a suas exigências. Este exemplo mostra como o dilema *technology-push versus demand-pull* como indutor da inovação no âmbito microeconômico é solucionado através da definição de estratégias empresariais.

Outro conflito típico entre as duas áreas é a velocidade de desenvolvimento e lançamento de novos produtos no mercado. Para a área comercial, chegar rapidamente ao mercado é uma condição essencial para o sucesso de uma inovação. Antecipar-se aos concorrentes permite praticar melhores preços e obter maior poder de barganha junto aos clientes. Já para a área de

desenvolvimento, cronogramas muito apertados são considerados prejudiciais à qualidade do projeto. Os engenheiros precisam de tempo para testar e introduzir modificações técnicas de forma a aprimorar o projeto. Mesmo em grandes empresas é frequente o anúncio do adiamento do lançamento de novos produtos e versões. Em alguns casos, o anúncio de um novo produto é uma estratégia de marketing adotada por grandes empresas para induzir clientes a esperar um pouco mais para tomar sua decisão de compra. Dessa forma, a empresa procura neutralizar o impacto de inovações lançadas por concorrentes avisando ao mercado que terá um produto melhor em futuro próximo. Tais anúncios, entretanto, nem sempre são respaldados pela área de desenvolvimento, que precisa de mais tempo do que o anunciado para consolidar novos produtos e versões.

Relação 5: Conflitos Entre Marketing E Produção

O aumento da variedade de modelos e a flexibilidade para atender necessidades específicas de cada cliente constituem um dos vetores da competição desde que a General Motors desafiou a Ford oferecendo alternativas ao “Modelo T preto” nos anos 20. Mais recentemente, os japoneses surpreenderam o mundo oferecendo centenas de novos modelos de motocicletas a cada ano, superando os tradicionais concorrentes na criação de novos nichos de mercado.

Os conflitos entre as áreas de marketing e produção surgem na medida em que a força de vendas quer satisfazer as necessidades específicas dos clientes, ao passo que, para a área industrial, isso representa um ônus maior para a fabricação, devido à necessidade de estocar uma variedade maior de componentes e de produzir em lotes menores. Existe um *trade-off* entre customização e preços baixos que deve ser solucionado à luz da estratégia competitiva de cada empresa. Caso a empresa adote uma estratégia genérica de baixos custos, terá de sacrificar o escopo da variedade oferecida aos clientes. Por outro lado, caso a estratégia se oriente para o atendimento especializado, procurando nichos específicos, a produção terá de ser organizada para atender à demanda diferenciada, mesmo com maiores custos.

Outro conflito que emerge frequentemente entre as áreas de produção e marketing são os prazos de entrega. Clientes geralmente querem entrega imediata, o que, para o fornecedor, implica a manutenção de estoques de produtos finais ou muita rapidez no processo de produção e na logística de

distribuição. As boas práticas de produção requerem um tempo de produção (*lead time)* reduzido e, para isso, a empresa precisa estar muito bem preparada. O princípio teórico do *just in time* aponta para uma solução desse conflito ao propor que “não se produza nada sem que tenha sido vendido e que ao vender se produza o mais rápido possível”. Naturalmente, alguma flexibilidade precisa existir para atender aos clientes mais apressados, pois a falta de disponibilidade do produto pode resultar na perda da venda para concorrentes. A decisão sobre os níveis de estoque e a rapidez na entrega precisa ser ajustada em função da disponibilidade de capital de giro e da resposta da estrutura logística.

Relação 6: Conflitos Entre Desenvolvimento E Finanças

Os investimentos em P&D geralmente são arriscados, custosos e demandam um prazo relativamente longo para proporcionar retorno. A viabilidade dos projetos e a produtividade do pessoal envolvido em atividades de desenvolvimento nem sempre podem ser avaliados por critérios convencionais. Consequentemente, as demandas por recursos humanos e materiais da área de P&D nem sempre são priorizadas pela área financeira. Empresas em dificuldades financeiras costumam descontinuar investimentos de longo prazo, priorizando a aplicação dos recursos disponíveis em operações que possam gerar caixa em curto prazo. Os investimentos em P&D, por serem incertos e de retorno lento, costumam ser os primeiros a serem sacrificados em épocas de crise.

A demanda por recursos para P&D varia em função da fase do ciclo de vida dos produtos e do escopo da produção. Por exemplo, uma empresa nova que ainda não tenha produtos consolidados no mercado necessita investir em P&D, relativamente ao seu faturamento, muito mais do que uma empresa mais antiga que disponha de uma linha de produtos consolidada. Quanto investir em P&D é uma decisão estratégica que geralmente divide engenheiros e administradores.

Resumo

As opções estratégicas precisam estar concatenadas com a capacitação e os recursos detidos pelas empresas. Isso inclui recursos financeiros, materiais e humanos, além de ativos intangíveis, como informações, marcas e patentes. As demandas por recursos e capacitações são dinâmicas e a empresa precisa prever o tempo de maturação exigido por cada estratégia. A formulação da estratégia depende da percepção das forças e fraquezas internas à firma e da análise do ambiente setorial, nacional e internacional e de como as mudanças nesse ambiente podem afetar o espectro de ameaças e oportunidades enfrentadas pela empresa.

Utilizando o conceito de ciclo de vida, podemos identificar três fases distintas que apresentam diferentes demandas por recursos. Na fase *inicial*, o produto constitui uma novidade no mercado e a tecnologia crítica está relacionada à capacidade de desenvolvimento de produtos originais. Os recursos humanos mais críticos são cientistas e engenheiros, a estrutura da indústria ainda não está consolidada, as escalas de produção são baixas e as barreiras à entrada estão associadas à capacitação tecnológica. O poder de barganha dos compradores é baixo devido à falta de padrões dominantes e de experiência com o uso do produto.

Já na fase de *crescimento*, as capacitações mais relevantes são aquelas que permitem produzir com qualidade e preços baixos. Os recursos humanos críticos são gerentes capazes de coordenar eficientemente as operações para o crescimento. A estrutura da indústria começa a se concentrar e o poder de barganha dos clientes aumenta. Na fase *madura* do produto, a tecnologia crítica passa a ser a capacitação em processos produtivos, pois a maior padronização reduz o prêmio da diferenciação e exige baixos custos de produção. Os recursos humanos mais críticos são os trabalhadores de chão de fábrica, pois a produção entra em uma fase de massificação em que as rotinas estão consolidadas e os salários passam ser um item importante de custos. As necessidades de capital se tornam ainda maiores, devido à grande demanda por investimentos em plantas industriais, além de exigir uma estrutura mais complexa de comercialização e prestação de serviços ao cliente. O poder de barganha dos clientes pode permanecer alto ou se reduzir em função da formação de oligopólios.

As quatro áreas básicas de capacitação de uma empresa industrial são: desenvolvimento, produção, marketing e gestão. Cada uma se defronta com

rotinas e objetivos próprios, que podem ser conflitantes entre si. A tarefa de coordenar e harmonizar tais conflitos é tradicionalmente exercida pela alta administração por meio de uma coordenação hierarquizada, mas existem novas formas de organização mais horizontais e flexíveis, que oferecem maior autonomia às áreas-fins, como veremos no próximo capítulo.

[1] No trabalho original de Ferraz *et al*, a quarta área de capacitação é a gestão de recursos humanos. Entretanto, os próprios autores concluíram posteriormente que marketing seria uma área melhor definida, já que o RH estaria inserido na área de gestão.

[2] O modelo de análise de forças e fraquezas é conhecido como SWOT: *strengths, weakneses, opportunities and threats.*

CAPÍTULO 11

Inovações organizacionais

Desde o tempo de Adam Smith, a busca pelo aperfeiçoamento das formas tradicionais de realizar tarefas produtivas, por meio da observação e da experiência, é vista como a mais importante fonte da produtividade da indústria. No início do século XX, Taylor deu um caráter mais científico às inovações organizacionais permitindo o desenvolvimento da linha de montagem. Neste capítulo, discutiremos as mudanças na organização da produção de bens e serviços desencadeados a partir do ultimo quartil do século, quando os mercados começaram a se tornar mais exigentes em relação à diferenciação e à qualidade dos produtos e serviços. As organizações passaram a ter maior orientação para os consumidores e a dar mais atenção às necessidades específicas de diferentes segmentos do mercado. Em consequência, vem ocorrendo uma ampla reformulação dos processos de negócios de forma a acelerar o fluxo produtivo, reduzir custos e inovar.

Destacamos, por sua importância para a competitividade industrial, cinco inovações organizacionais que vêm se difundindo em resposta aos desafios competitivos enfrentados pelas empresas contemporâneas. A primeira se refere ao sistema *just in time*, uma técnica que evita a ociosidade dos insumos materiais e permite grandes economias de tempo e capital de giro. Em segundo lugar, focamos no controle da qualidade total (CQT), que desde os anos 80 vem sendo amplamente difundido no Brasil. A terceira inovação apresentada é a reengenharia de processos de negócios (BPR), vista como uma tendência mais radical de mudança organizacional associada ao uso das tecnologias da informação e da comunicação. Em quarto, são abordadas as novas formas de organização do trabalho e seus impactos nas qualificações profissionais. A quinta inovação organizacional apresentada está relacionada à formação de células de produção. Dada a grande abrangência desses temas, vamos nos limitar a descrever os traços mais distintivos dessas inovações e seus impactos, entendendo que tais temas constituem disciplinas especializadas que precisam ser aprofundadas por meio de leituras complementares.

Inovação tecnológica e mudanças organizacionais

A simples introdução de uma nova tecnologia, desacompanhada de um esforço deliberado de adaptação, não é suficiente para conferir competitividade a uma organização. A tecnologia precisa, por um lado, ser ajustada ao contexto específico em que será aplicada. Por outro, as próprias empresas precisam mudar sua forma de organização para incorporar com sucesso as oportunidades de inovação. As mudanças organizacionais costumam ser mais difíceis de implementar do que as mudanças tecnológicas, pois requerem alterações em processos de negócios, mudanças nas cadeias hierárquicas de comando e controle, novas formas de acesso a informações e reformulação em rotinas e estruturas de poder cristalizadas nas empresas ao longo dos anos. Quanto mais rígida a estrutura da organização, mais difícil se torna a introdução de mudanças organizacionais. Geralmente, empresas ou plantas industriais novas conseguem tirar melhor proveito de uma inovação do que outras mais antigas, pois criam desde o início as condições organizacionais adequadas para incorporá-la. As empresas organizadas de forma mais tradicional, em contraste, acabam tendo de passar por um processo de "desaprendizado" para substituir as práticas organizacionais obsoletas.

A relação entre tecnologias "*hard*" (máquinas e equipamentos) e "*soft*" (práticas organizacionais) vem se estreitando com o uso de tecnologias da informação e da comunicação. Mudanças organizacionais, como *just in time* e controle de qualidade total, foram introduzidas a partir dos anos 70 e 80 sem a utilização das TIC. Hoje, porém, as tecnologias se encontram mais integradas diante do maior desenvolvimento do acesso à informação. As TIC permitem aperfeiçoar as inovações organizacionais de forma a responder às crescentes pressões competitivas, a exemplo da globalização dos mercados, da necessidade de operar em tempo real, da maior orientação para as demandas específicas dos clientes, da necessidade de inovar em produtos e processos, de cumprir novas exigências éticas e ambientais, de melhorar a qualidade de produtos e serviços, de integrar a logística de suprimentos e de introduzir novas formas de organização do trabalho.

A reorganização dos processos de negócios constitui uma importante ferramenta competitiva, pois potencializa as oportunidades abertas pelas

“tecnologias duras” incorporadas em máquinas e equipamentos. As inovações organizacionais permitem diferenciar uma empresa de outra, aumentando a qualidade e a produtividade. Geralmente, tais inovações são menos passíveis de apropriação exclusiva por meio de patentes e segredo industrial, o que faz com que sejam, pelo menos em tese, mais facilmente imitadas do que as inovações em produtos.[1] A organização de uma empresa tem muitos aspectos tácitos, a exemplo da cultura organizacional, que são construídos informalmente. Assim, mudanças tecnológicas precisam ser experimentadas e adaptadas às características *sociotécnicas* de cada organização. Muitas técnicas desenvolvidas com sucesso em determinadas empresas, regiões ou países não conseguem produzir o mesmo resultado quando aplicadas em outros contextos em função de diferenças culturais.

As novas formas de organização dos processos dependem em alto grau do setor da atividade econômica. As indústrias de fluxo contínuo, devido às características dos equipamentos, costumam incorporar funções organizacionais em seu projeto básico, ao passo que as indústrias de montagem dependem da interação humana para estabelecer melhores formas de organizar a produção. Isso explica por que as empresas pioneiras em inovações organizacionais geralmente são montadoras de bens de consumo de massa, como automóveis e eletrodomésticos.

Analisando as competências para inovar na indústria petroquímica brasileira, Alves, Bomtempo e Coutinho (2005) verificaram que as empresas brasileiras do ramo atingiram um bom nível tecnológico, mas são deficientes em termos de competências organizacionais. Faltam à indústria justamente as competências necessárias para construir seu futuro, por meio da gestão do conhecimento. Em outras palavras, os técnicos estão capacitados para compreender e aperfeiçoar os processos industriais, mas ainda carecem de habilidades para aproveitar melhor o potencial humano existente para inovar.

O sistema *just in time* (JIT)

O JIT foi desenvolvido diante da necessidade de reduzir custos de produção por meio da eliminação do excesso e do desperdício em todas as etapas do processo produtivo. Seu principal objetivo é fabricar e entregar produtos “apenas a tempo” de serem vendidos e comprar os componentes apenas a tempo de serem fabricados. O JIT constitui uma técnica importante para facilitar a customização da produção, pois permite ao mesmo tempo a individualização do produto e o aumento da velocidade do ciclo de produção.

Considerado uma das grandes inovações organizacionais japonesas, o JIT é, hoje, bastante difundido na indústria global. Foi introduzido por Taichi Ono, engenheiro-chefe da Toyota, com base em suas observações sobre o funcionamento dos supermercados, onde “só se pega aquilo de que se precisa”. Funciona tanto dentro da empresa (JIT interno) quanto fora da empresa (JIT externo), integrando clientes e fornecedores em diferentes etapas da cadeia produtiva. Mais do que uma simples técnica, o JIT é uma filosofia de trabalho para evitar tudo aquilo que adiciona custos e não valor. Vários métodos e ferramentas são combinados visando a combater o excesso, o desperdício e a irregularidade.

A empresa industrial tradicional geralmente opera “em crise”, lidando com os problemas à medida que eles aparecem. Os estoques, sejam eles de componentes, produtos em processo ou produtos finais, são administrados de forma circunstancial e não há intenção permanente de reduzi-los, pois ajudam a encobrir problemas de produção. O JIT força o aparecimento de problemas escondidos atrás de estoques excessivos, oferecendo uma solução mais estrutural. Segundo Schomberger (1984), existem sete áreas de desperdícios na produção:

1. **Superprodução:** consiste em produzir mais do que o necessário para atender a uma ordem de produção ou fase do processo produtivo. A superprodução é uma forma de encobrir problemas de qualidade, manutenção, comunicação ou deficiências dos fornecedores. Por exemplo, uma indústria de confecção sabe que pelo menos 10% de suas peças são rejeitadas pelos clientes por problemas de qualidade e contorna o problema produzindo 10% a mais. Sabe, ainda, que seus fornecedores de materiais costumeiramente não cumprem os prazos de entregas e, para evitar a falta de matérias-primas, mantêm um estoque de segurança. Tais medidas implicam a necessidade de

aumentar o capital de giro.

2. **Tempo de espera:** ocorre quando partes ou produtos aguardam a próxima operação, máquinas e operadores aguardam o suporte técnico, ou produtos acabados esperam para serem transportados ou vendidos. Esse tempo perdido é resultado de fluxos ineficientes. As economias de velocidade facilitadas pelo JIT permitem não apenas eliminar tempos mortos, mas também atender mais rapidamente às necessidades dos clientes.
3. **Transporte:** partes e produtos se movem mais do que o necessário em função de *layout* deficiente, da distância entre unidades produtivas complementares ou pela prática de armazenamento temporário de produtos em processo. O JIT procura solucionar tais problemas melhorando fluxos informacionais e produtivos, reunindo produtores em *clusters* (a exemplo da Toyota City, que agrega os principais fornecedores da montadora de automóveis em um único local).
4. **Desperdícios no processo:** processos deficientes geram rejeitos, aparas, resíduos etc. Tais desperdícios refletem problemas de manutenção ou *design* do produto inadequado ao processo de montagem.
5. **Estoques:** considerados o maior item de desperdício, resultam da superprodução ou de compras excessivas, feitas para aproveitar preços baixos, oferecer segurança ao processo produtivo ou devido a uma linha de produtos muito diversificada. O problema dos estoques altos é que exigem áreas de armazenagem, imobilizam capitais e estão sujeitos à perecibilidade física e tecnológica.
6. **Qualidade:** os erros e defeitos levam ao desperdício na forma de material, tempo perdido em retrabalho, estoques de segurança para cobrir falhas etc. Para Juran, deve-se buscar “fazer certo da primeira vez”.
7. **Movimento:** um dos princípios fordistas de produtividade é não deixar máquinas e trabalhadores parados. Entretanto, manter máquinas operando não significa necessariamente maior produtividade, pois, na maioria das empresas manufatureiras, os custos das matérias-primas e componentes costumam ser maiores do que os custos diretos de mão de obra. Assim, diante de uma queda eventual nas encomendas, é preferível deixar trabalhadores parados a manter estoques ociosos.

Problemas de qualidade costumam ser encobertos por estoques excessivos. Em vez de resolver os problemas com fornecedores, compra-se a mais para evitar a falta de matéria-prima. A falta de qualidade, representada por rejeitos da produção final, é compensada por uma produção maior, que garante um “lote

bom” para a entrega. A quebra frequente de máquinas é contornada por estoques de segurança de produtos semiacabados, em vez de se adotar a manutenção preventiva. A comunicação deficiente é combatida por estoques emergenciais, em vez de ser solucionada por meio da melhoria dos sistemas de informação. Ao propor a eliminação dos estoques, o JIT evidencia os problemas, obrigando a empresa a enfrentá-los. Mas como é possível reverter esse quadro?

O primeiro passo é inverter o fluxo produtivo, deixando de “empurrar” a produção ao longo de uma linha. No JIT, a ideia é “puxar” o fluxo produtivo a partir das necessidades da demanda. A produção só começa quando o cliente encaminha seu pedido. Tal processo só é possível quando a área de produção tem capacidade e confiabilidade para responder rapidamente aos pedidos. O *lead time,* ou seja, o tempo necessário para fabricar um produto ou serviço precisa ser adequado às necessidades dos clientes.

O passo seguinte consiste em reduzir o tamanho dos lotes de produção. As teorias convencionais de engenharia de produção adotam o conceito de “lote ótimo”, definido com base em cálculos sobre os custos de *set up*. O JIT abandona esse cálculo ao propor que, por princípio, o lote ótimo será sempre o unitário. Ao fabricar apenas um produto de cada vez, produz-se apenas o que for efetivamente vendido. Cabe esclarecer que o lote unitário representa uma meta ideal, a exemplo do “estoque zero”. Entretanto, o princípio fornece uma diretriz objetiva, indicando que o fluxo produtivo deve ser o mais fluido e linear possível.

Uma planta ágil e flexível que permita a fluidez dos processos requer que: (i) as máquinas sejam ajustadas rapidamente para passar de um produto a outro (set up); (ii) o acesso a materiais seja garantido sem estoques excessivos; (iii) equipamentos, ferramentas e pessoal estejam disponíveis na hora certa em quantidade suficiente para responder rapidamente às necessidades da demanda; e (iv) a qualidade seja assegurada de forma a evitar retrabalhos e paradas de emergência.

Um terceiro passo é identificar e solucionar problemas sistematicamente. Nesse processo, é adotada a técnica “kaizen” (melhoramentos contínuos), utilizando o controle de qualidade total. Os problemas de qualidade devem ser assumidos por todos, evitando assim que as responsabilidades sejam passadas adiante. Isso implica que o controle de qualidade seja feito pelos próprios operadores, em vez de constituir uma função específica. A resolução dos problemas requer a participação e a mobilização dos trabalhadores por meio de sugestões, círculos de controle de qualidade e treinamento sistemático. Ao

contrário do que Taylor pensava, os engenheiros e especialistas não têm o monopólio das boas ideias, pois sugestões oferecidas por operários podem constituir uma importante fonte de melhoria da qualidade e de inovações incrementais.

A introdução do JIT se apoia em diversas técnicas complementares que vêm sendo desenvolvidas há várias décadas. Alguns autores chegam a enumerar mais de 60 técnicas diferentes que visam a tornar a produção mais enxuta de forma a suportar uma operação em *just in time*. Tais técnicas eram inicialmente simples, mas vêm sendo sofisticadas com o melhoramento das TIC. O *kambam*, cartão utilizado para disciplinar a solicitação de material através da linha de produção e dar baixa nos estoques, que até pouco tempo era sinônimo de JIT, vem sendo substituído pelo código de barras e sistemas de radio-frequência interligados a sistemas de planejamento da produção do tipo ERP *(enterprise resource planning)*. O ERP é um pacote de software que permite automatizar e integrar a maioria de seus processos de negócios, compartilhar práticas e dados comuns a toda a empresa.

O JIT externo consiste em aumentar a frequência de entregas visando a reduzir os estoques das empresas que atuam a jusante da cadeia produtiva. Geralmente funciona sob a coordenação hierárquica de uma grande empresa montadora. O JIT externo utiliza intensamente a Internet visando a coordenar as atividades produtivas e logísticas de uma rede de empresas, como mostra o Caso 11.1.

Caso 11.1

Inovações organizacionais na Dell Computers

"O sistema de comercialização da Dell Computers permite que o cliente compre pelo telefone ou pela Internet, configurando o computador da forma que desejar. A empresa fabrica a maioria dos computadores somente após terem sido vendidos, utilizando o sistema *just in time* para aumentar a velocidade do ciclo de produção e reduzir estoques. Os principais fornecedores mantêm depósitos localizados a menos de 15 minutos das fábricas da Dell, visando a atender rapidamente as necessidades de

produção. As entregas ao cliente são feitas por empresas de correio expresso que permitem que os clientes monitorem pela Internet todo o processo de transporte e entrega.

Além de competir em variedade e preço, a Dell usa a velocidade de produção e entrega para diferenciar o serviço de seus concorrentes. Pedidos de equipamentos customizados de clientes nos Estados Unidos, encaminhados pela Internet em dias úteis, são colocados no caminhão de entrega no dia seguinte. Meia hora depois da confirmação do pedido, calcula-se quais peças serão necessárias e estas são enviadas à linha de montagem da fábrica. Para isso, a cadeia de suprimentos é gerida de forma integrada, utilizando várias tecnologias da informação, incluindo e-mail, videoconferência, compras eletrônicas, *web call center*, intranet e extranet. Os sistemas permitem o intercâmbio de informações em tempo real ao longo da cadeia produtiva e logística reunindo desde o fabricante de chips até o cliente final. A redução do tempo do ciclo produtivo permite uma diminuição substancial nos custos de logística e produção. A parte mais demorada do processo produtivo (45 minutos) é instalar os programas e o sistema operacional do computador. Os engenheiros pesquisam formas para acelerar o processo através de tecnologias sem fio, que permitirão carregar os programas enquanto os PCs ainda estiverem deslizando na linha de montagem.”

Fonte: Valor, 20/8/05, p. B2.

Melhoramentos contínuos: o controle da qualidade total

As técnicas voltadas para melhoramentos contínuos na qualidade e na produtividade, agrupadas nos chamados sistemas de controle da qualidade total (CQT), são provavelmente as inovações organizacionais mais populares entre as empresas brasileiras. Desde a década de 1980, quando foi identificado como um dos pilares do aumento da competitividade japonesa, o CQT vem se difundindo não apenas como técnica organizacional, mas principalmente como uma "filosofia" de gestão para melhorar a qualidade sempre que possível. Por ser objeto de certificação (através da ISO da série 9000), a qualidade também constitui uma ferramenta de marketing, explicitando aos clientes e parceiros que a empresa adota as melhores práticas disponíveis para assegurar a qualidade de seus processos. A qualidade constitui, depois da redução de custos, a principal melhoria perseguida pela indústria.

Apesar de o Japão ter sido pioneiro na implantação do CQT, os "gurus" da qualidade são quase todos norte-americanos que encontraram naquele país a receptividade necessária para implantar suas ideias. Enfrentando historicamente carências de espaço físico, energia e matérias-primas, não causa surpresa o interesse particular dos japoneses por técnicas que combatam o excesso e o desperdício. Como define Tagushi, um produto de qualidade é aquele que desempenha sua função sem variabilidade e que causa poucas perdas à sociedade no momento em que o produto é fabricado.

O principal foco dos sistemas de qualidade é a adequação ao uso e a satisfação dos clientes. Para Deming, que empresta seu nome ao principal prêmio japonês no ramo, "qualidade é atender continuamente as necessidade dos clientes a um preço que eles estejam dispostos a pagar". Feigenbaum afirma que ela "é o conjunto de características do produto, tanto de engenharia quanto de fabricação, que determinam o grau de satisfação do consumidor". Já Crosby a define como a "conformidade com especificações atribuídas ao produto". Em suma, produz-se com qualidade e com menor custo quando se valorizam as necessidades do cliente (Benakouche e Santa-maria,1997:12).

Dentre as inúmeras técnicas utilizadas pelo CQT, destacamos o controle estatístico de processos (CEP), por sua ampla aplicabilidade. O CEP permite monitorar, quantificar e analisar os problemas de qualidade ao longo da cadeia

produtiva. Utiliza técnicas estatísticas, como amostragem, histogramas, diagrama de Pareto, diagrama de causa e efeito, estratificação, gráficos de controle e diagramas de correlação. Através do CEP, é possível identificar, diagnosticar e promover ações corretivas para eliminar defeitos. Os indicadores estatísticos de qualidade devem estar sempre visíveis para que trabalhadores, fornecedores e clientes acompanhem os resultados dos esforços para a melhoria da qualidade.

Uma das vantagens mais flagrantes dos sistemas de CQT é ter seus resultados explicitados em indicadores objetivos que permitem avaliar avanços e retrocessos na qualidade dos processos. Dentre os indicadores mais utilizados, segundo Benakouche e Santamaria (1997), destacam-se:

- Custos de operação e produção.
- Percentual de erros ou rejeições.
- Volume de produção livre de erros.
- Produção por metro quadrado.
- Participação do produto no mercado.
- Percentual de clientes perdidos.
- Percentual de reclamações e devoluções.
- Redução do ciclo de produção.
- *Turnover* e absentismo dos empregados.

Células de produção

À medida que os sistemas produtivos se tornam mais complexos e interdependentes, a flexibilidade da organização do trabalho assume crescente importância para a produtividade. A necessidade de dar respostas rápidas a novos problemas deu origem a esquemas mais flexíveis de organização do trabalho que permitem um maior grau de autonomia local e de auto-organização. Há um crescente interesse em novas tecnologias e trabalho em grupo e células de produção que ofereçam maior autonomia para reorganizar funções. As células podem incorporar diferentes especialistas, tradicionalmente organizados por funções, a exemplo de técnicos em manutenção, qualidade e projetos em uma única unidade produtiva, visando a reduzir a burocracia e facilitar a integração de diferentes habilidades para o cumprimento de objetivos.

Aplicada à manufatura, o princípio da organização celular descarta a tradicional organização funcional da produção, na qual se agrupam máquinas de acordo com a função que exercem. A nova tendência é reuni-las de acordo com os produtos ou famílias de peças. Por exemplo, em vez de colocar juntos os equipamentos do mesmo tipo (prensas, furadeiras, equipamentos de soldagem etc.), as máquinas são agrupadas em minifábricas visando à fabricação de linhas de produtos, peças ou subconjuntos similares. Com isso, obtem-se: (i) melhor qualidade; (ii) redução do ciclo de produção e do movimento dos materiais, uma vez que as máquinas estão dispostas a uma pequena distância entre elas; (iii) redução de estoques; (iv) simplificação da programação e controle da produção; e (v) melhoria na satisfação dos trabalhadores, principalmente quando são gratificados em função dos resultados obtidos por sua célula.

As células se diferenciam radicalmente das técnicas tayloristas na medida em que buscam assegurar total flexibilidade, através da adoção de novas formas de organização da produção. A hierarquia é substituída por estruturas mais horizontais e autônomas de produção. O planejamento cede espaço para a descentralização, enquanto a especialização rígida dos trabalhadores dá lugar à polivalência e à distribuição da inteligência. As células não precisam ser permanentes, pois certas tarefas podem ter caráter temporário e é necessário garantir a máxima flexibilidade possível. Uma mesma pessoa pode fazer parte, simultaneamente, de diferentes células. As células podem ser organizadas por projetos específicos, reunindo pessoas antes agrupadas por funções. Embora as células sejam mais estudadas na manufatura, o princípio também pode ser

aplicado com êxito na área de serviços.

Do ponto de vista organizacional, tradicionalmente se agrupam as principais funções (produção, vendas, finanças) sob uma mesma diretoria ou gerência. O problema que emerge desse tipo de organização é o modo como coordenar as diferentes funções de forma satisfatória. Nas empresas de pequeno e médio portes, a coordenação geralmente é exercida pelo executivo principal, que procura harmonizar as diferentes funções com base nas informações disponíveis e em sua visão implícita de estratégia. No entanto, à medida que a empresa cresce, torna-se mais difícil uma única pessoa arbitrar os conflitos internos. O contato entre as gerências torna-se burocrático e as decisões centralizadas são demoradas e nem sempre garantem a eficiência.

Já a organização por células visa a promover a integração horizontal da empresa, colocando as diferentes funções necessárias à execução de um processo dentro de uma mesma unidade. A empresa é dividida em unidades de produtos, que cuidam dos diferentes segmentos do mercado, e unidades de apoio, que prestam serviços a elas. Os parceiros de fora da empresa também são atendidos pelas unidades de apoio. Cada célula é um centro de custos que contabiliza os serviços prestados a outras áreas. Atuando de forma descentralizada, as células geralmente conseguem atender mais rapidamente a seus objetivos a um custo menor.

Reengenharia de processos de negócios

O processo pode ser definido como uma sequência de atividades rotineiras que agregam valor aos insumos (materiais, energia, equipamentos, procedimentos, trabalho etc.), transformando-os em produtos ou serviços. As melhorias incrementais nos processos obtidas por meio do CQT podem não ser suficientes para manter uma organização competitiva diante do acirramento do processo competitivo. A necessidade de empreender saltos radicais de produtividade pode requerer uma reformulação mais ampla nos processos produtivos, por meio da reengenharia de processos. A reengenharia de processos é uma técnica que permite promover mudanças gerenciais, fusões e eliminação de setores e departamentos, reformulação dos processos de distribuição e realinhamento do posicionamento competitivo.

A melhoria dos processos produtivos sempre foi uma preocupação da engenharia industrial, que desenvolveu técnicas para racionalizar e automatizar fluxos produtivos, melhorar o *layout* e aprimorar a qualidade. A novidade proposta pela reengenharia é não se limitar a produtos e processos de fabricação, mas ampliar seu escopo a todos os processos considerados estratégicos para o sucesso da organização. Ela propõe a criação de formatos organizacionais mais horizontais visando a aumentar a flexibilidade, reduzir custos, aumentar a rapidez dos ciclos, ampliar a comunicação e otimizar processos de tomada de decisão. A reengenharia permite uma visualização mais clara dos processos, favorecendo a desfragmentação das estruturas funcionais e departamentais existentes. Ao definir um processo, é possível identificar o conjunto de atividades envolvidas, seus participantes, recursos e interfaces e, assim, explorar as oportunidades para sua melhoria.

As TIC são fundamentais para a reengenharia de processos na medida em que permitem a automação, facilitam a condução dos negócios em diferentes localizações, oferecem flexibilidade produtiva, permitem o melhoramento da logística de distribuição e o acesso descentralizado a sistemas de informações. A reengenharia só foi possível a partir dos anos 90, quando as TIC se tornaram mais integradas. Até então, as “ilhas” de automação reforçavam as estruturas verticalizadas e o acesso restrito à informação. Por meio da comunicação e do acesso à informação através da Internet, é possível evitar a burocracia e tomar decisões de forma rápida e descentralizada.

A reengenharia questiona os processos e, por isso, costuma ser traumática,

resultando frequentemente em demissões e drásticas modificações na cadeia de poder nas empresas. Geralmente são conduzidas pela alta direção ou por consultores externos, sem vínculos com o dia a dia da empresa. Isso quer dizer que a participação dos trabalhadores e gerentes é passiva. Tratase de uma intervenção do tipo "top *down"*, ao contrário dos programas de qualidade, que geralmente são do tipo "*bottom up"*. Em geral, grupos de trabalho apoiados por empresas de consultoria ganham poder para reformular os processos com base na avaliação detalhada das tarefas, fluxos e instâncias administrativas. Muitos gerentes e técnicos são chamados para "justificar suas atividades", pois parte-se do princípio de que nada é, *a priori,* realmente necessário para o cumprimento dos fins. O foco é sempre o cliente final e não há compromisso com as estruturas existentes.

Grandes corporações geralmente necessitam passar periodicamente por processos de reengenharia, pois seu gigantismo pode abrigar processos ineficientes. Turban *et al* (2003) estimam que 70% das grandes corporações multinacionais já passaram por processos de reengenharia. Na sala do presidente da Daimler-Benz, a legenda de um quadro de dinossauros ilustra essa necessidade: "O mundo está cheio de exemplos de gigantes que não souberam se adaptar às mudanças."

Mudanças na organização do trabalho e nas qualificações profissionais

As novas práticas organizacionais requerem mudanças significativas nas qualificações profissionais, na forma de organização do trabalho, na integração funcional, no controle operacional, nas relações interorganizacionais e na própria cultura gerencial. A divisão rígida da organização do trabalho vem sendo questionada há várias décadas, tanto do ponto de vista do trabalho, pelo seu caráter de alienação, quanto pela ótica do capital, pelo fato de não aproveitar plenamente as potencialidades do trabalhador.

Para Fleury e Fleury (1995), a visão fordista-taylorista do parcelamento das tarefas e alocação de operários especializados orientou a abordagem dos problemas de organização do trabalho mesmo quando essa solução claramente não seria a mais adequada. Assim, observa-se que mesmo em indústrias cujo sistema de produção guardava pouquíssimas similaridades com a linha de montagem, como, por exemplo, a indústria de processo contínuo ou as empresas de produção sob encomenda, o modelo fordista-taylorista era a fonte de inspiração. O modelo enfatizava apenas o aumento de produção, pois funcionou em um período de crescimento econômico contínuo em que o objetivo principal era atender a uma demanda crescente e indiferenciada. Como praticamente não havia problemas de demanda, a preocupação com eficiência e qualidade era secundária.

Inovações organizacionais como o *just in time* e o controle da qualidade total geralmente estão associadas a estruturas gerenciais mais horizontalizadas e integradas em células. Aoki (1988, 1990), analisando as causas da superioridade internacional da indústria japonesa, contrastou dois tipos estilizados de empresas: a firma “A” (americana) e a firma “J” (japonesa). A empresa J baseia-se em uma comunicação horizontal entre suas várias unidades funcionais ou departamentos, bem como valoriza a solução autônoma de problemas em cada uma das unidades funcionais individuais, permitindo o espírito de equipe e cooperação entre seus vários funcionários (operários e gerentes), em contraste com as especializações excessivas e fragmentadas estabelecidas na empresa A. Essa estrutura descentralizada favorece adaptações repentinas e rápidas das atividades da empresa a um mercado e a um ambiente tecnológico em evolução constante. Aoki (1990) enfatiza, como ponto central de sua análise da firma

japonesa, o sistema de estímulos que permite manter as competências no interior da empresa e desenvolvê-las através do mecanismo horizontal de transmissão da informação. Em termos de estímulos individuais, o autor afirma que o operário mais produtivo em uma empresa do tipo J é aquele cujas competências são abrangentes e que ocupe uma função menos definida formalmente. Outras qualidades desse operário que lhe permitiriam ampliar a produtividade do trabalho são: espírito cooperativo, grande facilidade de adaptação às novas tarefas, capacidade de comunicação com os demais colegas de equipe e de tomar iniciativas para resolver problemas. O autor chama atenção, ainda, para o fato de que o rodízio de tarefas entre os vários operários pode ser um estímulo muito interessante para ampliar o espírito de cooperação entre os operários e suas competências (Hasenclever e Tigre, 2004).

A Tabela 11.1 mostra que, no paradigma da manufatura, apelidado de "toyotista" (em oposição ao "fordista"), os trabalhadores não são especializados em uma única função. São treinados para serem polivalentes, de forma a exercer múltiplas funções. Tal característica oferece mais flexibilidade no cumprimento de tarefas diferenciadas e atende às crescentes exigências de tecnologias e processos integrados. Para exercer diferentes funções, é necessário atualizar constantemente o trabalhador, "ensinando-o a aprender" em vez de conferir treinamento em funções específicas. Como a tecnologia e os processos estão frequentemente em transformação, as qualificações exigidas dos trabalhadores também estão em mutação.

Tabela 11.1

Mudanças nas qualificações

Paradigma fordista	Paradigma toyotista
Funções especializadas	Trabalhadores multifuncionais
Qualificações estáveis	Rápidas mudanças nas qualificações
Relações fixas com tarefas e equipamentos	Ênfase na flexibilidade e criatividade na resolução de problemas. Necessidade de entender o sistema como um todo
Relação estável entre qualificação e tecnologia	Relação variável entre qualificação e tecnologia
Modelo de aprendizado: aprendiz *versus* profissional	Educação continuada

Outra mudança estrutural reflete a demanda por melhores níveis de qualificação para suportar o uso de tecnologias cada vez mais complexas. O número de trabalhadores não qualificados ou semiqualificados está caindo

rapidamente na indústria mundial, enquanto sobe a demanda por técnicos e engenheiros. Mesmo no Brasil, onde a escolaridade média da população é relativamente baixa, observa-se a exigência de nível médio completo até mesmo para trabalhadores que ocupam as funções mais simples na indústria. Ferraz, Rush e Miles (1993:194), analisando o processo de difusão de inovações na indústria brasileira e seus impactos sobre a qualificação da força de trabalho, verificaram que as áreas do conhecimento de maior demanda, em ordem de importância, são: conhecimento do processo produtivo global, novas técnicas de gestão da produção, estatística, conhecimentos gerais, e informática. Observa-se que conhecimentos mais genéricos são mais demandados do que os mais específicos (como mecânica e eletrônica), pois as rápidas mudanças tecnológicas vêm tornando certas habilidades obsoletas.

Observa-se, ainda, uma tendência de aumento da autonomia dos trabalhadores em algumas esferas de decisão. As novas técnicas, potencializadas pelo uso de tecnologias da informação, permitem o acesso descentralizado às informações necessárias para a decisão. Por exemplo, o uso da Internet, Intranet (redes corporativas que usam tecnologias da Internet) e Extranet (redes seguras que permite que fornecedores e clientes acessem partes da Intranet de seus parceiros de negócios) facilita o acesso às informações e ao conhecimento necessário para tomar decisões de forma descentralizada. A implantação de rotinas dinâmicas permite que decisões sejam tomadas sem a necessidade de recorrer a chefias e gerências. Os trabalhadores também são diretamente envolvidos nas modificações e no aperfeiçoamento do processo de produção, por meio de sugestões e círculos de controle de qualidade.

Resumo

As inovações organizacionais sempre cumpriram um papel fundamental no aumento da produtividade e no desenvolvimento industrial. Mais recentemente, a disponibilidade de novas ferramentas de TIC abriu a possibilidade de introdução de formas de gestão apropriadas para dar resposta às crescentes pressões competitivas. As mudanças organizacionais geralmente envolvem a transformação de processos de negócios, mudanças nas cadeias hierárquicas de comando e controle, novas formas de acesso a informações e reformulação nas formas tradicionais de operação.

Apresentamos, neste capítulo, as principais inovações organizacionais que estão se difundindo na economia mundial nas últimas décadas. O sistema *just in time* é destacado como filosofia de combate ao desperdício de tempo e capital de giro orientada principalmente para empresas de produção em lotes. Por meio da inversão do fluxo produtivo (produção por encomenda), da solução sistemática de problemas *(kaisen),* da redução do tamanho dos lotes e da coordenação com fornecedores e clientes (JIT externo) é possível reduzir a superprodução, o tempo de espera, os desperdícios no processo, os estoques excessivos, o movimento e o transporte de insumos e produtos acabados e melhorar a qualidade.

O aumento da qualidade dos produtos e serviços constitui, ao lado da redução de custos, a principal meta perseguida pelas organizações. Em consequência, o controle da qualidade total (CQT) constitui a técnica organizacional de maior difusão em todo o mundo. O CQT é um conjunto de técnicas orientadas para a promoção de melhoramentos contínuos com a participação dos trabalhadores. A qualidade é definida em função do uso que o cliente pretende dar ao produto ou serviço. Por meio do controle estatístico do processo, é possível quantificar, monitorar e analisar os indicadores de qualidade, tornando-os instrumentos de mudança. A qualidade pode ser certificada por meio das normas da série ISO de forma a assegurar que os processos adotem as melhores práticas disponíveis. O CEP é uma ferramenta estatística que permite monitorar, quantificar e analisar indicadores de qualidade.

Em contraposição às mudanças incrementais propostas pelo movimento da qualidade total, a reengenharia de processos de negócios busca mudanças radicais capazes de proporcionar saltos de eficiência e produtividade. A reengenharia geralmente está associada ao uso das tecnologias da informação e

comunicação que facilitam a descentralização e a eliminação de esferas burocráticas. Trata-se de uma técnica que questiona as estruturas organizacionais existentes procurando organizar o processo produtivo em termos de células. Geralmente são conduzidas pela alta direção ou por consultores externos, sem vínculos com o dia a dia da empresa.

As novas formas de organização da produção requerem mudanças nas relações de trabalho e nas qualificações profissionais. O *toyotismo* introduziu mudanças importantes na forma de participação dos trabalhadores na solução de problemas e permitiu que as empresas japonesas desafiassem o oligopólio longamente estabelecido nos mercados automobilístico e de bens de consumo duráveis. Seus aspectos mais distintivos em relação ao taylorismo são: multifuncionalidade dos trabalhadores; flexibilidade e criatividade na resolução de problemas; necessidade de entender o sistema como um todo; e educação continuada dos trabalhadores de forma a atender à demanda por mudanças frequentes nas qualificações e funções exercidas.

As inovações organizacionais nos processos de trabalho podem estar relacionadas ao princípio de células. As células de produção são formas de organização que visam a promover a integração horizontal da empresa, colocando as diferentes funções necessárias à execução de um processo dentro de uma mesma unidade. Cada célula é um centro de custos que contabiliza os serviços prestados a outras unidades. Atuando de forma descentralizada, as células conseguem atender mais rapidamente a seus objetivos e usualmente a um custo menor.

Leitura complementar

As recomendações de leituras em português para aprofundamento do estudo do *just in time* e das modificações organizacionais nas cadeias logísticas são: Richard Lubben *Just in time: uma estratégia avançada de produção,* editora McGraw-Hill, 1989; Benjamin Coriat, *Pensar pelo avesso,* editora da UFRJ, 1994; e Maura Montella, *Economia, administração contemporânea e engenharia de produção: um estudo da firma,* 2006, editora Qualitymark.

Na área de qualidade há inúmeros trabalhos relevantes publicados no Brasil. Vicente Falconi Campos é talvez o pesquisador mais destacado no país, tendo publicado dezenas de livros e artigos sobre o tema. O livro *Daily Work Routine Management* é sua obra mais conhecida sobre o tema. Richard Schon-berger apresenta, em *Técnicas industriais japonesas: nove lições ocultas de simplicidade*, editora Pioneira, 1992, os fundamentos e as aplicações práticas do CQT. Rabah Benakouche e Luís Santamaria mostram, em *Qualidade cabocla,* editora UnB, 1997, as principais vantagens do CQT para a competitividade com referência ao caso brasileiro.

Na área de reengenharia, recomendamos a Parte I do livro de Luis Sergio Salles Costa e Heitor Caulliraux, *Manufatura integrada por computador, sistemas integrados de produção: estratégia, organização, tecnologia e recursos humanos,* Editora Campus-Elsevier, 1995. Outra referência é o livro de Hammer e Champy, *Reengenharia Revolucionando a Empresa.*

As ferramentas tecnológicas aplicáveis à gestão de empresas, à racionalização do trabalho e ao gerenciamento do conhecimento estão bem definidas e atualizadas no livro de Roquemar Baldam *et al*, *Que ferramentas devo usar?*, 2005.

Para entender a questão da aprendizagem organizacional relacionada à inovação em diferentes contextos culturais, recomendamos o livro de Afonso e Maria Tereza Fleury, *Aprendizagem e inovação organizacional: as experiências de Japão, Coréia e Brasil*, 1995.

[1] As vantagens competitivas da indústria japonesa nos anos 70 e 80 na produção de manufaturados foi atribuáda principalmente a inovações organizacionais. A partir dos anos 90, entretanto, outros países fizeram o *catching-up*, absorvendo e adaptando as inovações japonesas e combinando-as a outras vantagens competitivas.

CAPÍTULO 12

Redes de firmas e cadeias produtivas

Um dos aspectos mais distintivos do novo paradigma técnico-económico tem sido o processo de reespecialização das grandes empresas em suas competências centrais. Gradativamente, as corporações abandonam determinadas atividades consideradas periféricas ou não essenciais para a lucratividade e a segurança do negócio, transferindo-as a terceiras empresas. Em decorrência, celebra-se o surgimento de "redes de firmas" nas quais as relações entre os participantes frequentemente são pautadas por acordos de longo prazo e pelo comprometimento mútuo dos parceiros com investimentos em ativos específicos, integração logística e gestão unificada da qualidade. A rede de firmas caracteriza-se por sua situação intermediária entre o mercado atomizado, onde as relações entre empresas são regidas basicamente pelos mecanismos de preços, e a empresa verticalmente integrada, onde cada etapa da produção é planejada por uma hierarquia centralizada.

Este capítulo analisa o processo de inovação organizacional coletivo característico das redes de firmas destacando três aspectos principais. O primeiro diz respeito à relação entre redes de firmas e competitividade, ou seja, as razões pelas quais as empresas são induzidas a redefinir suas estratégias empresariais no sentido de incorporar maior cooperação. O segundo aspecto analisado é como as redes são estruturadas, segundo as diferentes formas de hierarquia e coordenação. As redes podem ser divididas em hierarquizadas (ou verticais) e horizontais. Procuramos destacar os elementos que permitem identificar os núcleos virtuosos de uma rede, formados por nós, em que a agregação de valor é relativamente maior e núcleos competitivos em que muitos concorrentes disputam um papel na rede com base em preços. Por fim, é abordada a questão da mobilidade dentro das redes visando a mostrar como uma empresa pode ou não evoluir em termos de agregação de valor e assumir novos papéis no âmbito de uma rede.

Redes de firmas e competitividade

As grandes corporações fordistas, ao realizar internamente a maior parte das etapas necessárias para colocar um produto ou serviço no mercado, caracterizavam-se por verticalizar o processo produtivo. Ao controlar diretamente as principais etapas da cadeia produtiva, as empresas asseguravam uma coordenação hierarquizada do fluxo produtivo que permitia minimizar os *custos de transação* característicos das relações comerciais entre empresas independentes. Tal modelo é típico da grande empresa que produz em uma escala suficientemente grande para viabilizar a integração vertical. No entanto, o processo em curso de mudanças tecnológicas, institucionais e nas relações com o mercado vem exigindo maior especialização produtiva e formas mais estruturadas de cooperação entre empresas. Em consequência, o modelo da verticalização vem sendo gradativamente superado por novas formas de articulação institucional que permitam obter maior competitividade no mercado global.

Do ponto de vista económico, a principal vantagem das redes é favorecer as economias externas por meio do aumento das economias de escala e de escopo, ampliação dos mercados, aceleração do processo de inovação e acesso a competências tecnológicas críticas. Nesse contexto, a formação de redes de firmas passou a ser considerada, mais do que uma decisão autónoma de firmas individuais, um imperativo para a sobrevivência das empresas no mercado e uma forma de defesa de seus interesses contra firmas rivais. As redes permitem que as empresas se especializem em suas competências centrais, preservando, ao mesmo tempo, a abrangência de sua atuação no mercado. Na produção organizada em rede, a transferência de conhecimento codificado pode gerar uma ampliação do conhecimento produzido sem redução ou perda de ativos para quem colabora.

A Tabela 12.1 mostra as principais diferenças entre a grande empresa isolada e aquela inserida em uma rede. Observa-se que as redes oferecem opor tunidades de coordenação para a aglutinação de competências abrangentes que favoreçam a inovação e a competitividade.

Tabela 12.1

Impactos da desverticalização

Aspectos	Empresas isoladas	Redes de firmas
Custos de transação	Minimizado por meio de integração vertical e hierarquização	Minimizado por meio de contratos de longo prazo e uso das TIC
Competências	Competências difusas ao longo da cadeia produtiva	Especialização em competências centrais
Mudanças em produtos e processos	Lentas em função do capital investido *{vintage capital)* e do aprisionamento a determinadas tecnologias	Rápidas mudanças em função do acesso a componentes e tecnologias de parceiros

Dentre os fatores determinantes que estimulam a formação de redes interindustriais, podemos destacar:

- **Fusão tecnológica:** processo caracterizado pela incorporação, em produtos e serviços, de tecnologias oriundas de diferentes áreas do conhecimento. Em consequência, as tecnologias envolvidas na cadeia produtiva de determinados bens tornam-se tão complexas que nenhuma empresa individualmente, por mais diversificada que seja, consegue desenvolver as capacitações necessárias para atuar em todas as etapas da cadeia.
- **Globalização dos mercados:** a abertura comercial e a consequente intensificação da competição estimulam alianças que permitem a sobrevivência das empresas em mercados mais abrangentes. A complementação de competências permite a diversificação de produtos, serviços e mercados sem a necessidade de pulverizar os investimentos.
- **Tecnologias da informação e da comunicação:** criam ferramentas adequadas para a troca de informações, para a coordenação dos fluxos produtivos e para a cooperação tecnológica. As TIC permitem o avanço das economias em rede, na medida em que facilitam a comunicação e a cooperação entre diferentes organizações e empresas.
- **Especialização flexível:** a necessidade de os agentes se adequarem às mudanças nos mercados e nas tecnologias favorece a estruturação de sistemas produtivos em redes dinâmicas e flexíveis. As redes costumam responder melhor a mudanças bruscas na demanda e à necessidade de inovar do que empresas isoladas.

O fenómeno de formação de redes de empresas é objeto de grande interesse acadêmico, gerando diferentes abordagens epistemológicas sobre suas causas, consequências e fatores condicionantes. Diante de um quadro de crescente instabilidade, mudança tecnológica e complexidade do processo produtivo, muitos autores destacam o papel das alianças como uma resposta aos riscos do mercado e às incertezas do futuro. Podemos identificar duas linhas de estudo das redes de cooperação.

A primeira é a corrente técnico-económica, que tem como referência a busca de competitividade por meio da concentração de recursos produtivos, aglomeração de competências e da minimização de custos. As referências mais utilizadas nesta linha de estudo são a teoria dos custos de transação (TCT) (Williamson, 1979) e a teoria da dependência dos recursos (Hamel, 1991). Já a segunda abordagem, representada pela corrente fenomenológica de tradição interdisciplinar, considera que fatores políticos, históricos, culturais e sociais constituem as chaves para o funcionamento das redes de empresas.

As redes de firmas são consideradas pelos teóricos dos custos de transação como formas híbridas de governança entre a firma integrada e o mercado atomizado. Assim, seu âmbito transcende a tradicional dualidade entre o mercado e a empresa, localizando-se em uma esfera intermediária de coordenação. Esse espaço de coordenação não exclui nem o mercado nem a decisão individual de cada participante, mas deve incorporar uma grande dose de confiança mútua para se consolidar. Segundo Britto (2002), essas formas híbridas caracterizam-se por um processo de barganha entre agentes interdependentes que resulta na elaboração de “contratos incompletos” (não totalmente formalizados), incorporando salvaguardas contra posturas demasiadamente oportunistas dos agentes, além de mecanismos adaptativos capazes de garantir a resolução de conflitos via negociação. Assim, o oportunismo que norteia a conduta das empresas isoladas deve ser substituído por práticas baseadas em um código de confiança mútua e em reciprocidade das ações. Tal postura permitiria minimizar as incertezas frente ao comportamento dos parceiros comerciais com relação a variáveis como níveis de preços, quantidades, padrões de qualidade e direção tecnológica de novos produtos, permitindo melhor planejamento e redução de conflitos ao longo da cadeia produtiva. A corrente representada pela TCT vê as redes de empresas essencialmente como uma forma de reduzir custos, sem considerar seu potencial de cooperação para a complementação de recursos e aprendizagem, como propõe a teoria da dependência dos recursos.

A teoria da dependência dos recursos tem como base os trabalhos de Penrose (1959) sobre o crescimento da firma. Para ela, a firma seria uma coleção de recursos produtivos que seriam alocados em diferentes usos ao longo do tempo em função de decisões gerenciais. Tais recursos podem ser tangíveis, a exemplo dos equipamentos, instalações e estoques, ou intangíveis, como a capacitação produtiva e tecnológica, a capacidade de aprendizagem e a cultura organizacional. Os primeiros são recursos mais fáceis de serem obtidos no

mercado do que os intangíveis, que dependem da eficiência da firma em adquirir, acessar e acumular recursos estratégicos. De acordo com Souza (2005), a teoria dos recursos contribui para o estudo das redes de cooperação ao considerar que esse arranjo pode ser uma estratégia eficiente na obtenção e gestão de recursos intangíveis, em especial das capacitações técnicas e organizacionais. As redes, ao facilitar e promover a cooperação entre diferentes agentes, permitem que os recursos sejam mais facilmente disponibilizados e internalizados.

Já a abordagem fenomenológica adota um enfoque menos económico e mais sociológico e político para explicar as redes interorganizacionais. Os autores dessa corrente consideram fundamental para o funcionamento das redes os aspectos institucionais e culturais que permitem estabelecer laços de confiança, interação social, identidade e objetivos comuns. Piori e Sabel (1984) destacam-se como precursores desta abordagem por seus estudos pioneiros sobre as experiências bem-sucedidas de cooperação interfirmas na Itália, Alemanha e Estados Unidos. Para eles, a crise do fordismo e a queda na demanda mundial resultaram em novos arranjos cooperativos baseados na especialização flexível. Tal modelo deriva da necessidade de reduzir custos de produção, estimular a inovação e obter maior flexibilidade em termos de volume e diversidade de produção. Essas novas formas de produção se desenvolveram principalmente em distritos industriais ou grupo de firmas em que os vínculos culturais, sociais e institucionais favoreciam a cooperação e a confiança. Comportamentos oportunistas no âmbito de uma comunidade estruturada nesses moldes são condenados pelo grupo, cunhando um código de ética efetivo para os integrantes da rede. Laços familiares, religiosos ou de identidade regional são muito importantes para viabilizar esse tipo de arranjo. O capital social representado pela confiança entre agentes em função de conexões entre indivíduos ajudaria as sociedades a superar o dilema da ação coletiva, coibindo o oportunismo por meio de ações de cooperação.

As redes de empresas geralmente são classificadas como hierarquizadas e não hierarquizadas. A seguir, analisaremos como cada uma delas se organiza de forma a criar oportunidades para a cooperação entre firmas.

Redes hierarquizadas

Coordenada por uma empresa âncora, a rede hierarquizada integra um conjunto de fornecedores de diferentes níveis, articulados em uma cadeia de valor. A cadeia é uma sequência de atividades necessárias para trazer o produto da concepção até o consumidor final, passando pelos diferentes estágios de agregação de valor. Isso inclui atividades de projeto ou *design*, produção, logística, marketing e serviços pós-venda.

O grau de hierarquização das redes varia em função do poder de mercado ou do grau de dependência entre seus vários agentes. Uma posição de força frente aos demais parceiros confere ao líder o poder de estabelecer regras e padrões de operação que deverão ser seguidos pelos demais parceiros. Por meio da estruturação das relações, o líder da rede procura reduzir os custos de transação característicos das relações comerciais entre organizações independentes. Embora uma parte ponderável dos custos de transações se deva a atitudes oportunistas, a maior parte pode ser atribuída aos problemas de coordenação entre empresas que adotam sistemas de informação e comunicação distintos. A empresa líder, por deter uma posição de maior força e competência, é capaz de impor uma padronização de métodos e práticas de negócios que acabam por dar maior fluidez à cadeia produtiva e, assim, beneficiar toda a rede.

Investimentos em ativos que, por sua localização geográfica, padrão tecnológico ou tipo de produto, visam a atender a um único cliente precisam ser cercados de maiores garantias quanto à continuidade das operações. A forma jurídica de assegurar os negócios é firmar contratos de longo prazo garantindo a realização de investimentos em ativos específicos. Entretanto, os contratos não são capazes de antecipar todas as situações e sempre haverá riscos. O fato de as empresas formarem redes e cooperarem em determinadas áreas de seus negócios não significa que elas deixem de competir entre si, que sejam capazes de eliminar comportamentos oportunistas ou que abandonem a busca pelo interesse próprio.

A empresa coordenadora de uma rede hierarquizada pode ser: (i) uma grande empresa produtora, a exemplo das montadoras da indústria automobilística e eletroeletrónica; (ii) grandes compradores, como as redes varejistas, atacadistas ou marcas famosas; ou (iii) fornecedora exclusiva de tecnologias ou insumos críticos, a exemplo dos semicondutores ou insumos farmacêuticos. Esses tipos de redes serão analisados a seguir.

Redes Comandadas Por Produtores

Apoiada em uma estratégia de agregação de valor focada em suas competências centrais, a empresa produtora líder atrai fornecedores especializados para assumir etapas ou funções na cadeia produtiva consideradas de menor valor ou que estejam fora de suas áreas de competência central. A empresa líder seleciona um número limitado de parceiros, encorajando-os, com contratos de longo prazo, a realizar investimentos em ativos específicos para fornecer partes e componentes e a realizar serviços de montagem, geralmente junto à própria planta industrial da empresa âncora. Esse tipo de rede tem como precursoras as montadoras de automóveis japonesas, que ganharam agilidade e eficiência associando a prática de subcontratação a métodos mais flexíveis e cooperativos de trabalho, ao *just in time,* ao controle de qualidade total e a formas mais descentralizadas de organização.

As redes hierarquizadas comandadas por produtores geralmente envolvem aglomerações espaciais, reunindo em torno da empresa líder um conjunto de fornecedores de primeira linha. Eles são responsáveis pelo fornecimento de módulos completos e pela articulação com fornecedores de segunda linha, assegurando um fluxo produtivo próximo do *just in time*. Este modelo, segundo Schmitz (2005), levou ao desenvolvimento de um grupo de fabricantes líderes cujo papel é projetar e fornecer sistemas de componentes em múltiplas locações ao redor do mundo. Esse fornecedor global suprirá a mesma parte em qualquer local em que o produto for fabricado. Em geral, as empresas de países em desenvolvimento são alijadas desses contratos por não serem suficientemente internacionalizadas para implantar fábricas junto às diferentes unidades produtivas das montadoras globalizadas. Dessa forma, empresas locais acabam por se tornar fornecedoras de segunda e terceira linha, articulando-se com os fornecedores globais apenas na plantas instaladas em seus respectivos países.

Caso 12.1

O consórcio modular da Volkswagen Caminhões

A fábrica de caminhões da Volkswagen em Resende-RJ é um exemplo emblemático de rede hierarquizada comandada por um

produtor. O núcleo da rede liderada pela montadora é composto de uma dezena de fornecedores de primeira linha operando de forma integrada sob um mesmo teto. A característica inovadora da rede é que, em vez de simplesmente entregar peças e componentes na unidade montadora, os fornecedores participam do processo de montagem diretamente na linha de produção. Todos são responsáveis pela qualidade do produto final e, caso haja um *recall,* o fornecedor do módulo defeituoso é responsabilizado pela reparação. Assim, a rentabilidade da rede depende da eficiência coletiva do complexo produtivo. Dos cerca de 1.700 trabalhadores da planta em 2004, somente 200 eram empregados diretos da própria Volkswagen, mostrando que a empresa tem essencialmente um papel de coordenadora da produção.

Ao projetar sua nova unidade produtiva, a empresa partiu do princípio de que alcançaria maior produtividade concentrando-se em suas competências centrais *(design* e marketing), subcontratando empresas especializadas para fornecer módulos e participar diretamente da montagem do produto final. A cadeia de comando formal foi substituída por rotinas dinâmicas seguidas pelos participantes da rede. Isso inclui sistemas integrados de comunicação, gestão da qualidade, logística e demais procedimentos necessários para a realização de um complexo processo de montagem industrial.

A rede não se limita aos fornecedores integrados em uma mesma planta, mas reúne também, a montante, os fornecedores de segunda linha e, a jusante, os revendedores e o cliente final. Idealmente, o cliente é o responsável pelo acionamento da cadeia produtiva. Uma vez que ele coloca seu pedido junto ao revendedor, o sistema inicia a produção do veículo, dentro do princípio do *just in time* de “não produzir nada que não tenha sido vendido” e “quando vender, produzir o mais rápido possível”. Com isso, os estoques são minimizados, poupando capital de giro.

As redes hierarquizadas geralmente envolvem a transferência de conhecimentos relativos às técnicas de produção, ao controle da qualidade e ao fluxo logístico, respeitando as funções e a especialidade de cada empresa na rede. Assim como a força de uma corrente é dada pela resistência do elo mais fraco, uma cadeia produtiva pode ser prejudicada pelos fornecedores mais ineficazes. Uma fábrica com altos índices de rejeitos e que responda de forma lenta e irregular às demandas da cadeia produtiva a jusante irradiará ineficiência para toda a cadeia produtiva. Por isso, a empresa líder precisa promover a capacitação contínua da rede, por meio da difusão de técnicas e ferramentas organizacionais que permitam que seus fornecedores sigam rigorosamente os padrões operacionais e de qualidade estabelecidos. A meta final é garantir um fluxo produtivo harmónico, com qualidade assegurada e praticamente sem estoques. Programas de treinamento são atualmente desenvolvidos no Brasil por empresas multinacionais para qualificar pequenos e médios fornecedores nas áreas de qualidade, segurança e controle ambiental.

Redes Comandadas Por Compradores

O segundo tipo de cadeia hierarquizada é aquela dirigida por compradores, como grandes empresas varejistas, negociantes de marcas conhecidas e atacadistas internacionais *(trading companies).* Tais empresas coordenam redes de fornecedores espalhados por todo o mundo, tipicamente em bens de consumo relativamente intensivos em mão de obra como vestuário, calçados, brinquedos e utensílios domésticos.

As grandes empresas varejistas estão entre as maiores empresas mundiais em termos de faturamento e comandam extensas redes de fornecedores globais. Empresas líderes usualmente facilitam o processo de difusão de novas tecnologias entre seus fornecedores, principalmente em relação à qualidade e à logística.

Outro tipo de rede controlada pelo comprador é aquela dominada por proprietários de marcas famosas. Em muitos casos, tais empresas não fabricam seus próprios produtos, concentrando-se nas etapas de design e marketing da cadeia produtiva. O Caso 12.2 ilustra um tipo de rede em que a fabricação dos produtos em si é uma etapa que agrega relativamente pouco valor, pois as barreiras à entrada são baixas e existe intensa competição global. As margens dos fabricantes costumam ser muito reduzidas e a competitividade é usualmente assentada em baixos salários e na flexibilidade para atender rapidamente à

demanda, dentro dos padrões estabelecidos pelos detentores da marca.

Caso 12.2

A rede global da Barbie

A marca Barbie, detida pela empresa Mattel, exemplifica o processo de agregação de valor ao longo de uma cadeia produtiva. Apenas 10% do preço do produto podem ser atribuídos aos custos diretos de produção, sendo o restante derivado de serviços como desenvolvimento do produto, pesquisas de mercado, propaganda e margem dos distribuidores e varejistas. O caso mostra que o núcleo virtuoso da rede não é a produção, duramente disputada por fornecedores de baixo custo, mas sim a propriedade da marca e o *design* diferenciado da linha de produtos. A marca é explorada não apenas na boneca em si, mas em uma série de outros produtos e acessórios por meio do licenciamento.

Redes Comandadas Por Fornecedores De Insumos Críticos

O terceiro tipo de rede hierarquizada é aquele dirigido por fornecedores de componentes, insumos críticos ou padrões tecnológicos que, por serem diferenciados, requerem uma recursiva interação com a cadeia produtiva a jusante. Podemos destacar, a título de ilustração, os seguintes casos:

- Empresas desenvolvedoras de software aplicativo para sistemas operacionais proprietários que precisam ser autorizados pelo detentor do padrão para obter os códigos-fonte, atualizações e instruções técnicas. Por exemplo, produtoras de jogos digitais para plataformas fechadas, como Playstation e Xbox, dependem da Sony e da Microsoft, respectivamente, para obter kits de desenvolvimento e suas atualizações sucessivas. Tal relação tende a assumir a forma de rede hierarquizada, na medida em que as produtoras dependem dos

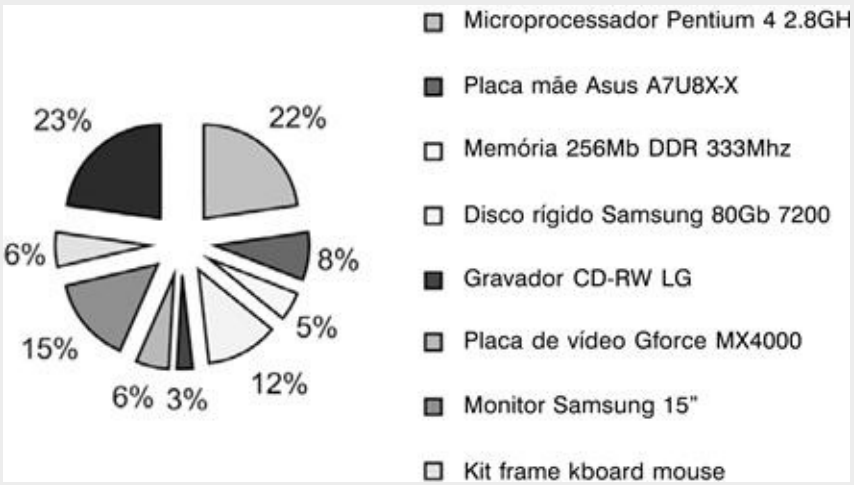
proprietários dos padrões para obter licenças de uso e adquirir os kits necessários para desenvolver programas compatíveis com cada versão da plataforma tecnológica. Em muitos casos, o produto desenvolvido por empresa independente tem de passar por testes e certificações emitidas pelo próprio líder da rede.

- Fabricantes de produtos que dependem de princípios ativos protegidos por patentes ou segredo industrial precisam interagir com as empresas proprietárias para obter licenças de uso, comprar insumos e eventualmente utilizar a marca. A rede de fabricantes de Coca-Cola, por exemplo, é tipicamente hierarquizada e depende da empresa líder para obter orientações sobre o processo de fabricação, fazer propaganda e obter o tradicional corante caramelo. A composição do produto é guardada a sete chaves desde 1886 e a única cópia da fórmula fica trancada em um cofre.
- Fabricantes de produtos eletrónicos que dependem de chips ou padrões tecnológicos proprietários, como, por exemplo, a Intel (microprocessadores) e a Qualcom (telefones celulares). A adesão a um determinado padrão implica intercâmbio sistemático de componentes e informações técnicas, configurando, assim, uma rede hierarquizada. Os laços entre fornecedores e fabricantes muitas vezes é reforçado por meio de participações acionárias minoritárias visando a assegurar a fidelidade dos fabricantes ao padrão tecnológico.

Caso 12.3

A rede de produtores de PC

A análise da estrutura de custos de um PC revela que o microprocessador representa quase um terço do preço final do sistema. O chip representa o núcleo virtuoso da rede mundial de fabricantes de PC: enquanto fabricantes de *hard disks*, teclados e monitores disputam acirradamente o mercado com base no preço e no desempenho dos produtos, a Intel reina praticamente sozinha como fornecedora do padrão tecnológico. Assim, ela pode praticar preços monopolistas e investir continuamente em P&D e em maiores escalas de fabricação. O gráfico abaixo mostra a estrutura de custos do PC.


23%
22%
6%
8%
5%
15%
6%
3%
12%
Microprocessador Pentium 4 2.8GH
Placa mãe Asus A7U8X-X
Memória 256Mb DDR 333Mhz
Disco rígido Samsung 80Gb 7200
Gravador CD-RW LG
Placa de vídeo Gforce MX4000
Monitor Samsung 15"
Kit frame kboard mouse

Redes não hierarquizadas

Marshall foi o primeiro a reconhecer a vantagem da aglomeração geográfica de empresas ao mostrar que a concentração favorecia a oferta de mão de obra, o desenvolvimento de serviços de transportes e de redes de comercialização. O modelo de “distrito marshaliano” até hoje continua sendo importante para a organização de empresas independentes em redes horizontais não hierarquizadas. Nesses arranjos, as empresas geralmente são de pequeno e médio porte e têm especialização horizontal e vertical e são simultaneamente fornecedoras e concorrentes entre si. Não há uma hierarquia clara e a coordenação é exercida tanto por mecanismos de mercado quanto por organizações de suporte, como associações de fabricantes ou órgãos governamentais de fomento.

Empresas de pequeno e médio portes dificilmente obtêm economias de escala internas, já que o volume de produção é insuficiente para adquirir equipamentos de grande porte que proporcionem alta produtividade. A pequena produção também não gera recursos e capacitação para realizar atividades com altos custos fixos, tais como redes de comercialização própria, publicidade e pesquisa e desenvolvimento. Entretanto, quando uma rede se forma, surge a oportunidade de geração de economias externas por meio da especialização parcial dos produtores, investimentos compartilhados e formação de consórcios.

No entanto, a simples existência de um *cluster* de produtores não implica necessariamente a existência de uma rede. As redes horizontais são efetivamente formadas quando os produtores se articulam em associações ou projetos específicos visando ações comuns para o aumento da competitividade. A rede pode ter por objetivo realizar ações conjuntas nas seguintes áreas:

- **Área comercial:** compartilhamento de canais de comercialização, realização de pesquisas de mercado, formação de consórcios de exportações, campanhas publicitárias conjuntas, desenvolvimento de uma marca ou identidade regional.
- **Área operacional:** troca de informações visando à melhoria da qualidade e à redução dos custos de produção por meio da troca de experiências, estabelecimento de rotinas técnicas e administrativas comuns, e compartilhamento de recursos logísticos, como armazenagem, transporte e distribuição.
- **Área tecnológica:** desenvolvimento de infraestrutura tecnológica compartilhada para realizar testes, ensaios, certificações e solucionar problemas

técnicos; capacitação de recursos humanos; interação para o aprendizado, licenciamento cruzado de marcas e patentes, atividades de P&D e estabelecimento de padrões e rotas tecnológicas comuns.

- **Área político-institucional:** representação coletivajunto a órgãos governamentais, realização de projetos de desenvolvimento económico, social e ambiental.

As redes horizontais são mais difíceis de serem consolidadas do que as verticais em função da falta de uma coerência estratégica entre os participantes. Teixeira, Guerra e Ghirardi (2005:74), com base em um estudo sobre uma rede de fornecedores de equipamentos e serviços para o setor do petróleo no Brasil, argumentam que "a ausência de empresas-chave desde o início pode resultar em uma estrutura de governança ineficaz". Eles verificaram também que empresas com capacitações e objetivos diferentes encontram barreiras para cooperar entre si, pois tal heterogeneidade pode reduzir a possibilidade de um aprendizado coletivo. Empresas de classe mundial entendem que uma troca sistemática de conhecimentos tecnológicos vai beneficiar mais seus parceiros do que elas próprias.

Um estudo abrangente sobre as redes de cooperação empresariais brasileiras (Hastenreiter Filho, 2005) revelou que o principal objetivo dos participantes era reduzir custos, seja por meio de compras conjuntas de insumos ou através de trocas esporádicas de experiências visando a melhoria dos processos produtivos. O segundo objetivo mais citado era a formação de consórcios para a exportação. A cooperação para a aprendizagem, entendida como iniciativas voltadas ao desenvolvimento tecnológico e à capacitação conjunta das empresas por meio de cursos e consultorias, era um objetivo relativamente pouco importante. As principais práticas coletivas não requeriam um nível muito elevado de interação entre as empresas. Por outro lado, embora a maioria das redes tenha como proposta original a compra conjunta e a formação de consórcios de exportação, as atividades baseadas em aprendizagem estão progressivamente ganhando espaço na agenda comum.

Para entender as barreiras e oportunidades para a formação de redes horizontais, precisamos recorrer tanto às abordagens técnico-económica quanto à fenomenológica. A necessidade de alinhar objetivos estratégicos comuns mostra que o empresário precisa ter clareza quanto aos ganhos econômicos que deverá extrair da rede. Somente um jogo do tipo ganha-ganha poderá motivar empresas independentes a cooperarem entre si. Por outro lado, fatores de cunho sociológico também exercem uma influência importante no funcionamento de

redes de firmas.

Ao estudar aglomerações de pequenas empresas do ramo moveleiro, Roese e Gitahy (2003) argumentam que as características do empresariado brasileiro, como a falta de informação, o individualismo, o imediatismo e o ceticismo, constituem importantes barreiras para o aprofundamento das redes interfirmas. Outros estudos mostram que os casos de sucesso em arranjos produtivos locais dependem do desenvolvimento de laços de confiança e identidade. Nesses casos, é preciso buscar na história específica do arranjo produtivo os fatores que explicam o sucesso.

Do ponto de vista institucional, o avanço das redes depende da consolidação de organizações de suporte. Tais entidades podem viabilizar o desenvolvimento de ações conjuntas de gestão da inovação entre empresas do mesmo ramo, a exemplo da criação de infraestrutura tecnológica para P&D, ensaios, certificações e treinamento profissional. O Caso 12.4 ilustra os argumentos discutidos aqui sobre a importância da trajetória passada e dos fatores institucionais e sociológicos para o desenvolvimento de redes.

Caso 12.4

O vale da eletrônica de Santa Rita

Santa Rita do Sapucaí (MG) é considerada um polo tecnológico de sucesso, já que logrou reunir, em menos de 20 anos, cerca de 100 empresas de alta tecnologia que empregam diretamente cerca de 6.500 pessoas. Os investimentos locais em P&D atingem, em média, 9% do faturamento das empresas, um esforço significativo em nível internacional. A estratégia seguida pela maioria é desenvolver produtos para nichos do mercado de equipamentos eletrônicos cuja competitividade não exija grande escala de produção.

A origem desse êxito reside na capacitação local gerada por três instituições privadas de ensino tecnológico instaladas em Santa Rita a partir dos anos 60: a Escola Técnica de Eletrônica, o Instituto de Engenharia de Telecomunicações, Inatel, e a Faculdade de Administração e Informática, FAI. A principal fonte de capacitação dessas instituições, por sua vez, foi a

Universidade Federal de Itajubá (Unifei), distante apenas 40km de Santa Rita. Tal aglomeração local de competências acabou por estimular uma forte vocação empreendedora. Ao contrário de outros polos brasileiros de eletrônica, onde predominam grandes empresas multinacionais, o de Santa Rita é controlado por empresários independentes, formados na própria cidade, permitindo a construção de uma forte identidade local. Valores e regras tácitas contribuem para reduzir custos de transação e para a realização de projetos tecnológicos e comerciais coordenados por associações empresariais e sindicatos. Do ponto de vista político, os professores e estudantes passaram a dominar a agenda municipal, já que o município é praticamente desprovido de alternativas econômicas. A Prefeitura, frequentemente ocupada por egressos das escolas técnicas locais, contribui para o desenvolvimento por meio de incubadoras de empresas, da doação de terrenos para novas plantas e do treinamento de mão de obra operacional para a indústria.

Agregação de valor e mobilidade em cadeias produtivas

De um modo geral, as redes hierarquizadas se polarizam entre “núcleos virtuosos”, formados por empresas que atuam nas etapas da cadeia produtiva que agregam mais valor, e “núcleos competitivos”, que correspondem às etapas em que as empresas têm pouco poder de barganha e competem com outros fornecedores com base em preços. Os núcleos virtuosos geralmente envolvem empresas diferenciadas por uma tecnologia superior, uma marca famosa ou o acesso favorável a canais de comercialização, vantagens que conferem o poder de comandar preços e liderar a rede.

A cooperação entre empresas, embora apresente nítidas vantagens para a cadeia produtiva como um todo, constitui uma atividade arriscada e custosa. Coalizões são instáveis e não eliminam os riscos de comportamentos oportunistas por parte dos parceiros. A especificidade dos investimentos em processos integrados entre diferentes firmas ao longo da cadeia produtiva cria uma forte *barreira à saída* para as empresas da rede. Muitos investimentos são irreversíveis, pois são realizados com base em um papel definido no interior da coalizão e não encontram a necessária complementaridade no mercado. Raramente os diferentes parceiros se beneficiam equitativamente dos frutos da aliança em longo prazo. Por força de sua capacitação tecnológica ou acesso privilegiado ao mercado, algumas empresas assumem um papel crítico que lhes concede poderes monopolistas ou *monopsônicos*. Os demais parceiros ficam expostos às manobras estratégicas dos atores principais.

Para a empresa individual, os benefícios da integração em redes dependem de seu papel na agregação de valor e da mobilidade que possa ter na cadeia produtiva. Os produtores que obtêm acesso às empresas líderes das cadeias têm boas perspectivas de aprimoramento da produção. Os produtores locais aprendem muito com os compradores globais, pois são estimulados a melhorar seus processos de produção, obter qualidade consistente e aumentar a velocidade de resposta. Por exemplo, os compradores podem ajudar seus fornecedores a melhorar sua logística, a colocar códigos de barras nos produtos e a obter certificação de qualidade.

Para os fornecedores mais qualificados e ambiciosos, entretanto, uma questão crítica reside nas perspectivas de avanço funcional dentro da rede. Haveria

espaço para os fornecedores participarem de atividades de maior valor agregado ou estariam eles limitados a ocupar os núcleos mais competitivos definidos pelos líderes? Schmitz (2005) argumenta que, no caso dos exportadores brasileiros de calçados, a participação em funções de maior valor agregado, como marketing e *design*, é totalmente desestimulada pelos compradores, que querem evitar o surgimento de marcas e modelos alternativos aos seus no mercado. O regime de compras torna mais difícil progredir na cadeia de valor, pois os compradores estão interessados em fornecedores que assumam apenas as partes do processo de negócios consideradas de menor valor agregado. Empresas que exportam com seu próprio *design* geralmente não participam de redes comandadas por compradores. Ao se integrar em uma rede como fornecedor de baixo custo, uma empresa pode estar, por um lado, tendo acesso a um importante canal de comercialização. Por outro lado, pode estar abrindo mão de capacitações críticas para a competitividade, deixando-as na dependência de parceiros com diferentes interesses, trajetórias e concepções estratégicas.

A terceirização de funções críticas também pode eventualmente resultar na perda de capacidades técnicas e organizacionais dificilmente recuperáveis, como mostra o Caso 12.5 a seguir.

Caso 12.5

A IBM e o núcleo virtuoso da cadeia de PCs

A IBM sempre foi líder absoluta no mercado de computadores de médio e grande porte, mas o advento dos microcomputadores colocou um novo desafio para a empresa. Para entrar no mercado de PCs, considerado pouco importante nos anos 80, a empresa escolheu um caminho mais simples: adquiriu de terceiros o chip (Intel) e o sistema operacional (Microsoft). Apostou que o ativo crítico nesse mercado seria a marca, associada à qualidade e ao profissionalismo que são característicos da IBM. Entretanto, a evolução do mercado mostrou que o principal ativo crítico eram os padrões de hardware e software. O sucesso inicial da IBM no mercado de PCs parecia confirmar sua hipótese sobre a marca como ativo crítico, já que a empresa obteve 40% do mercado

mundial em poucos anos de operação. Entretanto, os consumidores perceberam que o que realmente diferenciava os computadores eram os componentes utilizados e passaram a privilegiar o preço em detrimento da marca. A competição com produtores com menores preços levou a IBM a entender que a montagem do PC em si era um negócio pouco atrativo diante de suas ambições e capacitações. Em 2003, a IBM finalmente decidiu sair desse mercado vendendo seus ativos relacionados ao PC para a empresa chinesa Lenovo.

Entender quais são os núcleos virtuosos e os ativos críticos de uma rede é fundamental para a definição de estratégias competitivas consistentes em longo prazo. Essa tarefa não é trivial, pois os ativos críticos podem variar ao longo do tempo e de setor para setor. Na produção de software, por exemplo, o ativo crítico reside na penetração do padrão técnico no mercado, enquanto, em componentes eletrônicos, ele se encontra na capacidade de projetar novos produtos e fabricá-los em larga escala com qualidade total. Já nas indústrias de material esportivo, brinquedos e calçados, os ativos críticos são a marca e o *design* do produto. Nas grandes cadeias varejistas, a capilaridade da rede de lojas, a excelência da logística e dos sistemas de informação são os principais ativos críticos detidos pelos líderes mundiais. Em alguns setores, como, por exemplo, a produção de soja, os ativos críticos estão mudando em função de inovações tecnológicas. A Tabela 12.2 explora a questão dos ativos críticos e núcleos virtuosos em diferentes áreas de atividade econômica. Tais áreas constituem tipos diferenciados de cadeias, incluindo as dominadas por fornecedores de padrões técnicos, insumos e compradores.

Tabela 12.2

Ativos críticos e núcleos virtuosos em redes produtivas globais

Cadeia produtiva	Tipo de redes	Ativo crítico	Núcleo virtuoso	Exemplos de empresas
Software	Dominada por fornecedores de padrões	Penetração do padrão no mercado. Propriedade intelectual (PI)	Software básico	Microsoft (Windows) Qualcom (CDMA) Sony (Playstation)
Componentes eletrônicos	Dominada por fornecedores de insumos	P&D, capacidade produtiva	Microprocessadores	Intel (Pentium)
Material esportivo	Dominada por compradores	Marca e *design*	Marketing	Nike Adidas
Varejo	Dominada por compradores	Rede de lojas, logística, TIC	Acesso ao consumidor, marca forte	Wal-Mart Carrefour
Soja	Dominada por fornecedores de insumos	PI, P&D	Sementes	Monsanto
Automobilística	Dominada por produtores	Capacidade produtiva, marca e *design*	Montagem final	Toyota Volkswagen
Farmacêutica	Integração vertical	PI, P&D	Moléculas e princípios ativos	Merck

Redes de firmas, padrões técnicos e propriedade intelectual

Os padrões técnicos e os protocolos de comunicação que permitem a interconexão de redes podem ser abertos ou proprietários. Os padrões abertos são determinados oficialmente por instituições governamentais, organismos multilaterais ou por acordos entre grupos de usuários e associações de empresas. Os padrões proprietários são estabelecidos “de fato” por empresas líderes no mercado. Os padrões proprietários, quando bem-sucedidos, proporcionam um poder de mercado muito grande para seu detentor, pois dificultam a concorrência e favorecem o aprisionamento dos clientes. O sucesso de um padrão tende a torná-lo único, em função do princípio do *feedback positivo.* A existência de um padrão facilita a comunicação, a oferta de software aplicativo e o aprendizado dos usuários. O Caso 12.6 exemplifica a guerra de padrões na industria eletrônica de consumo.

Caso 12.6

Guerra de padrões *versus* cooperação na indústria eletrônica de consumo.

A disputa de duas firmas líderes no mercado mundial de equipamentos de vídeo – Sony e JVC – para emplacar no mercado sistemas incompatíveis entre si – o Betamax e o VHS, respectivamente – constitui um exemplo emblemático de guerra de padrões. A disputa acabou sendo vencida pelo VHS, apesar da reputação do padrão concorrente de oferecer melhor qualidade de reprodução. A sequela deixada por esta batalha levou a indústria eletrônica a negociar posteriormente padrões comuns para serem seguidos de forma mais ampla possível. O caso do Fórum DVD exemplifica a estratégia de evitar uma nova guerra de padrões de reprodução de conteúdo digital. O padrão DVD foi negociado pela indústria eletrônica de consumo e trabalhado junto à indústria cinematográfica para garantir a produção de

conteúdo no formato adequado e a baixos preços. Tal iniciativa permitiu a substituição do consolidado padrão VHS, abrindo um grande mercado unificado para as empresas fabricantes de aparelhos e conteúdo em DVD. As negociações para estabelecimento de padrões comuns foram supervisionadas por organismos oficiais de certificação, a exemplo da União Internacional de Telecomunicações (UIT) e da *American National Standards Institute* (ANSI).

Entretanto, a paz na indústria de DVD não foi duradoura. Outra batalha começou a ser travada em 2005 para definir o padrão da nova geração de discos que gravam as imagens digitais de alta resolução. “Dois times dividem a bola: o Blu-ray, padrão inventado pela Sony, Panasonic e Sharp, e o HD DVD, o formato criado pela Toshiba que tem apoio da Intel e da Microsoft. Ambos os lados tentam convencer os fabricantes a adotarem seus respectivos padrões de DVD, mas, como os formatos não são compatíveis entre si, o consumidor corre o risco de assistir a uma repetição da disputa ocorrida entre os padrões de videocassete.”

Fonte: Valor Econômico, 7 de setembro de 2005, p. B6.

A existência de padrões é fundamental para o sucesso das redes. Assim como a definição de uma bitola padronizada foi importante para o crescimento do transporte ferroviário, a existência de protocolos e padrões técnicos comuns é crucial para a consolidação das redes virtuais. Quando o padrão é aberto, o acesso à rede torna-se mais fácil, estimulando a concorrência. Quanto mais amplamente o padrão for distribuído e disseminado, maior será a possibilidade de articular desenvolvedores que melhorem a qualidade e assegurem seu desenvolvimento.

A disputa entre padrões constitui a pedra angular da competição em setores organizados em rede. Apresentamos a seguir, a titulo de ilustração, três setores de atividades econômicas em que a disputa entre padrões abertos e fechados é determinante para a inovação e conformação da estrutura da indústria.

Sementes Transgênicas Versus Sementes Naturais

As técnicas de produção de grãos vêm se transformando rapidamente em função da difusão das sementes ou organismos geneticamente modificados (OGM) protegidos por patentes. Tradicionalmente, o núcleo virtuoso da cadeia produtiva era múltiplo, envolvendo fatores de produção típicos do *agrobusiness*, como a escala de produção, a logística e a tecnologia agrícola. Nesse regime tecnológico, os produtores reutilizam parte de sua colheita para o replantio ou adquirem sementes melhoradas de diferentes fornecedores. Como o padrão tecnológico é aberto, não existem maiores problemas de compatibilidade entre insumos fornecidos por diferentes fabricantes.

Já no caso da soja transgênica, o pacote tecnológico é fechado, envolvendo sementes, defensivos e eventualmente equipamentos e outros acessórios. As sementes são modificadas geneticamente para resistir a determinados tipos de herbicidas fornecidos com exclusividade. Como ambos os insumos são patenteados, os agricultores dependem de um único fornecedor para adquirir o pacote tecnológico completo. A forma de pagamento deixa de ser associada à transação física por meio da venda de sementes, mas incide principalmente no pagamento de *royalties* sobre o resultado da safra. O agricultor passa a fazer parte de uma rede hierarquizada dominada pelo fornecedor do insumo e sua dependência é compensada pela maior produtividade oferecida pelo pacote tecnológico. O núcleo virtuoso da rede OGM é a produção de sementes e o ativo crítico reside na propriedade das patentes que geram *royalties* mesmo sem fornecimento direto de insumos.

Software Proprietário Versus Software Livre

Os softwares proprietários ou fechados surgiram nos anos 70, quando os fabricantes de computadores passaram a separar a venda dos programas que antes eram embutidos no hardware. Com o surgimento do microcomputador, a indústria de software se expandiu e iniciou-se uma guerra de padrões em sistemas operacionais. Diante da necessidade de garantir a compatibilidade e a comunicação entre programas aplicativos, o mercado acabou por selecionar um “padrão de fato”, que acabou por dominar praticamente todo o mercado.

O fato de o padrão ser praticamente monopolizado por uma única empresa tem gerado grandes assimetrias na rede de fornecedores de software. O acesso ao

código fonte, que permite o desenvolvimento de aplicativos por empresas independentes, tem sido dificultado por práticas de integração vertical por meio de pacotes. Ao embutir em um mesmo pacote uma ampla gama de aplicativos que alternativamente seriam fornecidos em separado por empresas independentes, o proprietário do padrão unifica e concentra o merca do de software. Ao fornecer um pacote completo, ele evita que os clientes procurem outros fornecedores para complementar suas necessidades. Assim como os supermercados vendem “de tudo” para evitar a dispersão dos clientes, as grandes empresas de software formatam pacotes com uma ampla gama de aplicativos visando criar barreiras para fornecedores de programas individuais.

O caso da Netscape, muito conhecido pela ação judicial que moveu contra a Microsoft na Europa e nos Estados Unidos, exemplifica a questão das barreiras. Embora fosse pioneira no desenvolvimento de *browsers* para a Internet, a Netscape se viu ameaçada quando a Microsoft incluiu o *Internet Explorer* no *Windows,* oferecendo assim o produto “de graça” aos compradores do pacote. Este caso vem se repetindo em outros aplicativos, a exemplo dos softwares para de segurança.

Uma alternativa aos padrões proprietários são os padrões abertos ou softwares livres, que foram desenvolvidos de forma coletiva a partir do conceito de liberdade e socialização do conhecimento. Os princípios básicos do software livre são: liberdade de expressão, livre acesso à informação, caráter coletivo do conhecimento e software como bem comum. O software livre pode ser copiado gratuitamente e modificado, desde que o desenvolvedor deixe-o aberto e disponível para terceiros. Os softwares aplicativos podem ser registrados e vendidos, mas devem cumprir determinadas regras de abertura para evitar monopólios. O compartilhamento do conhecimento tecnológico permite distribuir melhor a alocação de recursos.

A remuneração dos desenvolvedores de software livre não deriva propriamente da venda de licenças de uso, mas sim dos serviços prestados ao cliente, como a integração e adaptação do programa às necessidades de diferentes usuários, treinamento e suporte técnico. O sistema operacional livre mais conhecido é o GNU/Linux, desenvolvido coletivamente sob a coordenação Linus Torvald e tornado público e gratuito com apoio de uma rede que atingiu 150 mil colaboradores no início de 2006. Tais iniciativas permitem o compartilhamento dos códigos-fonte, favorecem a disseminação do conhecimento e facilitam a entrada de novas empresas no mercado.

Por outro lado, o fato de não existir um único dono do padrão dificulta sua

evolução em um sentido único. Enquanto os padrões proprietários comandam redes hierarquizadas que asseguram a compatibilidade de seus licenciados, o software livre tende a evoluir em diferentes direções. Outro problema para mobilizar a oferta de software livre é que ainda não existem modelos de negócios consolidados que garantam lucros. O mais provável é que as empresas de software obtenham retorno através da prestação de serviços de customização e manutenção aos usuários. Para empresas usuárias e desen-volvedoras de softwares independentes, entretanto, o software livre apresenta o potencial de combinar os benefícios da cooperação em rede com o risco de aprisionamento a padrões sobre os quais não tem qualquer influência.

Medicamentos Patenteados Versus Genéricos

A indústria farmacêutica constitui um caso emblemático em que os direitos de propriedade intelectual sobre princípios ativos e formulações de medicamentos acabaram por modificar o funcionamento das redes e dos mercados. As patentes de medicamentos, por serem de interesse da saúde pública, só foram reconhecidas na maior parte da Europa a partir dos anos 70 e no Brasil somente em 1996. A partir de então, o mercado de novos medicamentos passou a ser gradativamente controlado pelas grandes empresas multinacionais com capacidade de P&D para desenvolver e patentear novas moléculas e princípios ativos. As patentes de medicamentos são concedidas por um prazo de 20 anos.

Já os medicamentos genéricos são produzidos a partir de conhecimentos públicos ou moléculas cujas patentes já expiraram. Os laboratórios que produzem genéricos precisam submeter seus produtos a testes de bioequivalência junto a organismos certificadores de forma a provar que eles apresentam as mesmas propriedades terapêuticas dos originais. Existem também os medicamentos equivalentes, que apresentam formulações diferentes, mas têm efeito terapêutico similar. Os governos estimulam o consumo de genéricos para compensar os aumentos de custos com a aquisição de medicamentos novos protegidos por patentes.

Quando a patente expira, os remédios com marca geralmente perdem uma parcela das vendas para genéricos que são clinicamente idênticos, mas custam mais barato. O valor de mercado dos laboratórios depende dos prazos de vencimento das patentes de seus medicamentos mais lucrativos. Aqueles que não conseguem lançar um número suficiente de novos remédios para compensar o vencimento da proteção oferecida por suas patentes acabam perdendo seu valor

no mercado.

Na indústria farmacêutica, as redes funcionam essencialmente nos mercados não protegidos por patentes. Nessas áreas, articula-se uma cadeia produtiva segmentada entre fornecedores independentes de princípios ativos e empresas que formulam medicamentos. Por outro lado, nos segmentos protegidos por patentes, a tendência dos grandes laboratórios é integrar verticalmente o processo produtivo. Uma vez concluído o processo de desenvolvimento e certificação de um novo principio ativo, as etapas de formulação e preparo do medicamento em suas diferentes apresentações são relativamente simples, dispensando eventuais parceiros. Assim, a indústria deixa de ser estruturada em rede e tende a se concentrar em poucas grandes empresas, como mostra a forte tendência de concentração por meio de fusões e aquisições observada globalmente no setor.

Resumo

As redes de empresas constituem uma forma eficiente de organização da produção, pois agregam uma variedade muito maior de competências em comparação à empresa isolada. Tal aglutinação favorece a obtenção de *externalidades positivas* por meio do aumento das economias de escala e de escopo, ampliação dos mercados, aceleração do processo de inovação e intercâmbio de competências tecnológicas.

As razões pelas quais as empresas são induzidas a redefinir suas estratégias empresariais no sentido de incorporar maior cooperação estão associadas à maior complexidade tecnológica dos produtos e serviços *(fusão tecnológica)*, à globalização dos mercados, à maior facilidade de comunicação proporcionada pelas TIC e à formação de sistemas produtivos articulados por meio de redes dinâmicas e flexíveis.

Os arranjos cooperativos são usualmente classificados em dois tipos: redes hierarquizadas coordenadas por uma grande empresa e redes horizontais formadas por empresas independentes. As redes hierarquizadas são mais fáceis de funcionar ativamente, pois são dominadas por uma ou poucas empresas líderes que, em última instância, têm poder para definir as regras do jogo. A cooperação entre empresas independentes em uma relação horizontal tende a ser regionalizada por meio de arranjos produtivos locais ou se limitar a projetos pontuais e temporários.

A propriedade intelectual e os padrões proprietários podem criar grandes assimetrias de poder no interior das redes, pois concedem um monopólio – "de fato" ou legal – que, embora temporário, pode durar muito tempo.

Para entender as vantagens e desvantagens de se vincular a uma rede, é necessário identificar os núcleos virtuosos, formados por nós em que a agre gação de valor é relativamente maior, e os núcleos competitivos, em que a competição por preços é mais acirrada. Os núcleos virtuosos não são necessariamente estáveis, pois inovações e regimes de propriedade intelectual podem mudar a importância dos ativos críticos.

Outro aspecto importante é a mobilidade dentro das redes, ou seja, a possibilidade de uma empresa evoluir em termos de agregação de valor e assumir novos papéis em seu âmbito. Existem grandes assimetrias entre os participantes das redes e nem sempre uma vinculação a essa forma de governança é apropriada para empresas que pretendam evoluir qualitativamente.

Uma empresa não escolhe livremente sua posição em uma rede, mas entender o papel dos núcleos virtuosos e competitivos é essencial para a formulação de estratégias competitivas consistentes.

Leitura complementar

A rede de estudos sobre arranjos produtivos locais do Instituto de Economia da UFRJ (Redesist) apresenta em seu site (*www.redesist.ie.ufrj.br*) casos recentes brasileiros e latino-americanos de interesse. A rede vem produzindo também vários livros sobre o tema, destacando-se H. Lastres, J. Cassiolato e A. Arroio, *Conhecimento, Sistemas de Inovação e Desenvolvimento,* editora UFRJ/ Contraponto, Coleção Economia e Sociedade, 2005.

O tema da gestão de redes de cooperação interempresarias é analisado sob diferentes enfoques no livro de Teixeira, Francisco (org.), *Gestão de Redes de Cooperação Interempresariais: em busca de novos espaços para o aprendizado e a inovação.* Casa da Qualidade, 2005

Em relação às redes de firmas sugerimos a leitura do artigo de Jorge Britto, "Cooperação interindustrial e redes de empresas" no livro de D. Kupfer e L. Hasenclever. *Economia Industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil.* Editora Campus-Elsevier, 2002.

CAPÍTULO 13

Gestão da inovação na economia do conhecimento

A medida que as organizações aprofundam suas raízes na economia do conhecimento, novos mercados são criados, sobretudo em produtos e serviços intensivos em TIC. Os bens e serviços de informação têm por característica o fato de serem imateriais, não se desgastarem com o uso, e o de não estarem sujeitos ao problema da escassez que caracteriza os bens materiais. Podem ser copiados e transmitidos infinitamente praticamente sem custos. Mas como isso afeta os mercados, o ritmo de inovações e a gestão empresarial?

Do ponto de vista do empreendedor, os bens da informação representam oportunidades para obter uma lucratividade relativamente superior à média dos bens materiais. A produção de bens e serviços da informação atrai muitos novos empreendimentos, mas poucos sobrevivem de forma independente em médio e longo prazos. As empresas nem sempre conseguem ter uma dimensão do tamanho efetivo do mercado e tampouco conseguem entender prontamente os novos padrões de competição. Muitos dos princípios econômicos tradicionais não são adequados para analisar a economia do conhecimento, pois foram elaborados com base no mundo físico onde o potencial para formação de economias de redes e exploração de economias de escopo é muito mais limitado.

Este capítulo discute as oportunidades abertas pelas tecnologias da informação para o desenvolvimento de novas práticas de gestão que visam à coordenação das atividades inovadoras no âmbito empresarial. Tais oportunidades estão mais nitidamente presentes nos mercados de bens da informação. Produtos essencialmente virtuais, como filmes, música, jogos eletrônicos, serviços de informação e software, aumentam rapidamente sua participação no PIB mundial.[1] Por outro lado, torna-se cada vez mais imprecisa a fronteira entre bens físicos e virtuais. Muitos bens materiais são produzidos, vendidos e mantidos com o apoio das tecnologias da informação e são portadores de uma proporção crescente de informação e conhecimento. Bens de consumo podem ser

projetados de forma virtual, vendidos por meio do comércio eletrônico e receber apoio pós-venda pela Internet.

As TIC abrem oportunidades para a obtenção de economias de rede e economias de escopo na geração e distribuição de bens da informação. Ao contrário do fordismo, em que predominavam as economias de escala de produção, o novo paradigma se caracteriza pela exploração dos efeitos de redes e pela intensa segmentação e diferenciação de bens e serviços por meio do uso de uma infraestrutura ou base técnica comum.

Os custos de mudança e o consequente aprisionamento dos clientes são outros temas relevantes para a gestão das inovações sistêmicas discutida aqui. Selecionar rotas tecnológicas que, por um lado, evitem o aprisionamento a padrões fechados e proprietários e, por outro, deem acesso a mercados mais amplos constitui um desafio significativo para o inovador.

Dois dos aspectos que mais diferenciam a “velha” da “nova” economia no tocante a práticas competitivas são as estratégias de formação de preços dos bens da informação e as novas formas de gestão da relação com clientes. A medida que os custos de produção de bens imateriais são dominados pelos custos da primeira cópia, novas políticas de precificação vêm sendo desenvolvidas com auxílio das TIC para maximizar lucros e ampliar a penetração no mercado. Para isso, torna-se indispensável que o fornecedor entenda as necessidades dos clientes e desenvolva ou adapte produtos e serviços de forma a atender às suas necessidades, seja individualmente ou em grupos. Vamos ver como as TIC vêm sendo utilizadas para conhecer o mercado e praticar a discriminação de preços.

O conhecimento como fator de produção

O conceito de “economia do conhecimento” vem despertando crescente interesse em função de sua aplicabilidade para analisar o processo de inovação e concorrência no novo paradigma. A ideia não é nova, pois Marshall (1890, [1988:178])já reconhecia o papel do “conhecimento” como motor do progresso na economia. Ele enfatizou a necessidade de desenvolver o ensino técnico de forma a incorporar, além da destreza manual e visual, “habilidades e conhecimentos artísticos, bem como métodos de pesquisa”. As vantagens da educação, segundo Marshall, não poderiam ser medidas apenas por seus frutos diretos: “O valor econômico de um único gênio industrial é suficiente para cobrir as despesas de educação de toda uma cidade, pois uma única ideia, como, por exemplo, o grande invento de Bessemer,[2] aumenta tanto a capacidade produtiva da Inglaterra quanto o trabalho de cem mil homens.”

A medida que a economia se desmaterializa, o conhecimento assume um papel cada vez mais importante na dinâmica econômica e social. Para muitos autores, o conhecimento constitui um fator de produção ainda mais importante para o processo produtivo moderno do que a terra, o trabalho e o capital. Peter Drucker (1998) argumenta que toda riqueza, incluindo empregos, salários e acumulação de capital, se forma a partir de dados e informações úteis. Uma economia baseada no conhecimento se apoia efetivamente na habilidade de gerar, armazenar, recuperar, processar e transmitir informações, funções potencialmente aplicáveis a todas as atividades humanas.

Outro conceito que vem sendo usualmente empregado para descrever o ambiente técnico e econômico que caracteriza o atual paradigma é “economia da informação”. Tal concepção tende a considerar a informação como um produto em si, seja na forma codificada ou embutida em outros produtos e serviços. Para Shapiro e Varian (1999, p. 15), informação é “qualquer coisa que possa ser digitalizada – codificada como um fluxo de bits”. Tal conceito é menos abrangente do que o de economia do conhecimento, pois é centrado em setores produtores de informações, deixando de lado os setores que, embora estejam assentados em produtos materiais, também se modificam pelo uso intensivo de informações e conhecimento. O conceito de Shapiro é inadequado pelo fato de a economia da informação existir (na forma impressa ou em radiodifusão) mesmo antes do surgimento da tecnologia digital.

Já o conceito de sociedade da informação não faz distinção clara entre

informação e conhecimento. Seu aspecto mais distinto é o enfoque mais amplo na "sociedade" como um todo, em contraposição ao foco mais específico em atividades econômicas. O conceito de sociedade da informação geralmente é aplicado em programas de alcance social, a exemplo dos que tratam da questão da inclusão digital. A visão de que as TIC modificarão a sociedade vem sendo desenvolvida desde os trabalhos pioneiros de Daniel Bell nos anos 70. Atualmente, tal visão pode ser exemplificada por Castells (1997), para quem "a economia global se expandirá no século XXI valendo-se do aumento de poder das telecomunicações e do processamento das informações penetrando todos os países, territórios e culturas, todos os fluxos de comunicações e redes financeiras, implacavelmente varrendo o planeta em busca de novas oportunidades de lucro".

Cabe lembrar que a informação se refere aos dados codificados, enquanto o conhecimento envolve principalmente aspectos tácitos. O conhecimento constitui uma condição fundamental para se ter acesso à informação, devido à natureza da codificação linguística, técnica ou científica exigida para sua manipulação e transmissão. Ele envolve um conjunto de habilidades que constituem um *"capital humano"* de difícil reprodução.

O conceito de conhecimento como capital intangível ou fator de produção vem ganhando importância na literatura especializada. Um modelo proposto pelo Centro de Referência em Inteligência Empresarial (CRIE) da Coppe/UFRJ apresenta quatro tipos de capitais do conhecimento: (i) *capital ambiental*, definido como o conjunto de fatores que descrevem o ambiente onde a empresa está inserida, incluindo as características socioeconômicas, aspectos legais, valores éticos e culturais; (ii) *capital estrutural*, entendido como o conjunto de sistemas administrativos, conceitos, modelos, rotinas, marcas, patentes e programas de computador, ou seja, "tudo aquilo que fica na organização quando as pessoas vão embora para casa"; (iii) *capital intelectual*, referente à capacidade, à habilidade e à experiência das pessoas que integram uma organização; e (iv) *capital de relacionamento*, definido como a rede de alianças e parcerias desenvolvidas pelas empresas (Baldam, 2005). A sinergia entre esses capitais constitui um dos principais fatores de competitividade.

A Tabela 13.1 sumariza as diferentes definições adotadas na literatura internacional sobre economia e sociedade da informação e conhecimento.

Tabela 13.1

Definindo economia e sociedade da informação e conhecimento

	Economia	**Sociedade**
Informação	Setor da Informação: *tudo que pode ser digitalizado* (Shapiro e Varian)	Inclusão digital, aplicações sociais das TIC (WSIS)
Conhecimento	Fator de produção para toda a economia (Peter Drucker)	Nova dinâmica com base no conhecimento (Castells)

Gestão das relações com clientes

As tecnologias da informação apresentam ferramentas que permitem conhecer melhor as necessidades dos clientes. Os sistemas conhecidos como CRM *(customer relationship management)*, por exemplo, melhoram substancialmente a gestão do relacionamento entre a empresa e o mercado. O CRM procura desenvolver o conceito de "marketing um a um" configurando produtos e serviços para atender às necessidades personalizadas dos clientes. Para isso, é necessário utilizar ferramentas que identifiquem as necessidades específicas e auxiliem o redesenho dos processos de forma a incorporar o ponto de vista do cliente. A Tabela 13.2 apresenta as principais atividades envolvidas no CRM e o suporte necessário em termos de ferramentas de software e serviços de Internet para interagir com clientes e monitorar seus hábitos e preferências.

Tabela 13.2

Atividades de CRM e suporte de TI

Atividade de CRM	Suporte de TI
Uso de *call centers* (voz e *web)*	Sistemas inteligentes para responder às perguntas mais frequentes
Monitoramento das ordens dos clientes dentro da empresa	Software para planejamento e monitoramento de produtos em processo; Intranets
Criação da função de gerente de conta e equipes especializadas	Sistemas inteligentes para consulta; *groupware* para facilitar a colaboração
Seminários e atividades educativas para clientes (bancos, hospitais, universidades)	Treinamento on-line, Internet
Monitoramento da entrega pelo próprio cliente	Registros do fluxo dos produtos através de código de barras e disponibilização na Internet
Segmentação dos clientes	*Data mining* e *data warehouses*
Customização dos produtos para atender às necessidades específicas dos clientes	Sistemas inteligentes para saber o que o cliente quer; CAD/CAM para reduzir os custos da customização
Fórum de discussão com clientes	Salas de *chat;* patrocínio de *newsgroups*
Recompensa aos clientes frequentes por meio de programas de fidelidade	*Data mining, data warehouses* e cartões inteligentes para monitorar compras de clientes

Fonte: Adaptado de Turban, Rainer e Potter (2003).

Para responder de forma rápida a uma maior variedade da demanda, é necessário que a organização tenha flexibilidade operacional, qualidade total e trabalhadores mais qualificados e polivalentes. O benefício é que os produtos e serviços customizados apresentam maior valor agregado e comandam melhores preços.

Gestão dos custos de transação

Os custos de transação estão relacionados ao processo de busca, negociação e contratação de novos parceiros comerciais. Incluem, também, os riscos de não cumprimento dos termos acordados no contrato. Os contratos são intrinsecamente peças incompletas, pois não podem prever todas as situações, abrindo a possibilidade de comportamentos oportunistas por parte dos agentes econômicos envolvidos na transação. Os fatores determinantes da transação incluem racionalidade limitada, complexidade e incerteza, oportunismo e especificidade de ativos (Fiani, 2002).

A racionalidade limitada ocorre em função da complexidade e da incerteza do ambiente econômico. Tem como consequência a assimetria de informações entre as partes envolvidas em uma transação. A especificidade dos ativos ocorre quando uma ou ambas as partes contratantes precisam fazer investimentos em máquinas, imóveis, software e tecnologias que apresentam baixa liquidez. Isso quer dizer que não existem outros clientes para os produtos e serviços gerados pelo novo investimento. Cria-se, portanto, uma dependência que pode elevar os custos de transação.

O uso das TIC pode contribuir para reduzir os custos de transação de duas formas diferentes. Primeiro, através do maior acesso às informações sobre preços, estoques, cotações, condições de oferta e outras variáveis que constituem fontes potenciais de custos de transação. O acesso pela Internet a informações e análises sobre mercados pode reduzir algumas formas de discriminação de preços, como vender mais caro a clientes desavisados sobre os preços da concorrência. Mesmo em segmentos onde existem relativamente poucas transações diretas on-line é possível comparar automaticamente preços de diferentes lojas e fornecedores, permitindo que o consumidor aumente sua gama de informações antes de decidir pela compra. Os leilões reversos de compras realizados pelo governo federal e empresas privadas são exemplos de formas de redução dos custos de transação via Internet.

A segunda outra forma de reduzir custos de transação utilizando TIC é o estabelecimento de contratos coletivos em transações envolvendo licenciamento de software e compra e venda de produtos e serviços. A Internet multiplica o acesso ao usuário, reduzindo custos com contratos e negociações específicas. As regras para permitir downloads, os prazos de entrega, as diferentes formas de pagamento, as condições de devolução, as garantias e os serviços de assistência

técnica são claramente indicados antes de cada operação. Embora em alguns casos, notadamente de produtos e serviços de maior valor, exista a possibilidade de negociações específicas, as empresas vendedoras na rede conseguem reduzir substancialmente os custos e os atritos inerentes ao processo tradicional de negociação, em que os vendedores se veem forçados a oferecer descontos, maiores prazos de pagamentos e outras vantagens.

Do ponto de vista do cliente, os custos de transação também podem ser reduzidos pela maior visibilidade e pelo risco de comportamentos oportunistas por parte das empresas vendedoras. A reputação da empresa na Web é um ativo de grande importância. Clientes insatisfeitos geralmente relatam sua má experiência em sites de *chat,* fóruns de usuários ou através de e-mail. As em presas da rede tendem a evitar conflitos com seus clientes, reduzindo os riscos para o usuário.

Economias de redes e seleção tecnológica

Vimos, no Capítulo 12, como os setores organizados em redes tanto físicas quanto virtuais produzem externalidades positivas para seus membros. Uma rede ferroviária, por exemplo, aumenta desproporcionalmente sua utilidade para os usuários ao expandir a frequência das viagens e a variedade dos destinos. Nas redes essencialmente virtuais, como telecomunicações, televisão e cartões de crédito, o potencial para geração de economias de redes é ainda maior, pois novos usuários adicionam valor em proporção muito superior ao aumento de custos. Isso ocorre porque na economia da informação os custos fixos de produção são altos, enquanto os custos marginais tendem a zero. O aumento do número de usuários de uma rede de TV aberta, por exemplo, não altera os custos de produção, mas aumenta a receita total. Os custos de produção são fixos, mas a receita dependerá do nível de audiência, que serve como parâmetro para fixação dos preços da publicidade comercial. Quanto maior a audiência maior será a receita publicitária e, consequentemente, o faturamento da emissora.

Nas redes virtuais, os novos usuários ampliam as possibilidades de comunicação entre seus integrantes. Em consequência, a utilidade da rede para seus membros passa a ser maior, aumentando também a capacidade de atrair novos participantes. O valor das redes para seus usuários cresce exponencialmente em função do número de participantes, como mostra o Caso 13.1.

Caso 13.1

A “lei” de Metcalfe e o valor das redes

“As externalidades de rede serviram como base para Bob Metcalfe, o inventor da Ethernet, criar uma regra para calcular seu valor. Se existem *n* pessoas em uma rede e o valor da rede para cada uma delas é proporcional ao número de *outros* usuários, então o valor total da rede (para todos os usuários) é

proporcional a $n * (n—l) = n^2 – n$. Isso quer dizer que, se o valor de uma rede para um único usuário é de um real para cada outro usuário da rede, então uma rede com 10 participantes tem um valor aproximado de R$100. Em contraste, uma rede com 100 participantes tem um valor estimado em R$10.000. Portanto, um aumento de 10 vezes no tamanho de uma rede leva a um aumento de 100 vezes no seu valor.”

Fonte: Shapiro e Varian, 1999.

Os efeitos de rede dão origem ao *feedback positivo*, um processo que fortalece ainda mais as tecnologias ou padrões que se tornaram dominantes no mercado. As redes com poucos usuários tendem a desaparecer, ao passo que aquelas que despontam como vencedoras tendem a dominar todo o mercado. O êxito alimenta a si mesmo, produzindo um círculo virtuoso conhecido como a lógica do “vencedor leva tudo”.

A economia de redes tem importantes implicações para a gestão de inovações. Para uma empresa que seleciona um equipamento, sistema ou padrão tecnológico, é recomendável associar-se a redes e padrões que deem acesso ao maior número possível de contrapartes. A adesão às pequenas redes pode representar riscos com relação à atualização tecnológica, ao suporte técnico e à própria existência da rede no futuro. Caso os demais fatores de decisão – custos dos equipamentos e serviços, aprisionamento ao padrão e adequação da rede aos objetivos da firma – sejam indiferentes, a tendência é optar pela maior rede.

Inovações e economias de escopo

As *economias de escopo* ocorrem quando a empresa dilui seus custos ao ampliar a gama de produtos e serviços oferecidos no mercado. Os bens da informação se defrontam com oportunidades para obter economias de escopo, já que podem ser formatados de formas diferentes por meio do aproveitamento de uma mesma fonte, arquivos, infraestrutura, instalações, equipamentos, capacitação tecnológica ou canal de distribuição. A sinergia entre a natureza do investimento e a capacitação necessária para produzir ou distribuir produtos diferentes com elementos comuns permite a diluição dos custos fixos e o melhor aproveitamento da capacitação existente.

A exploração das economias de escopo pode se dar tanto pela diversificação – oferecer novos produtos e serviços com base na mesma infraestrutura – ou na criação de novas versões dos produtos. As versões visam a capturar o interesse de usuários individuais ou grupos específicos que apresentam características comuns. Os serviços de informação são diferenciados conforme o valor atribuído pelos clientes a determinados atributos, como a profundidade de conteúdo, a qualidade da resolução, a rapidez do acesso ou o grau de especialização da informação. A diferenciação do produto evita a transformação da informação em *commodity* permitindo a diferenciação de preços conforme o valor atribuído a cada cliente.[3]

As estratégias de inovação devem levar em consideração as oportunidades para exploração de economias de escopo, seja diretamente ou em associação com outros fornecedores de serviços complementares. As empresas de sucesso na formação de comunidades virtuais, aquelas que efetivamente conseguem consolidar uma rede de usuários e clientes, se encontram em excelente posição para agregar novos serviços e assim se transformar em portais horizontais. O mesmo ocorre com empresas que detêm marcas fortes e infraestruturas de apoio.

Custos de mudança e aprisionamento do cliente

O aprisionamento do usuário a um padrão ou modelo é consequência dos custos de troca de um sistema para outro, que podem ser evitados quando se mantém o padrão existente. A adesão a um novo padrão requer investimento em ativos específicos visando a assegurar a compatibilidade de partes, peças e equipamentos periféricos e a adaptação e treinamento do usuário em novos equipamentos e sistemas.

Os custos de mudança para um novo padrão tecnológico costumam ser muito maiores do que aparentam, pois estão escondidos em necessidades que só aparecerão depois. Por exemplo, o custo total de transição para um novo sistema integrado de gestão chega a ser onze vezes maior do que o custo das licenças de software. Isso ocorre em função da necessidade de melhorar a infraestrutura computacional, recorrer a consultorias para solucionar problemas de implantação, desenvolver programas de treinamento, converter programas legados, reestruturar os processos internos da empresa e suas interfaces com clientes e fornecedores.

Os custos de mudança são críticos nas tecnologias da informação, aprisionando clientes de uma forma impensável na economia tradicional. Por exemplo, quando um motorista troca de carro, a forma de dirigir permanece a mesma e a vaga na garagem pode servir ao novo veículo sem mais problemas. Já quando se troca o sistema operacional de um computador será necessário trocar o formato dos documentos e adaptar o software aplicativo. Os usuários terão de iniciar um novo processo de aprendizado formal e tácito para operar com eficiência os novos sistemas, adicionando custos de troca que podem contribuir para o aprisionamento.

Caso 13.2

As economias de escala e de escopo do Submarino em comércio eletrônico

A Internet oferece um bom exemplo de como o desenvolvimento

de ativos complementares em tecnologias da informação permite às empresas entrarem em novos negócios. Uma vez implantada a infraestrutura para venda de produtos ou serviços, é possível responder a aumentos na demanda com investimentos relativamente pequenos, assim como diversificar o conteúdo de um site de forma a obter economias de escopo. Este fato é ilustrado por Martin Escobari, diretor do varejista virtual Submarino. “Quando crescemos, ganhamos escala e negociamos melhor com os fornecedores. Também diluímos os custos fixos com mais eficiência do que um varejista tradicional, já que não temos de abrir outras lojas para ampliar as vendas. Para alcançar 59% de crescimento em 2005, a empresa precisou investir apenas 2% da receita para ampliar a operação. O varejo físico teria de investir até 15% das receitas na abertura de novas lojas para crescer neste patamar. São os benefícios da natureza do negócio virtual.”
Fonte: Valor, 13 de fevereiro de 2006, p. B3.

As práticas mostram que pequenos custos indiretos de mudança acabam por ter um grande impacto no aprisionamento dos clientes. Os casos dos números telefônicos e endereços na Internet ilustram este ponto. Embora o custo direto da mudança de uma operadora telefônica ou de um provedor de Internet para outro tenda a zero, em função de uma política agressiva de atração de novos clientes, o custo indireto de mudar o número telefônico ou o endereço eletrônico pode ser muito alto para empresas e indivíduos em função da perda de contatos. O aprisionamento dos clientes nas telecomunicações constitui uma preocupação dos órgãos reguladores. A Lei Geral de Telecomunicações prevê a portabilidade dos números telefônicos, um dispositivo legal que permite que os usuários levem consigo seu número telefônico ao mudar de operadora. Na prática, porém, a portabilidade ainda não foi implantada no Brasil nem há previsão de quando ocorrerá. Na Internet, o endereço eletrônico é um ativo importante e a venda de domínios já constitui um mercado, a exemplo do que ocorre com marcas registradas.

O advento do acesso gratuito mostra a importância do aprisionamento como

estratégia competitiva na Internet. A base de clientes é um ativo muito valioso para o provedor e o valor atual da conquista de um novo cliente, descontadas as taxas de juros praticadas no mercado, pode ser muito maior do que o valor das mensalidades que deixam de ser cobradas pelo provedor de Internet. As receitas são obtidas de duas formas básicas. A primeira é através da geração de tráfego telefônico pelos usuários de linhas discadas. As operadoras de telefonia fixa repassam parte das tarifas para o provedor, cobrindo, assim, seus custos operacionais. A segunda é através da venda de publicidade. Quanto maior for a base de clientes, maior será o preço do *banner* pago por anunciantes e maior a viabilidade da prestação de múltiplos serviços ao cliente. A maioria dos usuários da Internet é fiel a determinados sites, tendendo a concentrar suas compras e consultas em poucos endereços. Muitos assinantes transitam exclusivamente em sites relacionados a seus provedores, acessando outros endereços somente quando existem *links* referenciados.

A Tabela 13.3 mostra as diferentes formas de aprisionar um cliente e os respectivos custos de troca. Os *compromissos contratuais* são as formas mais tradicionais de aprisionamento no mercado de serviços, a exemplo de contratos de locação e de prestação de serviços técnicos, que geralmente incluem multas rescisórias. Na economia da informação, as empresas geralmente procuram formas contratuais indiretas de prender clientes. As operadoras de celular, por exemplo, podem oferecer descontos na compra de um aparelho para assinantes que se comprometam a permanecer um ano como clientes. Caso interrompa a assinatura, terá de pagar mais pelo aparelho, criando, assim, uma forma de indenização compensatória.

Tabela 13.3

Tipos de aprisionamento e custos de troca

Tipos de aprisionamento	Custos de troca
Compromissos contratuais	Indenizações compensatórias
Licenças de uso e padrões técnicos	Necessidade de adquirir novas licenças de uso
Compra de equipamentos	Substituição de equipamentos, periféricos e acessórios. Custo tende a cair com o tempo
Treinamento em marca ou padrão específico	Aprender novo sistema. Custos tendem a subir com o tempo
Informação e bancos de dados	Conversão dos programas e dados
Fornecedores especializados	Desenvolvimento de novos fornecedores
Custos de busca	Custos de experimentação, testes
Programas de fidelidade	Benefícios perdidos pelo usuário

Fonte: Adaptado de Shapiro e Varían (1999).

As *licenças de uso* de determinadas tecnologias podem constituir uma importante forma de aprisionamento, pois ao mudar de padrão técnico o usuário perderá os recursos despendidos em *royalties* e licenças e provavelmente terá de pagar novos direitos pelo uso de outro padrão. O padrão técnico aprisiona também pelo fato de condicionar o processo de aprendizado e exigir investimentos em ativos específicos que não podem ser utilizados em outros padrões.

A *compra de um equipamento* aprisiona o cliente em função do investimento realizado e da vida útil do produto. À medida que o equipamento é amortizado ou começa a apresentar defeitos, o grau de aprisionamento diminui, pois o cliente começa a cogitar sua substituição. Durante o prazo de aprisionamento, o usuário pode se ver forçado a comprar bens e serviços complementares a preços exorbitantes. O Caso 13.3 ilustra a estratégia de capturar clientes através de subsídios na compra de equipamentos e lucrar com a venda de acessórios e serviços.

Caso 13.3

Estratégia do aprisionamento em impressoras e cartuchos

Comprar uma impressora nova pode custar o mesmo preço de dois cartuchos de tinta. Tal relação não está associada aos custos de produção, mas sim ao modelo de negócios adotado a partir do final dos anos 90 pelos fabricantes de impressoras. Até então, grande parte do lucro das empresas vinha da própria venda de impressoras. Os fabricantes perceberam, então, que vender os equipamentos a preços baixos permitia a captura de novos clientes, garantindo maiores lucros com a venda de cartuchos. Embora haja a possibilidade de utilizar cartuchos remanufaturados ou compatíveis, a qualidade da impressão pode ser prejudicada, levando os consumidores mais exigentes a preferir o suprimento original garantido pelo fornecedor da impressora. A estratégia dos fabricantes se apoia em técnicas de

> aprisionamento dos clientes que dificultam o uso de produtos compatíveis, criando interfaces e padrões difíceis de serem copiados.

O *treinamento dos usuários* em um padrão ou marca específica constitui um custo de mudança nada desprezível, considerando a importância cumulativa do aprendizado. Quando o processo de aprendizado é coletivo, os custos de mudança são ainda maiores. O exemplo clássico é o teclado das antigas máquinas de escrever, conhecido como padrão QWERTY, em função da sequência da primeira linha de letras. A disposição das teclas nesse padrão foi propositalmente projetada para dificultar a digitação, pois as máquinas de escrever apresentavam o problema mecânico de prender as hastes de impressão, caso as teclas fossem pressionadas muito rapidamente. Com o surgimento da máquina de escrever elétrica e do computador pessoal, houve algumas tentativas de redesenhar a disposição do teclado, visando facilitar a digitação. Entretanto, a reação negativa dos usuários, acostumados ao padrão tradicional, inviabilizou a mudança.

Os *custos de busca* se referem às dificuldades de obter informações e selecionar novos fornecedores. Na economia da informação, tais custos podem aumentar quando os serviços são personalizados e dependem do conhecimento do fornecedor sobre o histórico e os processos do usuário. No mercado de *outsourcing*, por exemplo, a experiência do fornecedor de serviços de informática com as práticas organizacionais adotadas por seu cliente pode representar uma fonte de aprisionamento muito forte. Dificilmente o cliente vai encontrar um fornecedor alternativo capaz de entender imediatamente suas necessidades e realizar por conta própria os investimentos em ativos específicos necessários para prestar os serviços. Os custos de busca acabam por fortalecer o poder de barganha do atual fornecedor, principalmente se ele for muito especializado.

Por fim, os *programas de fidelidade* que proporcionam prêmios ou descontos para usuários frequentes vêm se tornando uma ferramenta importante para aprisionar clientes em empresas aéreas, operadores de telefonia celular, hotéis, cartões de crédito, aluguel de automóveis, serviços bancários, seguros, restaurantes, entre outras. A lógica é dividir com os clientes os ganhos relativos à

regularidade da relação, que permite ganhos de escala e melhor planejamento das operações. Além disso, os programas de fidelidade dificultam a entrada de concorrentes no mercado, pois são benefícios cumulativos que podem levar algum tempo para serem construídos.

Do ponto de vista da gestão, os usuários devem procurar entender os custos relacionados ao aprisionamento ao longo do ciclo de vida de equipamentos, serviços e tecnologias e atuar com os olhos no futuro. A adesão a padrões abertos ou compartilhados por diferentes fornecedores é geralmente melhor do que aderir a padrões dominados por um único fornecedor.

Gestão de preços na economia do conhecimento

Detalhes sobre as necessidades de clientes individuais eram informações pouco relevantes na era fordista, pois a indústria vendia grandes quantidades de produtos idênticos a uma massa indiferenciada de consumidores. Entretanto, diante da tendência atual de segmentação do mercado por clientes e grupos de consumidores, cresce a necessidade de informação que possa levar a um melhor atendimento da demanda. Por meio da segmentação, é possível atingir mercados distintos e praticar preços diferenciados segundo a necessidade e a renda dos clientes.

A rápida difusão de novos bens da informação vem abrindo caminho para práticas de formação de preços que não guardam relação direta com custos de produção. O fato de a informação ser cara de produzir, porém barata de reproduzir, faz com que os custos de produção sejam concentrados nos investimentos realizados na primeira cópia. O desenvolvimento de produtos da informação, como software, filmes ou jogos eletrônicos, pode exigir grandes aportes iniciais, mas cada cópia adicional tem custos insignificantes. Em termos econômicos, podemos dizer que os bens da informação têm altos custos fixos e baixos custos variáveis. Não havendo relação direta com os custos de produção, que parâmetros são utilizados para a formação de preços?

Os preços que os consumidores estão dispostos a pagar pelos bens da informação estão relacionados aos benefícios que eles esperam obter com seu uso. Para que tal discriminação de preços ocorra, o fornecedor precisa conhecer a utilidade dos bens para seus clientes, assim como sua renda e hábitos de consumo. Progressivamente, as TIC se tornam o principal instrumento para a observação e análise do comportamento do consumidor, abrindo espaço para novos tipos de estratégias de marketing que antes eram muito difíceis de conduzir. Utilizando ferramentas de software e comunicação, o vendedor pode agora oferecer produtos diferenciados pelas características do consumidor individual e praticar a discriminação de preços.

A discriminação perfeita de preços ocorre quando é cobrado de cada comprador individual o preço máximo que ele está disposto a pagar por cada unidade de um bem. Dessa forma, o vendedor se apropria de todo o excedente do consumidor. Na prática, porém, a discriminação perfeita de preços raramente é

viável e, como alternativa, os compradores são divididos em grupos de acordo com sua renda, localização e tipo de atividade econômica. O objetivo da divisão em grupos é segmentar o mercado a partir da elasticidade da demanda de cada um e assim maximizar os lucros cobrando mais dos grupos com menor elasticidade. Uma firma que pratica a discriminação de preços obtém maiores margens de lucro em mercados mais ou menos cativos e uma margem menor em mercados mais competitivos. Segundo a teoria econômica, existem três tipos de discriminação de preços:

• **Discriminação de preços de primeiro grau**

A discriminação se apoia no desenvolvimento e na configuração de produtos altamente personalizados cujo preço é estabelecido em função da utilidade do produto ou serviço para o cliente individual. Apelidado de "marketing um a um", tal prática ocorre em áreas onde os produtos ou serviços são feitos por encomenda. A Internet abre oportunidades para estratégias de configuração do produto diretamente pelo cliente, como foi mostrado no exemplo da venda de micros personalizados no Capítulo 11.

A discriminação de preços também pode ocorrer em função do histórico individual, fazendo distinção, por exemplo, entre novos e velhos clientes. Tal discriminação nem sempre é positiva. Operadoras de cartões de crédito costumam oferecer isenção de anuidade para novos clientes, como isca para o aprisionamento, enquanto cobram tarifas plenas de clientes mais antigos. Outra forma de discriminar preços é diferenciar clientes regulares e esporádicos. Os softwares de "mineração de dados" (CRM), por exemplo, permitem fazer ofertas segundo o histórico de vendas e as preferências de cada cliente. As informações podem ser obtidas de diferentes formas: no caixa de um supermercado, no histórico do cartão de crédito, no monitoramento de compras pela Internet etc.

• **Discriminação de preços de segundo grau**

Neste caso, os preços são diferenciados em função de modelos e versões configuradas para atender a diferentes segmentos do mercado. Por exemplo, os filmes cinematográficos são inicialmente exibidos em cinemas, passando depois a serem comercializados via DVD e na TV por meio do *pay-per-view.* Esgotados esses canais, o filme passa a ser apresentado nas TVs a cabo e, finalmente, na aberta. Em caso de grande sucesso, seus personagens podem ser explorados em jogos eletrônicos, brinquedos e *gadgets* orientados para o mesmo público-alvo.

• **Discriminação de preços de terceiro grau**

Trata-se de segmentar do mercado em função de grupos de usuários. A diferenciação de preços se baseia no perfil profissional, na faixa etária, na

capacidade de pagamento, na região geográfica ou na classe social. Como exemplo, temos os pacotes de serviços oferecidos por operadoras de telefonia (pré ou pós-pago, contratos para uso de DDD e DDI), assim como a concessão de descontos para estudantes e idosos, membros de associações, assinantes de jornais etc.

Do ponto de vista da formatação dos produtos da informação, a Internet permite ampliar a prática de vender pacotes nos quais dois ou mais produtos distintos são vendidos por um único preço. Tal estratégia é particularmente atraente em produtos digitalizáveis, pois o custo marginal para adicionar um produto extra a um pacote é desprezível. Outro efeito desejado é aumentar as barreiras à entrada para eventuais concorrentes. Através do pacote, o usuário adquire mais produtos do que estaria disposto a comprar caso fossem vendidos separadamente.

Por exemplo, os altos custos dos investimentos necessários para interco-nectar um novo cliente a uma rede de comunicações estimulam políticas de maior utilização dos serviços até o limite de sua capacidade. Uma vez que um novo cliente de TV a cabo ou telefonia é integrado à rede, adicionar mais serviços ao usuário acresce poucos custos para a emissora. Do ponto de vista da oferta, o máximo de produtos deve ser oferecido por meio de uma política de preços flexível. Os pacotes devem buscar atender à segmentação natural do mercado ou criá-las através de investimentos em promoção.

Do ponto de vista da gestão da inovação, as novas práticas de formação de preços indicam a necessidade de diferenciar produtos e serviços a partirde um maior conhecimento das características do mercado. Para isso, é necessário investir em pesquisas de mercado, monitorar hábitos dos consumidores e eventualmente focar em grupos específicos.

Resumo

Finalizamos o estudo da gestão da inovação olhando para o futuro e examinando os novos desafios e as oportunidades abertas pela economia da informação e do conhecimento. O fato de a produção dos bens da informação ser dominada pelos custos da primeira cópia permite a criação de novas estratégias de formação de preços desenhadas para maximizar o retorno dos investimentos em P&D e ampliar a penetração no mercado. As TIC habilitam novas práticas de discriminação de preços por meio do conhecimento da utilidade dos bens e serviços para diferentes clientes.

Ao contrário do fordismo, em que o objetivo era obter economias de escala de produção, o novo paradigma se caracteriza pela exploração dos efeitos de redes para obtenção de economias de escala da demanda. Na produção de bens imateriais, o aumento do número de usuários não altera os custos de produção, mas aumenta a receita total. À medida que a rede cresce, ela tende a beneficiar também os usuários que passam a se defrontar com uma ampliação da capacitação coletiva e da rede de serviços associados.

Uma empresa terá mais oportunidades no mercado se associando a padrões tecnológicos amplamente utilizados. Quanto mais usuários um padrão tiver, mais pessoas estarão dispostas a comprar, manter e aperfeiçoar suas partes e subconjuntos. Assim, não mais havendo diferenças, é melhor ligarse a uma rede grande ou a um padrão tecnológico amplamente difundido. O uso de infraestrutura ou base técnica comum permite a exploração de economias de escopo.

Outro tema abordado são os custos de mudança que levam ao aprisionamento dos clientes. A economia da informação, por depender de padrões que assegurem a compatibilidade de diferentes subsistemas, é caracterizada por estratégias de criação de monopólios no fornecimento de produtos complementares. Trancar clientes em padrões técnicos proprietários é o sonho das empresas fornecedoras, mas pode constituir um pesadelo para os usuários. O entendimento das implicações das decisões técnicas quanto à liberdade futura constitui um elemento essencial da gestão da inovação.

Leitura complementar

O tema Economia do Conhecimento é desenvolvido por vários autores, como Peter Drucker, Robert Reich, David Landes, Lester Turow. O livro de D. Neef (editor) *The Knowledge Economy*, editora Butterworth-Heinemann reúne importantes artigos sobre o tema.

O livro *Que ferramentas devo usar?*, organizado por Roquemar Baldam, apresenta os recursos tecnológicos disponíveis para a gestão do conhecimento em empresas, envolvendo tanto as tecnologias que gerenciam bancos de dados quanto aquelas que lidam com conteúdo não estruturado.

Nonaka e Takeuchi mostram como as empresas japonesas geram a dinâmica da inovação no livro *Criação de conhecimento na empresa*, Editora CampusElsevier.

[1]A indústria de software já representa 2% do PIB norte-americano, além de ser um importante instrumento para o aumento da produtividade da economia como um todo (Silveira, 2004).

[2]Processo de produção de aço por meio de conversor, inventado pelo engenheiro inglês Henry Bessemer, que se tornou de uso universal no século XIX (ver Capítulo 1).

[3]Por exemplo, serviços de informação sobre as cotações da Bolsa de Valores de São Paulo podem ser diferenciados segundo o tempo de recebimento da informação. A assinatura de um serviço on-line, indispensável para grandes investidores e instituições financeiras, pode ser vendida a um preço superior a um serviço defasado em 15 minutos.

Glossário

Acumulação primitiva de capital. "Processo de acumulação de riquezas ocorrido na Europa entre os séculos XVI e XVIII, que possibilitou as grandes transformações econômicas da Revolução Industrial. Foi estudado e descrito por Karl Marx, que tomou a Inglaterra como modelo de sua teoria. A acumulação primitiva, para Marx, se desenvolveu a partir de dois pressupostos: 1) a concentração de grande massa de recursos (dinheiro, ouro, prata, terras, meios de produção) nas mãos de um pequeno número de proprietários; 2) a formação de um grande contingente de indivíduos desprovido de bens e obrigados a vender sua força de trabalho aos senhores de terra e donos de manufaturas. Historicamente, isso foi possível graças às riquezas acumuladas pelos negociantes europeus com o tráfico de escravos africanos, ao saque colonial (metais preciosos), à apropriação privada de terras comunais dos camponeses, ao protecionismo às manufaturas nacionais e ao confisco e venda, a baixo preço, das terras da igreja por governos revolucionários. Com o advento da Revolução Industrial, conclui Marx, a acumulação primitiva foi substituída pela acumulação capitalista." (Sandroni, 2004:13)

Antidumping. Medidas adotadas no âmbito da política comercial visando evitar práticas de rebaixamento artificial de preços *(dumping)* para eliminar ou prejudicar a produção local.

Barreiras à entrada. Características das condições econômicas ou tecnológicas de um mercado que elevam os custos e dificultam a entrada de novas firmas nesse mercado. Por exemplo, a diferenciação de produtos torna difícil a entrada de novas firmas, pois elas terão de realizar grandes investimentos em publicidade para ter sua marca reconhecida pelos consumidores. Da mesma forma, o papel das economias de escala e das dificuldades de acesso à

tecnologia inviabilizam a entrada de novas empresas em determinados mercados.

Behaviorismo. Derivado do termo inglês *behaviour* (comportamento), enfatiza a importância dos fatos objetivos passíveis de observação, basicamente a fórmula estímulo-resposta como base de uma psicologia científica. Na área de Administração, a escola behaviorista refere-se à Teoria das Organizações e pode ser considerada um desdobramento da Escola das Relações Humanas, mas com uma ruptura com alguns de seus elementos prescritivos (Sandroni, 2004:49).

Benchmarking. Comparação do desempenho de diferentes equipamentos, processos ou sistemas de produção através de indicadores específicos. Geralmente toma como base de comparação a tecnologia ou o sistema mais competitivo, estimando-se, assim, a distância que os separa dos demais.

CAD/CAM *(computer aided design and manufacturing).* Projeto e manufatura assistidos por computador, permitindo a integração do projeto dos componentes e sistemas e do projeto do sistema de fabricação.

Capacidade ociosa. Diferença entre o volume efetivo de produção e o que seria possível produzir com a capacidade instalada.

Capital circulante. Parte do capital destinado às despesas correntes de uma empresa, como matérias-primas, salários, matérias auxiliares etc. Para os clássicos, é a parte do capital não fixa, isto é, aquela que não é destinada à compra de equipamentos, máquinas e instalações (Sandroni, 2004:79).

Catching up. Redução do hiato tecnológico por meio da rápida incorporação de tecnologias já existentes.

Centralização do capital. Processo de concentração da produção em determinadas empresas. O conceito de centralização difere da concentração por focalizar em empresas específicas (líderes), e não em um determinado conjunto de empresas.

Clusters. Aglomeração espacial de empresas articuladas horizontal e/ou verticalmente de forma a gerar economias externas. Conhecidos no Brasil como “arranjos produtivos locais”, os *clusters* reúnem não só empresas de um mesmo setor ou cadeia produtiva, mas também instituições de apoio,

como escolas técnicas, laboratórios de pesquisa e certificação, prestadores de serviços especializados, fornecedores de equipamentos etc.

Cobb-Douglas. Tipo particular de função de produção proposta em um artigo na *American Economic Review* de 1928 que tenta explicar a relativa constância das parcelas de capital e trabalho na renda nacional.

Commodities. Produtos relativamente homogêneos de origem agrícola, mineral ou industrial que são transacionados com base em preços estabelecidos no mercado internacional.

Competição qualitativa. Deriva de diferenciação do produto (e não do preço), através da qualidade, performance ou *design* do produto.

Composição orgânica do capital. Relação entre capital constante (ativos fixos) e variável. Em termos práticos, corresponde à relação entre os custos de capital e salários.

Concentração de capital. Processo pelo qual a estrutura de uma indústria passa a ser controlada por um número cada vez menor de empresas. Ver Concentração econômica.

Concentração econômica. O grau no qual um número relativamente pequeno de empresas responde por uma significativa proporção do produto e emprego. Uma indústria é considerada concentrada quando, por exemplo, 80% do faturamento são concentrados em apenas quatro empresas. Por outro lado, uma indústria é considerada desconcentrada quando existem muitas firmas aproximadamente do mesmo tamanho. O grau de concentração é, portanto, uma característica da distribuição das firmas por tamanho.

Concorrência perfeita. "Modelo, criado pela economia clássica, da forma que assumiria um mercado se fossem satisfeitas as seguintes condições: 1) existência de grande número de vendedores, cada um dos quais incapaz de forçar a baixa dos preços por não poder fornecer uma quantidade maior de produtos do que os demais; 2) todos os compradores e vendedores com o mais completo conhecimento dos preços e disponibilidades do mercado local e de outras praças; 3) inexistência de significativas economias de escala, de modo que nenhum vendedor possa crescer a ponto de dominar o mercado; 4) inexistência de barreiras à livre movimentação dos fatores de produção e dos

empresários; e 5) homogeneidade do produto. O modelo impõe características semelhantes do lado da demanda. Em um mercado assim estruturado, cada produtor operaria com a mais alta taxa de eficiência, seu produto teria o mais baixo custo e seu lucro seria o mínimo necessário. O conceito de concorrência perfeita é usado apenas por seu valor analítico, pois não existe na prática." (Sandroni, 2004:119)

Copyrights. Direitos de cópia atribuídos a obras publicadas.

Cournot, Antoine Augustin (1801-1877). Professor de Análise e Mecânica na França, seu principal trabalho econômico foi *Recherches sur les principes mathématiques de la théorie des richesses*, publicado em 1838, no qual ele estabelece os instrumentos básicos na teoria da firma de forma matemática.

Custos de transação. Custos relativos ao processo de busca, negociação e contratação de novos parceiros comerciais e os riscos de não cumprimento dos termos acordados no contrato.

Custos afundados. Investimentos realizados em ativos específicos que são irrecuperáveis pela falta de liquidez em outras utilizações.

Determinismo tecnológico. Linha de pensamento que atribui à tecnologia um caráter independente, capaz de influenciar o rumo da economia e da sociedade.

Draw back. Política que possibilita a isenção de impostos para insumos e componentes importados necessários para a fabricação de produtos para exportação.

Delphi. Técnica de prospecção tecnológica baseada na busca por consenso que pode ser aplicada em uma grande diversidade de objetivos. O princípio conceitual que orienta a realização de exercícios Delphi é o de buscar otimizar o processo de obtenção de opiniões de um grupo de especialistas minimizando os problemas causados por personalidades dominantes ou polarização excessiva do processo de interação, frequentes em painéis presenciais (ver Caruso e Tigre, 2004).

Economia neoclássica. Escola de pensamento econômico predominante entre 1870 e a Primeira Guerra Mundial, também conhecida como escola marginalista por fundamentar-se na teoria subjetiva do valor da utilidade

marginal para reelaborar a teoria econômica clássica. Foi desenvolvida a partir da tradição estabelecida por Leon Walras no final do século XIX. É caracterizada pelos sistemas teóricos macroeconômicos construídos para explorar condições de equilíbrio estático. Os instrumentos utilizados frequentemente tomam a forma de análise comparativa de estados em equilíbrio sem considerar o tempo, ou seja, não exploram a dinâmica do sistema econômico.

Economias externas (ou externalidades). Benefícios ganhos pelas unidades produtivas em função da expansão industrial ou de investimentos em infraestrutura em uma região.

Economistas neoclássicos. São considerados fundadores da economia neoclássica os economistas Carl Menger, William Jevons e Leon Walras. A teoria foi desenvolvida posteriormente por Alfred Marshall, Vilfredo Pareto, John Bates Clarck e Irving Fisher.

Elasticidade-preço da demanda. Medida da variação na quantidade demandada de um bem quando a renda do consumidor é alterada, mantendo-se constantes todos os outros fatores que influenciam a demanda (Sandroni, 2004).

***Enterprise Resource Planning* (ERP).** Sistema integrado de planejamento e gestão dos principais processos de negócios, incluindo contatos com fornecedores e clientes, utilizando uma única arquitetura cliente-servidor em tempo real.

Estado da arte. Refere-se à fronteira tecnológica, ou seja, às técnicas mais avançadas disponíveis em um determinado segmento ou setor produtivo.

Exército industrial de reserva. Parcela da população trabalhadora mantida desempregada pelo capital com o objetivo de atender à demanda eventual por trabalho em períodos de pico do ciclo econômico.

Feedback positivo. Processo relativo às economias de rede que fortalece ainda mais as tecnologias ou padrões que se tornaram dominantes no mercado. O exemplo clássico é o sistema operacional da Microsoft. Clientes e fornecedores preferem aderir a um padrão dominante que garanta compatibilidade e facilidade de comunicação.

Fisiocratas. Grupo de economistas franceses do século XVII, no qual se destaca François Quesnay, que combateu as ideias mercantilistas e formulou, pela primeira vez, de maneira sistemática e lógica, uma teoria do liberalismo econômico. Transferem o centro da análise do âmbito do comércio para o da produção, criando a noção de produto líquido (Sandroni, 2004:245).

Função de produção. Relação matemática entre a quantidade produzida de um bem e a quantidade de insumos requerida para produzi-lo.

Isoquanta. Curva que mostra a combinação de dois insumos necessários para produzir uma dada quantidade de um produto particular. Em geral, são medidas as unidades necessárias de trabalho no eixo horizontal e a quantidade necessária de capital no eixo vertical. A curva representa as diferentes possibilidades de utilização dos dois insumos, abrindo hipoteticamente a possibilidade de otimização.

***Just in time* (JIT).** Método de gestão industrial que procura minimizar os estoques em processo, reduzir o espaço e os custos de armazenagem e melhorar o fluxo produtivo por meio do agendamento da chegada dos componentes e materiais exatamente na hora em que são demandados.

Kaisen. Melhoramentos contínuos obtidos por meio de programas de qualidade e inovações incrementais.

Layout. Esquema ou desenho do processo produtivo envolvendo organização das máquinas e fluxos de processos.

Lead time. Tempo referente ao ciclo de produção, compreendido entre a entrada dos insumos na fábrica e sua expedição.

Leapfrogging. Queima de etapas no processo de *catching up* através do aproveitamento de janelas de oportunidades abertas pela inovação radical.

Lei antitruste Sherman. Primeira lei criada para combater monopólios e práticas anticompetitivas nos Estados Unidos, que deve seu nome ao senador Sherman. O termo *trust* originalmente foi empregado para se referir aos grandes conglomerados de empresas, mas leis antitruste se referem às práticas de restrição à competição praticadas através de cartéis e monopólios. A lei norte-americana proíbe fusões e aquisições que resultem em menor

competição, criem monopólios ou encorajem práticas restritivas, como discriminações de preços, direitos exclusivos e contratos casados.

Lei da oferta e da procura (ou demanda). "Conjunto de conceitos que designam a disponibilidade de bens e serviços à venda no mercado, por um lado, e sua demanda solvável, por outro. A correlação entre ambas fixa o preço de mercado para o comprador em um dado momento, constituindo uma lei de circulação mercantil. Os preços movimentam-se no sentido inverso da oferta e no sentido direto da demanda." (Sandroni, 2004:336)

Lei de Say .Jean-Baptiste Say (1767-1832) argumentou que a soma dos valores de todas as mercadorias produzidas era sempre equivalente à soma de todos os valores de mercadorias compradas. Assim, por definição, não poderia haver subutilização de recursos; ou seja, a oferta criava sua própria demanda.

Licenciamento cruzado. Troca de patentes e licenças de uso de uma tecnologia entre empresas diferentes.

Linux. Sistema operacional livre, aberto e gratuito desenvolvido com base no UNIX.

Mais-valia. Diferença entre o valor gerado pelo trabalhador e o salário efetivamente pago pelo capitalista. Tal conceito não foi satisfatoriamente relacionado com os preços relativos (valor de troca) que diferem do valor de uso.

Mão invisível. "Conceito desenvolvido por Adam Smith em seu livro *A riqueza das nações*, significando uma coordenação invisível que assegura a consistência dos planos individuais em uma sociedade onde predomina o sistema de mercado. De acordo com Smith, um indivíduo que busca apenas seu próprio interesse é, na verdade, conduzido por uma mão invisível a obter um resultado que não estava originalmente em seus planos. Esse resultado obtido corresponderia ao interesse da sociedade." (Sandroni, 2004:365)

Marshall, Alfred (1842-1924). Professor de Ciência Política em Cambridge, Marshall foi um dos mais influentes economistas a tratar das questões de valor, utilidade e formação de preços, ajudando a desenvolver e refinar a teoria microeconômica.

Mercantilismo. O crescimento do comércio internacional e o estabelecimento

do poder mercantil após a era medieval levaram à emergência de uma corrente de pensamento que estava basicamente voltada à relação entre a riqueza de uma nação e sua balança de pagamentos. Os mercantilistas reconheceram o crescente poder da economia nacional e eram a favor da intervenção do Estado na economia para maximizar a riqueza, entendida basicamente como estoque de metais preciosos.

Oligopólio. Estrutura de mercado na qual existe um grau relativamente alto de concentração, ou seja, um pequeno número de empresas responde por uma elevada participação do produto e do emprego.

***Original equipment manufacturers* (OEM).** Terceirização da produção por meio de encomenda de produtos com o design e a marca do cliente.

Paradigmas técnico-econômicos. Conceito derivado do "paradigma científico" de Thomas Kuhn para descrever mudanças abrangentes nos sistemas tecnológicos, regimes econômicos e instituições que dominam o processo de crescimento econômico em determinados períodos de tempo.

Path dependency. Dependência da trajetória passada. Segundo este conceito, a firma não se desenvolve aleatoriamente, pois a direção de seu crescimento e as oportunidades enfrentadas para a entrada em novos ramos de atividade depende de competências acumuladas e de decisões técnicas e estratégicas tomadas no passado.

Pluralidade de ambientes de seleção. As empresas são selecionadas pelo mercado em função de diferentes dimensões do processo competitivo, e não apenas pelo preço e capacidade de otimização. Alguns ambientes (ou mer cados) são menos competitivos que outros em função do protecionismo, vínculos entre empresas, regimes de incentivo etc. Tal conceito descarta a ideia neoclássica de que o mercado sozinho é capaz de selecionar as empresas mais competitivas e eliminar as demais.

Putting-out system. Sistema produtivo artesanal coordenado por um capitalista, que dividia a produção entre diferentes artesãos. Tal sistema retirava do artesão a propriedade sobre o produto final e introduzia o capital na manufatura.

Racionalidade invariante. Princípio neoclássico que atribui à empresa um

comportamento otimizador único que é comum ao resto da indústria.

Royalty. Valor pago ao detentor de uma patente ou criador de obra original pelos direitos de exploração comercial.

Sistemas legados. Softwares preexistentes que precisam ser integrados e/ou convertidos quando uma organização introduz novos sistemas.

Set-up. O tempo de *set-up* ou preparação consiste em quatro componentes básicos aplicados a máquinas e linhas de produção: (i) preparação e acabamento; (ii) montagem e remoção de ferramentas e acessórios; (iii) calibração, medição e ajustamento; e (iv) testes e ajustamento. A redução do tempo de *set-up* constitui um dos requisitos para a implantação do JIT.

Sociotécnica. Interação entre características sociais e tecnológicas que condicionam e potencializam a difusão de inovações.

Spin-offs. Novas empresas formadas por pessoas que deixam outras organizações com atividades similares.

Teoria do valor-trabalho. O valor de uma mercadoria é interpretado como um reflexo dos custos de produção, medidos em termos de tempo de trabalho absorvido.

Tigres asiáticos. Países que passaram por um processo de desenvolvimento recente baseado na industrialização e em investimentos em educação e tecnologia, principalmente Taiwan, Coreia do Sul e Cingapura.

Trade Related Intellectual Property Agreement **(TRIPS).** Acordo multilateral sobre propriedade intelectual negociado no âmbito da Organização Mundial do Comércio.

Utilidade. Satisfação ou atendimento de necessidade em consequência do consumo de uma determinada quantidade de um bem. É essencialmente um conceito psicológico, que não pode ser medido diretamente em termos absolutos. O conceito de utilidade é central na teoria clássica da demanda, na forma de lei de utilidade marginal decrescente. O conceito foi refeito nos anos 30, de forma a poder quantificá-lo, em termos de utilidade ordinal. Assumiu-se que o consumidor seria capaz de ordenar sua preferência ou indiferença por determinadas quantidades de bens. Dessa forma, dizer que

uma determinada combinação de bens tem “maior utilidade” que outra combinação significa que os consumidores dão preferência à primeira. Apesar de não alterar a teoria da demanda, esta interpretação de utilidade como preferência em vez de um “calculo hedonista” coloca a teoria em bases mais sólidas (Bannock, Baxter e Rees, 1972).

Vintage capital. Capital “velho”, ou seja, que já se encontra amortizado pelo tempo de uso produtivo.

Waffers. Lâminas de silício purificado utilizado na produção de *chips.*

Walras, Marie Esprit Leon (1834-1910). Professor de Economia da Universidade de Lausanne, foi um dos economistas a propor a teoria de utilidade marginal na década de 1870. Desenvolveu a teoria de utilidade marginal decrescente e mostrou como os preços das mercadorias são determinados pela utilidade relativa que têm para os consumidores. O modelo de equilíbrio geral é considerado sua principal contribuição, originando a Economia Matemática.

Bibliografia

1. Abernathy W, Utterback J. A dynamic model of process and product innovation. *Omega*. 1975;3(6):639–656.
2. Abreu Aline F, Rezende DA. *Tecnologia da informação aplicada a sistemas de informação empresariais – o papel estratégico da informação e dos sistemas de informação nas empresas*. São Paulo, Atlas 2000.
3. Aderito Joaquim. *Patentes de software nos Estados Unidos*. (mimeo) 2006.
4. Albuquerque Eduardo M. Patentes e atividades inovativas: uma avaliação preliminar do caso brasileiro. In: Viotti Eduardo B, Macedo Mariano de Matos (Org.), eds. *Indicadores de ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil*. Editora Unicamp 2003.
5. Albuquerque Eduardo M. Propriedade intelectual e a construção de um sistema de inovação no Brasil: notas sobre uma articulação importante. *Parcerias estratégicas*. 2005;20(n. pt. 3):965–986 Brasília.
6. Alves F, Bomtempo J, Coutinho P. Competências para inovar na indústria petroquímica brasileira. *Revista Brasileira de Inovação*. jul./dez.,2005;4(n. 2).
7. Aoki M. *Information, Incentives and Bargaining in the Japanese Economy*. Cambridge University Press 1988.
8. Aoki M. Towards an Economic Theory of the Japanese Firm. *Journal of Economic Literature*. 1990;26(1).
9. Arbix G, Negri JA, Salerno M. O impacto da internacionalização com foco na inovação tecnológica sobre as exportações das firmas brasileiras. *Dados – Revista de Ciências Sociais*. 2005;48:395–442 Rio de Janeiro.
10. Arrow K. The Economic Implications of Learning by Doing. *Review of Economic Studies* 1962.
11. Atkinson William I. *Prototype: How Canadian Innovation is Shaping the Future*. Thomas Allen Publishers 2001.
12. Ayres R. *The Next Industrial Revolution*. Ballinger 1984.
13. Baldam Roquemar (Org.). *Que ferramentas tecnológicas devo usar?* Editora Qualitymark 2005.
14. Bannock G, Baxter R, Rees R. *The Penguin Dictionary of Economics*.

Penguin Books 1972.
15. Bell Daniel. *The Coming of Post-Industrial Society*. Basic Books 1972.
16. Bell Martin, Pavitt Keith. The Development of Technological Capabilities. In: Haque I (Org.), ed. *Trade, Technology, and International Competitiveness*. The World Bank, EDI Development Studies 1995.
17. Bernardes Roberto. *Embraer: elos entre Estado e mercado*. Editora Hucitec 2000.
18. Bermudez J, et al. *The WTO TRIPS Agreement and Patent Protection in Brazil: Recent Changes and Implications for Local Production and Access to Medicines*. FIOCRUZ/ENSP 2000.
19. Benakouche Rabah, Santamaria Luís. *Qualidade cabocla*. Editora Universidade de Brasília 1997.
20. Bessant John. *Managing Advanced Manufacturing Technology: the challenge of the fifth wave*. NCC Blackwell 1991.
21. Bottomore. Introduction. In: Schumpeter J, ed. *Capitalism, Socialism and Democracy*. George Allen & Unwin (Publishers) 1943 (1976).
22. Brinco Ricardo. *Um estudo sobre a indústria internacional de componentes semicondutores digitais*. Fundação de Economia e Estatística Siegfried Emanuel Hueser 1989.
23. BRITTO, Jorge. “Elementos estruturais e conformação interna das redes de firmas: desdobramentos metodológicos, analíticos e empíricos”. Disponível em *www.race.nuca.ie.ufrj.br*, 2001.
24. Britto Jorge. Cooperação interindustrial e redes de empresas. In: Kupfer D e HASENCLEVER, L, ed. *Economia Industrial: Fundamentos Teóricos e Práticas no Brasil*. Editora Campus-Elsevier 2002.
25. Burlamaqui Leonardo e Proença, Adriano. Inovação, recursos e comprometimento: em direção a uma teoria estratégica da firma. *Revista Brasileira de Inovação*.jan./jun.,2003;2(n.1).
26. Campos Vicente Falconi. *Daily Work Routine Management*. Editora DG 1992.
27. Campos Ana Célia C, Mata Ana Lucia Lula da (Org). *Tópicos em empreendedorismo, inovação e conhecimento*. Natal 2005.
28. Campos R, Cario S, Nicolau J, Vargas G. Aprendizagem por interação: pequenas empresas em sistemas produtivos e inovativos locais. In: Lastres Cassiolato e Maciel (Org), ed. *Pequena empresa: cooperação e desenvolvimento local*. Editora Relume Dumará 2003.
29. Campos Renato, Batschauer Jeanine. Os fundamentos evolucionistas da

noção de sistemas produtivos e inovativos locais: uma revisão da literatura. *Nexos econômicos*. 2004;III:23–33.
30. CARUSO, Luis; TIGRE, Paulo (Org.). *Modelo Senai de prospecção*. Papeles de la Oficina Técnica, 14. Mondividéo, Cintefor, Organização Internacional do Trabalho, 2004.
31. Carvalho RQ, Franco EC. Estratégias tecnológicas de filiais de corporações transnacionais no Brasil. *RAC—Revista de Administração Contemporânea* 2005.
32. Cassiolato José, Lastres Helena. Sistemas de inovação: políticas e perspectivas. *Parcerias Estratégicas*maio/2000(n.8).
33. Cassiolato José. O foco em arranjos produtivos locais de micro e pequenas empresas. In: Lastres Cassiolato e Maciel (Org), ed. *Pequena empresa: cooperação e desenvolvimento local*. Editora Relume Dumará 2003.
34. Castells Manuel. *A Era da Informação: economia, sociedade e cultura*. v. 1. Paz e Terra 1997.
35. Castro Ana Célia, Licha Antonio, Pinto JR Helder, Sabóia João (Org). *Brasil em Desenvolvimento*. v. 1. Civilização Brasileira 2005.
36. Chandler Alfred. *The Visible Hand The Managerial Revolution in American Business*. Harvard University Press 1977.
37. Chandler Alfred. *Scale and Scope:The Dynamics of Industrial Capitalism*. Harvard University Press 1990.
38. Cipolla Francisco. A inovação na teoria de Marx. In: Pelaez V, Szmrecsányi T, eds. *Economia da Inovação Tecnológica*. Editora Hucitec 2006.
39. COASE, R.H. “The Nature of the Firm”, 1937. Reproduzido em Williamson, O. e S. Winter. *The Nature of the Firm: Origins, Evolution and Development.* Oxford University Press, 1993.
40. Coombs R, Saviotti P, Walsh V. *Technological Change and Company Strategies: economic and sociological perspectives*. Harcourt Brace Jovanovich, Publishers 1992.
41. Cooke P, Morgan K. *The associational economy: firms, regions, and innovation*. Oxford University Press 1998.
42. Coriat Benjamin. *Pensar pelo avesso: o modelo japonês de trabalho e organização*. Editora da UFRJ/Revan 1994.
43. Coriat B, Weinstein O. *Les nouvelles theories de l’entreprise*. Les Livres de Poche, Librairie Générale Française 1995.
44. Corona Treviño L. *Teorías Económicas de la Tecnologia*. Editorial JUS 1999.

45. Costa Achyles B. A trajetória competitiva da indústria de calçados do Vale do Sinos. In: Costa Achyles B, Passos Maria C (Org), eds. *A indústria calçadista no Rio Grande do Sul*. Editora Unisinos 2004.
46. Costa Luís S, Caulliraux Heitor. *Manufatura Integrada por Computador Sistemas Integrados de Produção: estratégia, organização, tecnologia e recursos humanos*. Editora Campus-Elsevier 1995.
47. Coutinho L. "Apresentação". In: *Maturidade e estagnação no capitalismo americano.* Abril Cultural, 1993. (Coleção Os Economistas).
48. Coutinho LG, et al. *Estudo da competitividade da indústria brasileira*. Papirus e Editora Unicamp 1994.
49. Cyert R, March J. *A Behavioural Theory of the Firm*. Englewood Cliffs. Prentice-Hall 1963.
50. DAHLMAN, Carl. *Innovation and Competitiveness: A WBI Perspective.* ECA Innovation and Competitiveness Workshop. World Bank Institute, 18th February. Disponível em: *www.worldbank.org*, 2004.
51. Davis M, Aquilano N, Chase R. *Fundamentos da Administração da Produção*. Porto Alegre: Bookman 2001.
52. Demsetz H. The Theory of the Firm Revisited. In: Williamson O, Winter S, eds. *The Nature of the Firm: Origins, Evolution and Development*. Oxford University Press 1993.
53. DERTOUZOUS, M.; LESTER, R.; SOLOW, R. *Made in America. Regaining de Productive Edge.* The MIT Commission on Industrial Productivity. Harper Perennial. ISBN 0-06-0973404, 1990.
54. Dias AB, Rosenthal D, Melo MA. Enriquecendo a atuação de incubadoras de empresas. In: Sbragia Roberto, Eva (Org.) Stal, eds. *Tecnologia e inovação: experiências de gestão na micro e pequena empresa*. 2002;110–126. v. 1.
55. Dobb Maurice. *Capitalist Enterprise and Social Progress*. 1925.
56. Dosi G. Technical paradigms and technological trajectories – a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. *Research Policy*. 1982;11.
57. Dosi G. *Technical Change and Industrial Transformation*. Macmillan 1984.
58. Drucker Peter. From Capitalism to Knowledge Society. In: Neef D (Ed), ed. *The Knowledge Economy*. Butterworth-Heinemann 1998.
59. Epsztejn R, Bermudez Jorge AZ, Oliveira Maria Auxiliadora, Hasenclever Lia. *Propriedade intelectual e propriedade industrial; implicações da proteção patentária para o setor farmacêutico no Brasil, olhando para o futuro: discussão e perspectiva*. Fiocruz/ENSP 2001; v. 1.

60. Erber Fabio. Perspectivas da América Latina em ciência e tecnologia. *Parcerias Estratégicas*maio/2000(n.8).
61. ____. “A Portfolio Approach to Investment in Technology: some uses and theoretical implications” – International Schumpeter Society Conference, 2004.
62. Evans Peter. *Embeded Autonomy: States and Industrial Transformation*. Princeton University Press 1995; Edição brasileira: *Autonomia e parceria: estados e transformação industrial.* Editora da UFRJ, 2004.
63. Fajnzylber Fernando. *La industrializacion trunca de America Latina*. Centro Editor de América Latina 1984.
64. Ferraz JC, Rush H, Miles I. *Development, Technology and Flexibility: Brazil faxes the industrial divide*. Routledge 1993.
65. Ferraz JC, Kupfer D, Haguenauer L. *Made in Brazil: desafios competitivos para indústria*. Editora Campus-Elsevier 1996.
66. Ferraz Reinaldo. Tecnologia industrial básica como fator de competitividade. *Parcerias Estratégicas*maio/2000(n.8).
67. Fiani Ronaldo. Teoria dos custos de transação. In: Kupfer D, Hasenclever L, eds. *Economia industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil*. Editora Campus-Elsevier 2002.
68. Fleury Afonso, Fleury M Tereza L. *Aprendizagem e inovação organizacional: as experiências de Japão, Coréia e Brasil*. Fundação Vanzolini, Atlas 1995.
69. Fontes SS. Aprendizagem, redes de firmas e redes de aprendizado: identificando fatores e mecanismos para o desenvolvimento da capacidade competitiva. In: Teixeira Francisco (Org), ed. *Gestão de redes de cooperação interempre-sariais: em busca de novos espaços para o aprendizado e a inovação*. Casa da Qualidade 2005.
70. Fransman Martin. *Technology and Economic Development*. Wheatsheaf Books 1986.
71. Freeman C. Research and Development in Electronics Capital Goods. *National Institute Economic Review* 1965.
72. Freeman C, et al. Chemical Process Plant: Innovation and the World Market. *National Institute Economic Review* 1968.
73. Freeman C. *The Long Wave in the World Economy*. International Library of Ceritical Writings in Economics. Aldershot, Elgar 1996.
74. Freeman C, Soete L. *The Economics of Industrial Innovation*. 3 The MIT Press 1997.

75. FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADOS DE SÃO PAULO – FAPESP. *Indicadores de Ciência, Tecnologia e Inovação em São Paulo,* 2004.
76. Furtado André T, Carvalho Ruy Quadros. Padrões de intensidade tecnológica da indústria brasileira: um estudo comparativo com os países centrais. *São Paulo em Perspectiva*. 2005;19(n. 1):70–84.
77. Furtado André T. Opções tecnológicas e desenvolvimento do terceiro mundo. In: Castro Ana Célia, Licha Antonio, Pinto JR Helder, Sabóia João (Org), eds. *Brasil em desenvolvimento*. Civilização Brasileira 2005;171–195. v. 1.
78. Furtado André. Difusão tecnológica, um debate superado? In: Pelaez V, Szmrecsányi T (Org), eds. *Economia da inovação tecnológica*. Editora Hucitec 2006.
79. Gereffi G. International trade and industrial upgrading in the apparel commodity chain. *Jounal of International Economics*. 1999;48(n. 1):37–70.
80. Gonçalves Reinaldo. *Economia Política Internacional: fundamentos teóricos e as relações internacionais do Brasil*. Editora Campus-Elsevier 2005.
81. Hamel G. Competition for competence and interpartner learning within international strategic alliances. *Strategic Management Journal*. 1991;12:83–103.
82. Hammer M, Champy J. *Reengenharia Revolucionando a Empresa*. 1994.
83. Hastenreiter Filho H. Acertos e desacertos dos principais programas de redes de cooperação interempresariais brasileiros. In: Teixeira Francisco (Org), ed. *Gestão de redes de cooperação interempresariais: em busca de novos espaços para o aprendizado e a inovação*. Casa da Qualidade 2005.
84. Hasenclever L, Ferreira P. Estrutura de mercado e inovação. In: Kupfer D, Hasenclever L, eds. *Economia industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil*. Editora Campus-Elsevier 2002.
85. Hasenclever Lia, Tigre Paulo. Estratégias de inovação" (Cap 18). In: Kupfer D, Hasenclever L, eds. *Economia Industrial: Fundamentos Teóricos e Práticas no Brasil*. Editora Campus-Elsevier 2002.
86. Heckscher Eli Filip. *Readings in the Theory of International Trade*. 1919.
87. Hicks John R. *The Theory of Wages*. 1932.
88. Higachi Hermes. A Abordagem Neoclássica do Progresso Técnico. In: Pelaez V, Szmrecsányi T, eds. *Economia da Inovação Tecnológica*. Editora Hucitec 2006.
89. HILBERT, M.; KATZ, J. *Towards a conceptual framework and public policy agenda for the Information Society in Latin America and the Caribbean.*

UN, CEPAL. Disponível em: *www.cepal.org/publicaciones*, 2002. (Série Desarrollo Productivo, n. 133).
90. Hirsch S. The United States electronic industry in international trade. *Nat Inst Economic Review* 1965;(n. 34):92–107.
91. IBGE. Pesquisa Industrial de Inovação Tecnológica (PINTEC). Rio de Janeiro, 2004. (Série Relatórios Metodológicos, v. 30).
92. Johnson H. The State of Theory in Relation to the Empirical Analysis. In: Vernon R (Ed), ed. *The Technology Factor in International Trade*. Nova York: Columbia University Press; 1968;9–21.
93. Kalakota R, Robinson M. *E-Business Roadmap for Success*. Addison-Wesley 1999.
94. Kaldor N. The equilibrium of the firm. *The Economist Journal* 1934;(n. 44):6076.
95. Katz Jorge. *Desarrollo y crisis de la industria metalmecanica argentina*. IDES/BID/CEPAL 1982.
96. Katz Jorge. *Structural reforms, productivity and technological change in Latin America*. Santiago, Cepal, United Nations Publications 2001.
97. Klein David. *A gestão estratégica do capital intelectual: recursos para a economia do conhecimento*. Qualimark Editora 1998.
98. Kon Anita. *Economia de serviços: teoria e evolução no Brasil*. Editora CampusElsevier 2004.
99. Kondratieff N. The long wave in economic life. *Review of Economics Statistics.* 1925;17:105–115.
00. Kupfer D, Hasenclever L. *Economia industrial: fundamentos teóricos epráticas no Brasil*. Editora Campus-Elsevier 2002.
01. Lastres H, Cassiolato J, Arroio A. *Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento*. Editora UFRJ/Contraponto 2005; (Coleção Economia e Sociedade).
02. LANDES, David. *Prometeu Desacorrentado: transformação tecnológica e desenvolvimento industrial na Europa ocidental, de 1750 até os dias de hoje*, 1969. Edição em português lançada em 2005 pela Editora Campus-Elsevier.
03. Landes David. *Riqueza e a pobreza das nações: por que algumas são tão ricas e outras tão pobres*. Editora Campus-Elsevier 1998.
04. La Rovere R, Tigre P, Fagundes F. Information Networks Difusion in Brazil: Global and Local Factors. In: Palvia P, ed. *Global Information Technology and Systems Management: Key Issues and Trends*. Ivy League Publishing, Limited 1996.

05. La Rovere R. Paradigmas e trajetórias tecnológicas. In: Pelaez V, Szmrecsányi T (Org), eds. *Economia da inovação tecnológica*. Editora Hucitec, Série Economia e Planejamento 2005.
06. Laplane MF, Coutinho Luciano G, Hiratuka. A C (Org). *Internacionalização e desenvolvimento da indústria no Brasil*. São Paulo: Fundação Editora da UNESP – FEU; 2003; v. 1. p. 352.
07. Lazonick W. Business organization and Competitive Advantage: Capitalist Transformation in the Twentieth Century. In: Dosi G, Giannetti R, Toninelli P (Eds), eds. *Technology Enterprise in a Historical Perspective*. Claredon Press Oxford 1992.
08. Lubben Richard. *Just in Time: uma estratégia avançada de produção*. Editora McGraw-Hill 1989.
09. Lundvall Bengt-Ake. Innovation as an interactive process: from users-producers interaction to the national system of innovation. In: Dosi G, ed. *Technical Change and Economic Theory*. Pinter Publishers 1988.
10. Lundvall Bengt-Ake (Ed). *National Systems of Innovation Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. Londres: Pinter Publishers; 1992.
11. Maculan Anne-Marie. Ambiente empreendedor e aprendizado das pequenas empresas de base tecnológica. In: Lastres Cassiolato, Maciel (Org.), eds. *Pequena Empresa: cooperação e desenvolvimento local*. Editora Relume Dumará 2003.
12. Malecki EdwardJ. *Technology & Economic Development*. Longman 1997.
13. Malerba F. Learning by Firms. *Economic Journal, UK* 1992.
14. Mansell R, Wehn U. *Knowledge Societies: Information Technology for Sustainable Development*. Oxford University Press 1998.
15. Mansfield E. Technical change and the rate of innovation. *Econometrica* 1961;(n. 29):741–766.
16. Marris R. *The Economic Theory of Managerial Capitalism*. Glencoe: Free Press 1964.
17. MARSHALL, A. Principles of Economics: An Introductory volume, 1890. Tradução brasileira: *Princípios da Economia.* Abril Cultural, 1982. (Coleção os Economistas).
18. Marx Karl. *O Capital: crítica da economia política, 1890*. 3 Civilização Brasileira 1975.
19. Mccraw T (Org). *Alfred Chandler: ensaios para uma teoria histórica da grande empresa*. Editora da Fundação Getulio Vargas 1998.
20. Mensch Gerhard. *Stalemate in Technology: Innovation Overcome the*

Depression. Ballinger Publishing Company 1979.
21. Metcalfe J. Impulse and diffusion in the study of technical change. *Futures* 1981.
22. Miles I. Innovation in Business Services: knowledge-intensity and information technology. *PICT International Conference, The social and economic implications of information and communications technologies* 1995.
23. Miles I. *Rethinking Organization in the Information Society*. Paper presented at the SOWING Conference in Karlsruhe 2000.
24. Mintzberg H, Quinn J (Eds). *Readings in the strategy process*. Prentice-Hall 1987.
25. Montella Maura. *Economia, administração contemporânea e engenharia de produção: um estudo da firma*. Qualitymark 2006.
26. Moreno Prudenciano. Ciência, tecnologia e educação no pensamento econômico clássico. In: Corona treviño L, ed. *Teorías Económicas de la Tecnologia*. México DF: Editorial JUS 1999.
27. Mowery David, Rosemberg Nathan. *Technology and the Pursuit of Economic Growth*. Cambridge University Press 1989.
28. Mowery David, Rosemberg Nathan. *Trajetórias da Inovação: a mudança tecnológica nos Estados Unidos da América no século XX*. Editora Unicamp (tradução) 2005.
29. Naveiro RM, Borges MM. Redes produtivas para o desenvolvimento regional. In: Abepro (Org.), ed. *A utilização de ambientes virtuais na gestão do processo de desenvolvimento de produtos*. Ed. Juiz de Fora 2003; v. 1.
30. Neef D. *The Knowledge Economy.* Butterworth-Heinemann.
31. Nelson Richard. *Understanding Technical Change as an Evolutionary Process*. Elsevier Science Publishers 1987.
32. Nelson R, Winter S. *An Evolutionary Theory of Economic Change*. Harvard University Press 1982.
33. Nelson R. Recent Evolucionary Theorizing About Economic Change. *Journal of Economic Literature*. 1995;XXXIII:48–90.
34. Nonaka I, Takeuchi H. *Criação de conhecimento na empresa*. Editora Campus Elsevier 1997.
35. North D. *Institutions, Institutional Change and Economic Performance*. Cambridge University Press 1990.
36. Nieto M, López F, Cruz F. Performance analysis of technology using the S curve model: the case of digital signal processing (DSP) technologies.

Technovation. 1998;18(n. 6/7):439–457 Elsevier Science Ltd.
37. OHAYON, Pierre; VIEIRA, Vera. *Por que não se faz pesquisa e desenvolvimento (P&D) no setor farmacêutico no Brasil.* Anais do XXII Simpósio de Gestão da Inovação. novembro, 2002.
38. Ohlin Bertil G. *Interregional and International Trade*. 1933.
39. Manual OSLO. *A proposed guidelines for collecting and interpreting technological innovation data*. OECD: Statistical Office of the European Communities 1997.
40. PAVITT, K. *Patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory.* Research Policy, v. 13, n. 6, p. 343-373, 1984.
41. Pelaez V, Szmrecsányi T (Org). *Economia da Inovação Tecnológica*. Editora Hucitec 2006; (Série Economia e Planejamento).
42. Penrose Edith T. *The Theory of the Growth of the Firm*. Oxford Basil Blackwell, 1959 1980.
43. Perez Carlota. *Technological Revolutions and Financial Capital*. Edward Elgar 2002.
44. Pinheiro Armando C, Markwald R, Pereira L. *O desafio das exportações*. BNDES 2002.
45. Pinho MS, Cortes MR, Fernandes AC. Redes de firmas, inovação e o desenvolvimento regional. In: STI-MDIC/IEL-CNI (Org.), ed. *O Futuro da Indústria: Cadeias Produtivas*. 2005;147–164.
46. Piori M, Sabel C. *The Second Industrial Divide: possibilities for prosperity*. Basic Books 1984.
47. Porat Marc. *The Information Economy*. US Department of Commerce (77-12(1)) 1977.
48. Porter M. *Estratégia competitiva*. Editora Campus-Elsevier 1980; Publicado em português em 1985.
49. Porter M. *Vantagem competitiva da nações*. Editora Campus-Elsevier 1990; Publicado em português em 1995.
50. Possas Mário. Ciência, tecnologia e desenvolvimento: referências para o debate. In: Castro Ana Célia (Org), ed. *Brasil em Desenvolvimento: economia, tecnologia e competitividade*. Editora Civilização Brasileira 2005.
51. Posner MV. International Trade and Technical Change. *Oxford Economic Papers*. 1961;13:323–341.
52. Queiroz Sergio. Aprendizado tecnológico. In: Pelaez V, Szmrec-Sányi T (Org), eds. *Economia da Inovação Tecnológica*. Editora Hucitec 2006; (Série Economia e Planejamento).

53. Régnier K, Caruso LAC, Tigre P. *Pesquisa e desenvolvimento no Senai: impactos na indústria e na educação profissional*. Cintefor, OIT 2001; Papeles de la Oficina Técnica, 11.
54. Ricardo David. *Princípios de economia política e tributação*. 1817.
55. Rogers E, Schoemaker F. *Communication of Innovations: A Cross Cultural Approach*. Free Press 1971.
56. Robinson EA. *The Structure of Competitive Industry*. Cambridge University Press 1931.
57. Robinson J. *Economics of Imperfect Competition*. Macmillan 1933.
58. Roese Mauro, Gitahy Leda. *Cooperação entre empresas de aglomerações industriais de setores tradicionais: o caso da indústria de móveis de madeira*. Kit Enanpad 2003; XXVII Encontro da ANPAD, 2003.
59. Rosemberg Birdzell N. *História da riqueza do ocidente*. Editora Record 1986.
60. Rust Daniel C. *Exportações brasileiras: superação das barreiras técnicas*. monografia de bacharelato. Instituto de Economia, UFRJ 2004.
61. Sant'ana M, Ferraz JC, Kersternesky I. *Desempenho industrial e tecnológico brasileiro*. SCT, Editora da UNB 1990.
62. Santos Milton. *Economia espacial*. Editora da Universidade de São Paulo 2005.
63. Schimitz H. Aglomerações produtivas locais e cadeias de valor: como a organização das relações entre empresas influencia o aprimoramento produtivo. In: Lastres H, Cassiolato J, Arroio A, eds. *Conhecimento, sistemas de inovação e desenvolvimento*. Editora UFRJ/Contraponto. Coleção Economia e Sociedade 2005.
64. Schmookler J. *Invention and Economic Growth*. Harvard University Press 1996.
65. Scholze Simone, Chamas Claudia. Instituições públicas de pesquisa e o setor empresarial: o papel da inovação e da propriedade intelectual. *Parcerias Estratégicas*maio/2000(n.8).
66. Schomberger R. *Técnicas Industriais Japonesas*. Livraria Pioneira Editora 1984.
67. SCHUMPETER, J. *Teoria do desenvolvimento econômico,* 1911. Edição brasileira publicada em 1988 na Série "Os Economistas" da Editora Nova Cultural.
68. Schumpeter J. *Capitalism, Socialism and Democracy*. George Allen & Unwin (Publishers), 1943 1976.

69. Shane S, Venkatraman S. The promise of entrepreunership as a field of research. *Academy of Management Review*. 2000;n. 25:217–226.
70. Senai. *Recomendações: setor de máquinas e equipamentos: Série Antena Temática*. SENAI/DN 2005.
71. Shapiro C, Varian H. *A Economia da Informação: como os princípios econômicos se aplicam à era da Internet*. Editora Campus-Elsevier 1999; Título original: Information Rules. Harvard Business School Press.
72. Shima Walter. Economia de redes e inovação. In: Pelaez V, Szmrec-Sányi T (Org), eds. *Economia da Inovação Tecnológica*. Editora Hucitec 2006.
73. Sicsu AB, Rosenthal David. *Gestão do conhecimento empresarial: concepção e casos práticos*. FASA 2005; p. 192.
74. Silveira Sergio Amadeu. *Software livre: a luta pela liberdade do conhecimento*. Editora Perseu Abramo 2004; (Coleção Brasil Urgente).
75. Smith Adam. *The Wealth of Nations 1776*. Penguin Books 1979.
76. Soete L. The Impact of Technological Innovation on International Trade Patterns: The Evidence Reconsidered. *Research Policy*. 1987;16.
77. SOETE, Luc. "The Knowledge Economy: Policy Challenges Presentation at the Knowledge Economy Forum III, The World Bank and the Government of Hungary". *Improving Competitiveness Through a Knowledge-Based Economy*, Budapest, March 23-26, 2004. Disponível em *www.worldbank.org*.
78. Solow Robert. Technical change and the aggregate production function. *Review of Economics and Statistics* 1957.
79. Souza Camille. Perspectivas teóricas para o estudo das redes de cooperação interempresariais. In: Teixeira Francisco (Org), ed. *Gestão de redes de cooperação interempresariais: em busca de novos espaços para o aprendizado e a inovação*. Casa da Qualidade 2005.
80. Souza e Silva Carla. Inovação e cooperação: "o estado das artes no Brasil. *Revista do BNDES* 2000.
81. Sraffa P. The law of returns under competitive conditions. *Economic Journal*. 1926;36.
82. Steindl. *Maturidade e estagnação no capitalismo americano*. 1952.
83. Stoneman Paul. *The Economic Analysis of Technology Policy*. Claredon Press 1987.
84. Suzigan W. *Indústria brasileira: origem e desenvolvimento*. HUCITEC 2000.
85. Sylos-Labini Paolo. *Oligopólio e progresso técnico, 1964*. Edição brasileira editora Forense Universitária/USP 1980.
86. Szapiro Marina, H. *Reestruturação do setor de telecomunicações na década*

de noventa: um estudo comparativo dos impactos sobre o sistema de inovação no Brasil e na Espanha. Tese de Doutorado. Instituto de Economia, UFRJ 2005.
87. Tauile José R. *Para (re)construir o Brasil contemporâneo: trabalho, tecnologia e acumulação*. Editora Contraponto 2001.
88. Taylor Frederick. *Princípios de administração científica*. Editora Atlas 1982.
89. TEECE, D.; PISANO, G.; SHUEN, A. "Firm capabilities, resources and the concept of strategy." *CCC Working Paper,* n. 90-8, Center for Research in Management, University of California, 1990.
90. Teixeira F, Guerra O, Ghirardi A. Barreiras para a implantação de uma rede de aprendizado em um sistema complexo de produção: o caso da Maxpetro. In: Teixeira F, ed. *Gestão de redes de cooperação interempresa-riais: em busca de novos espaços para o aprendizado e a inovação*. Casa da Qualidade 2005.
91. Teixeira Thais. *Estratégia competitiva e comércio eletrônico: estudos de caso no varejo de supermercados*. Tese de Mestrado, NPGA/UFBA 2004.
92. Tigre Paulo B. *Computadores brasileiros: indústria, tecnologia e dependência*. Segunda Edição, Editora Campus-Elsevier 1984.
93. Tigre Paulo B. Teorias da firma em três paradigmas. *Revista de Economia Contemporânea* 1998;(n. 3):67–111.
94. Tigre Paulo B. O papel da política tecnológica na promoção das exportações. In: Pinheiro A, Markwald R, Pereira L, eds. *O desafio das exportações*. Rio de Janeiro: BNDES; 2002.
95. Tigre Paulo B, O'connor David. *Policies and Institutions for E-Commerce Readiness: What Can Developing Countries Learn from OECD Experience?* OECD Development Centre 2001; (Technical Paper Series).
96. Tigre P, Marques F. *A relação entre mudança tecnológica e difusão das tecnologias da informação e comunicação com emprego e qualidade das ocupações*. Comissão Econômica para América Latina – CEPAL/ONU (mimeo) 2006.
97. Tofler A. *Future Shock*. Collins 1968.
98. Torres Norbert. *Competitividade empresarial com a tecnologia da informação*. Makron Books do Brasil Editora 1995.
99. Turban E, Rainer R, Potter R. *Introduction to Information Technology*. John Wiley & Sons, Inc. 2003.
00. Valle RA B, Carneiro AM, Carvalho ML, et al. *O conhecimento em ação – Novas competências para o trabalho no contexto da reestruturação*

Produtiva. Relume & Dumará 2003; v. 1., 231 p.
01. Varian H, Farrell J, Shapiro C. *The Economics of Information Technologies, An Introduction*. Cambridge University Press 2004.
02. Viotti Eduardo B, Macedo Mariano de Matos (Org). *Indicadores deciência, tecnologia e inovação no Brasil*. Editora Unicamp 2003.
03. Von Tunzelmann GN. Time saving technical change: the cotton industry in the English industrial revolution. *Explorations in Economic History*. 1995;32:1–27.
04. Weiss, James Manoel Guimarães. *Ciência e Tecnologia no Contexto da Globalização: Tendências Internacionais*. MCT.
05. Williamson O. Transaction Costs Economics: The Governance of Contractual Relations. *Journal of Law and Economics* 1979;(n. 22):223–261.
06. Winter S. On Coase, Competence and the Corporation. In: Williamson O, Winter S, eds. *The Nature of Firm: Origins, Evolution and Development*. Oxford University Press 1993.
07. World Bank. *The East Asian Miracle: Economic Growth and Public Policy*. Oxford University Press for the World Bank 1993.
08. Zawislak PA, Vargas ER. Inovação em serviços no paradigma da economia do aprendizado: a pertinência de uma dimensão espacial na abordagem dos sistemas de inovação. *Revista de Administração Contemporânea*. 2006;10 Curitiba.